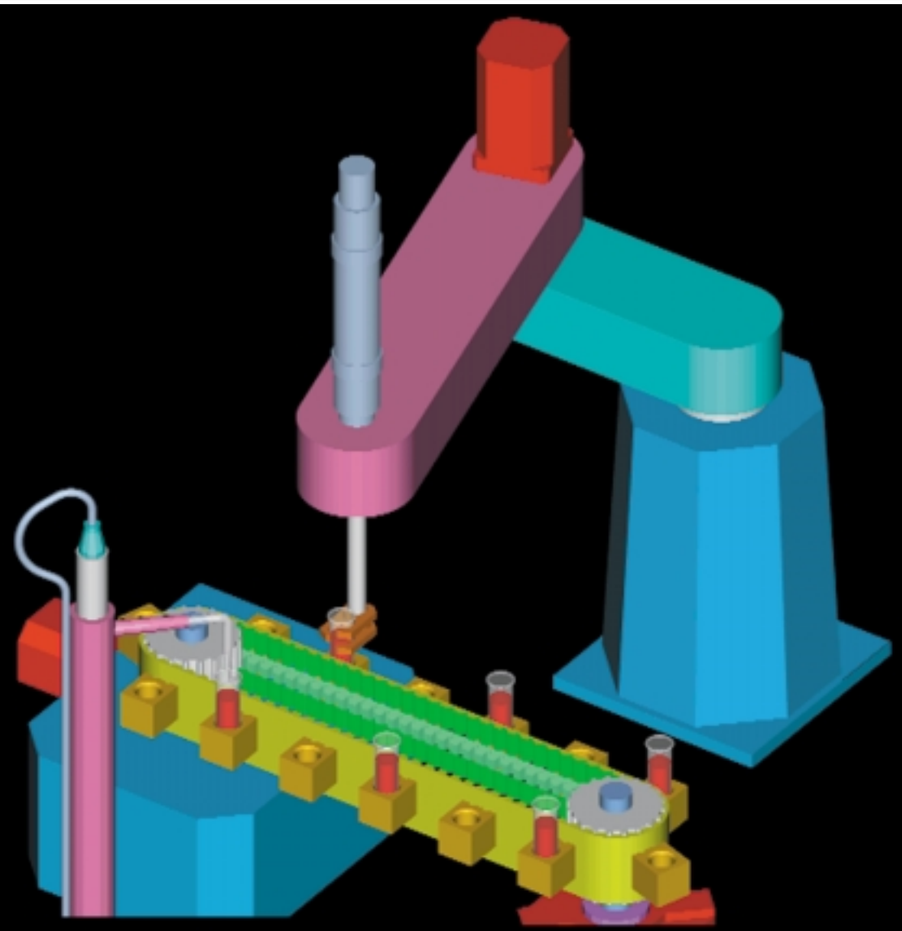
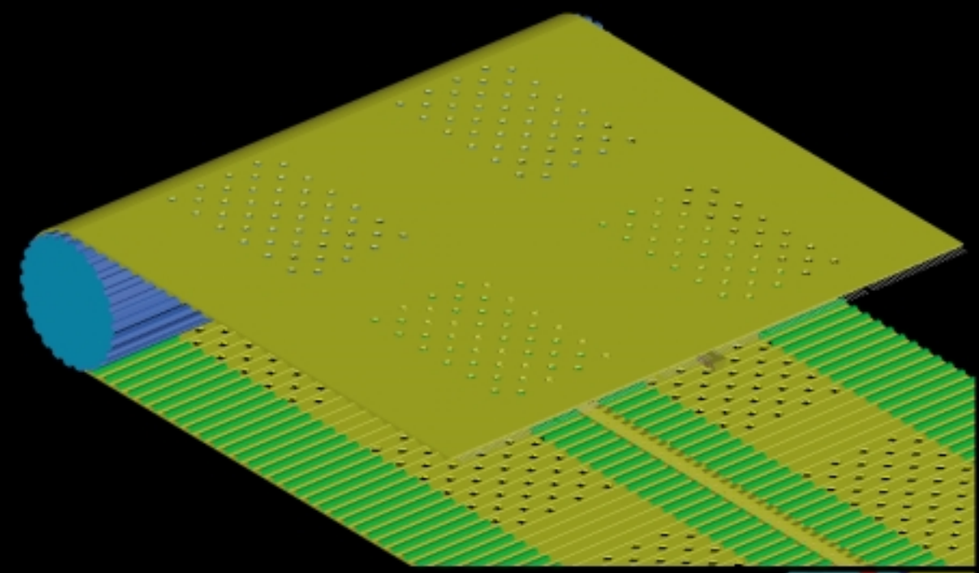
ANWENDUNGSBEISPIELE

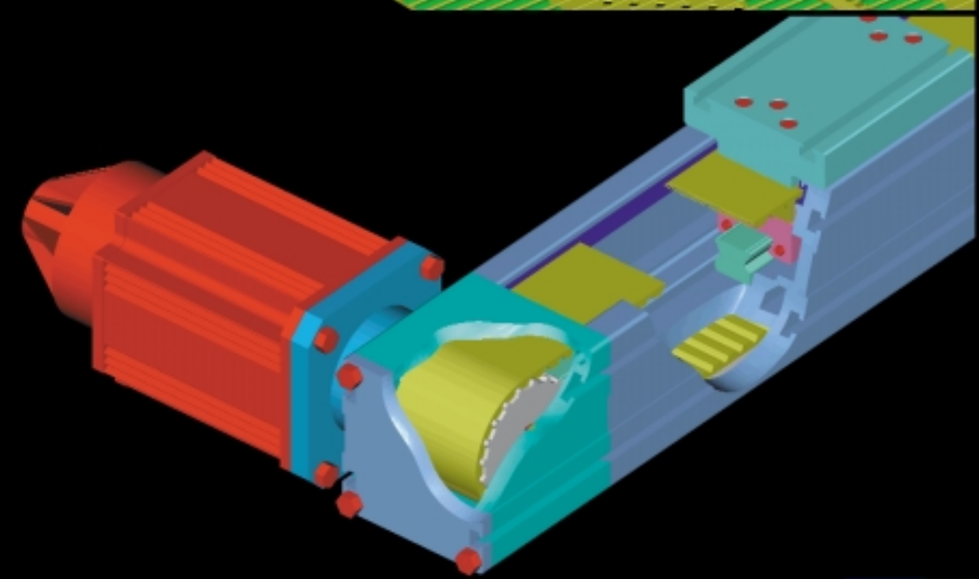
Mectrol Zahnriemen bieten eine Reihe von Vorteilen gegenüber Flachriemen, Ketten und anderen formschlüssigen Zugmittelantrieben.



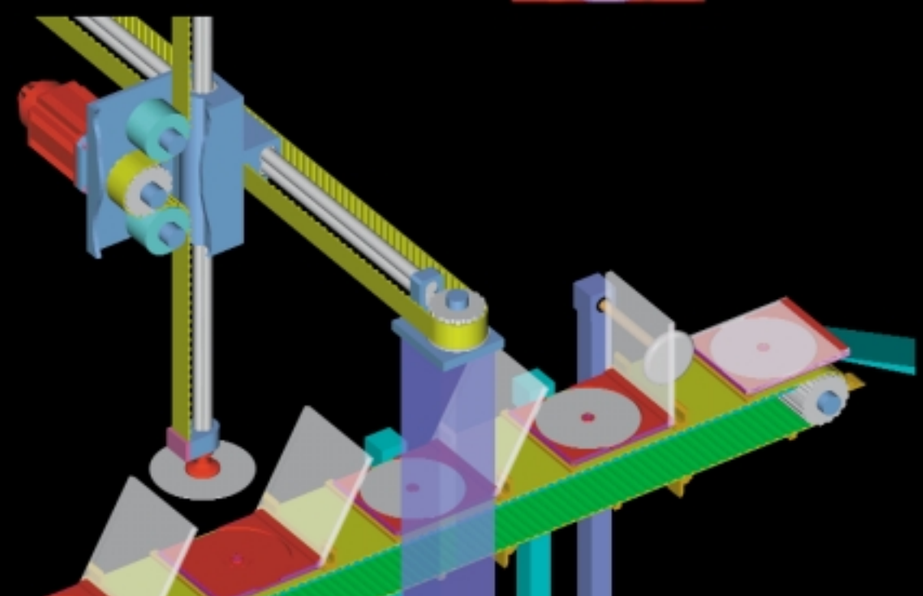
Automatisierte Blutprobenuntersuchung



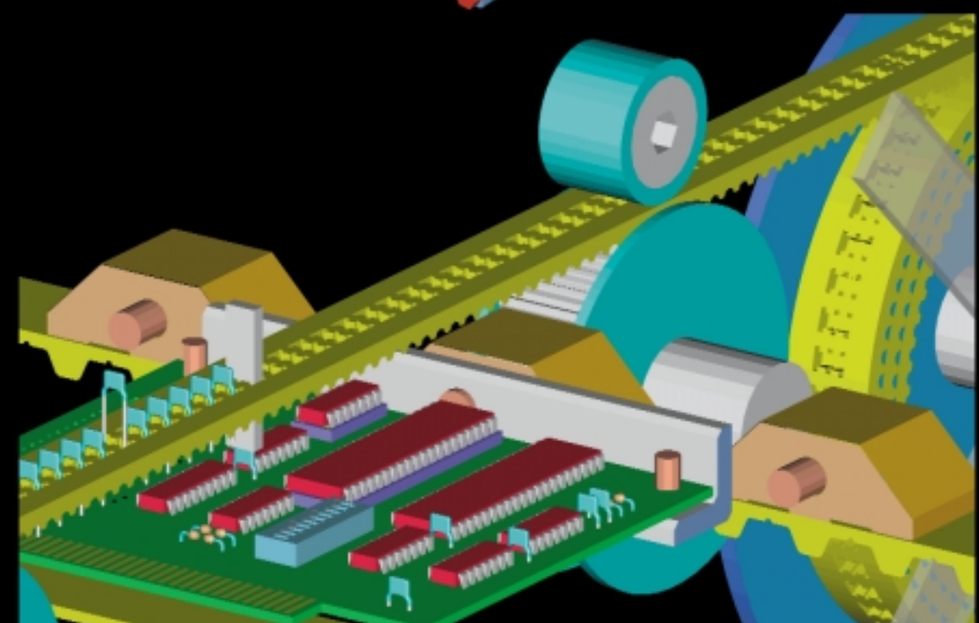
450 mm breiter Riemen für Vakuumförderer



Linearantrieb



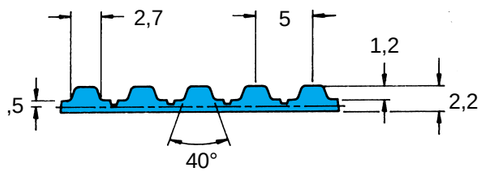
Compact Disk Verpackung



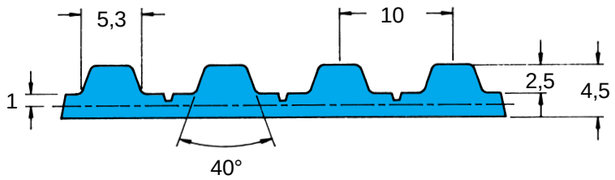
Automatisierte Montage von Elektronikbauteilen

ZAHNRIEMEN METRISCHE TEILUNG, T-ZAHNPROFIL

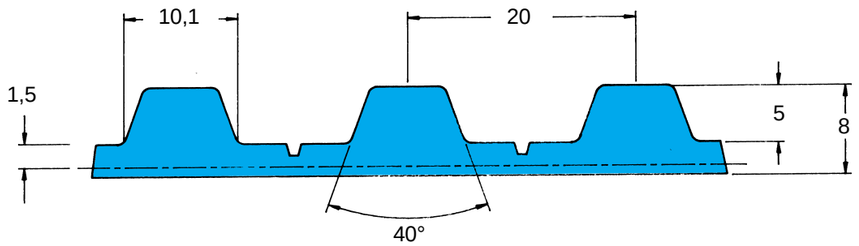
T5 Teilung 5mm



T10 Teilung 10mm
T10-HF Teilung 10mm
WT10 150 to 450mm Breite Teilung 10mm



T20
Teilung 20mm



Zahnprofil		T5	T10	T10-HF	WT10	T20
Mindestriemen-länge endlos verschweißt	mm	450	450	450	840	1000
Standard-rollenlänge	m	50 oder 100	50 oder 100	50 oder 100	50 oder 100	30

Bestellbeispiel für Zahnriemen mit T-Zahnprofil

50 T10/ 1080 ( ) ( )

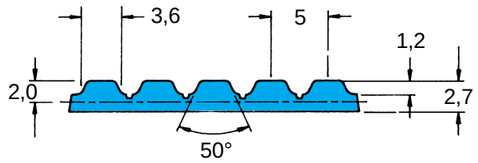
- "NT" für Nylongewebe auf Zahnseite
- "NB" für Nylongewebe auf Riemenrücken
- "NTB" für Nylongewebe auf Zahnseite und Riemenrücken
- "HB" für verstärkten Rücken
- "FDA" für zugelassen durch FDA/USDA
- "K" für Kevlarzugstrang
- 108 Zähne x 10mm = 1080mm
- T10 = 10mm Teilung
- 50mm Riemenbreite

Standardbreiten	Zahnprofil					Breitentoleranzen			
						Riemenlänge von 450 bis 1525mm		Riemenlänge über 1525mm	
mm	T5	T10	T10-HF	WT10	T20	T5,T10,T10-HF, WT10	T20	T5,T10,T10-HF, WT10	T20
4	X					+0,5mm –0,75mm		+0,75mm –0,75mm	
6	X								
8	X								
10	X	X	X						
12	X	X	X			+0,75mm –0,75mm		+0,75mm –1,25mm	
16	X	X	X						
20	X	X	X						
25	X	X	X		X		+2,0mm –2,0mm		+4,8mm –4,8mm
32	X	X	X		X	+0,75mm –1,27mm		+1,27mm –1,52mm	
50	X	X	X		X				
75	X	X	X		X	+1,52mm –1,52mm		+1,52mm –2,0mm	
100	X	X	X		X				
150		X	X	X		+1.52mm -2.5mm		+1.52mm -3.18mm	
225				X					
300				X		+1.52mm -3.18mm		+1.52mm -3.18mm	
380				X					
450				X					

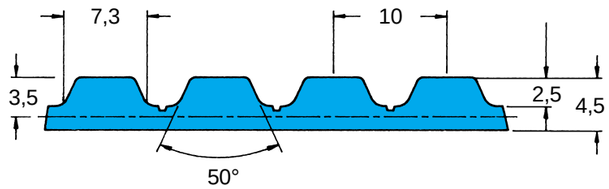
Zwischenbreiten auf Anfrage. Rollenlängen ±1%. Rollenlängen von Riemen mit Nylongewebe nach Absprache mit dem Hersteller.

ZAHNRIEMEN METRISCHE TEILUNG, AT-ZAHNPROFIL

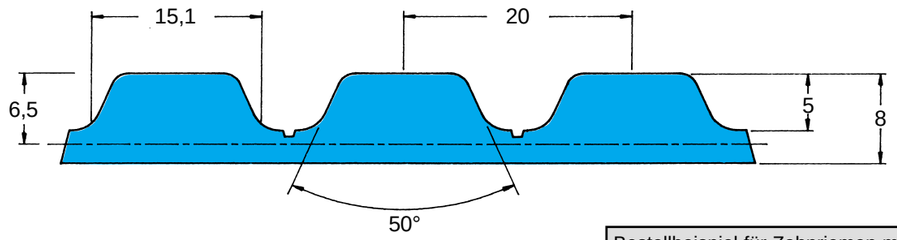
AT5 und **ATL5**
Teilung 5mm



AT10 und **ATL10**
Teilung 10mm



AT20
Teilung 20mm



Zahnprofil		AT5	ATL5	AT10	ATL10	AT20
Mindestriemen-länge endlos verschweißt	mm	450	450	600	600	1000
Standard-rollenlänge	m	50 oder 100	50 oder 100	50 oder 100	50 oder 100	30 oder 50

Bestellbeispiel für Zahnriemen mit AT-Zahnprofil

50 AT10/ 1080 ( ) ( )

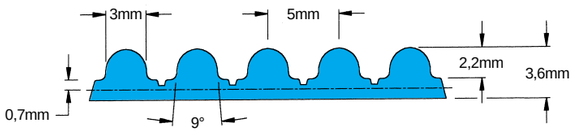
- "NT" für Nylongewebe auf Zahnseite
- "NB" für Nylongewebe auf Riemenrücken
- "NTB" für Nylongewebe auf Zahnseite und Riemenrücken
- "HB" für verstärkten Rücken
- "FDA" für zugelassen durch FDA/USDA
- "K" für Kevlarzugstrang
- 108 Zähne x 10mm = 1080mm
- AT10 = 10mm Teilung
- 50mm Riemenbreite

Standardbreiten	Zahnprofil			Breitentoleranzen			
				Riemenlänge von 890 bis 1525mm		Riemenlänge über 1525mm	
mm	AT5	AT10	AT20	AT5, AT10	AT20	AT5, AT10	AT20
4	X			+0,5mm –0,75mm		+0,75mm –0,75mm	
6	X						
8	X						
10	X	X					
12	X	X		+0,75mm –0,75mm		+0,75mm –1,25mm	
16	X	X					
20	X	X					
25	X	X	X				
32	X	X	X	+0,75mm –1,27mm	+2,0mm –2,0mm	+1,27mm –1,52mm	+4,8mm –4,8mm
50	X	X	X				
75	X	X	X	+1,52mm –1,52mm		+1,52mm –2,0mm	
100	X	X	X				
150		X	X				

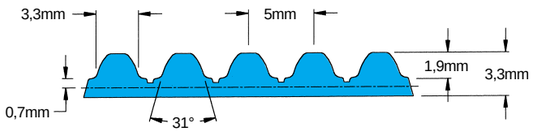
Zwischenbreiten auf Anfrage. Rollenlängen ±1%. Rollenlängen von Riemen mit Nylongewebe nach Absprache mit dem Hersteller.

ZAHNRIEMEN TEILUNG HTD UND STD

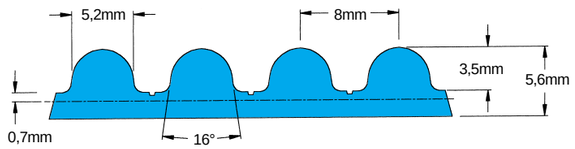
HTD 5 Teilung 5mm



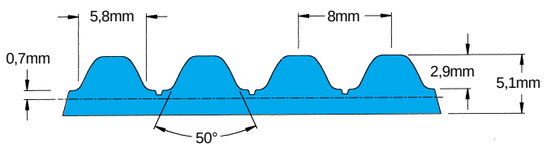
STD 5 Teilung 5mm



HTD 8 Teilung 8mm



STD 8 Teilung 8mm



Zahnprofil		HTD 5	HTD 8	STD 5	STD 8
Mindestriemen-länge endlos verschweißt	mm	760	792	760	792
Standard-rollenlänge	m	50 oder 100			

Bestellbeispiel für Zahnriemen mit AT-Zahnprofil

1080 HTD5M 50 ( ) ( )

- “NT” für Nylongewebe auf Zahnseite
- “NB” für Nylongewebe auf Riemenrücken
- “NTB” für Nylongewebe auf Zahnseite und Riemenrücken
- “HB” für verstärkten Rücken
- “FDA” für zugelassen durch FDA/USDA
- “K” für Kevlarzugstrang
- 50mm Riemen breite
- HTD 5M = 5mm Teilung
- 216 Zahne x 5mm = 1080mm

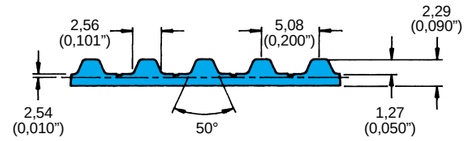
Standardbreiten	Zahnprofil				Breitentoleranzen	
					Riemenlänge von 890 bis 1525mm	Riemenlänge über 1525mm
mm	HTD 5	HTD 8	STD 5	STD 8	HTD 5, HTD 8, STD 5, STD 8	HTD 5, HTD 8, STD 5, STD 8
5	X		X		+0,5mm –0,75mm	+0,75mm –0,75mm
10	X	X	X	X		
15	X	X	X	X	+0,75mm –0,75mm	+0,75mm –1,27mm
20		X		X		
25	X	X	X	X		
30		X		X	+1,75mm –1,27mm	+1,27mm –1,52mm
50	X	X	X	X		
85		X		X	+1,52mm –1,52mm	+1,52mm –2,0mm
100		X		X		

Zwischenbreiten auf Anfrage. Rollenlängen ±1%. Rollenlängen von Riemen mit Nylongewebe nach Absprache mit dem Hersteller.

ZAHNRIEMEN ZOLL-TEILUNG

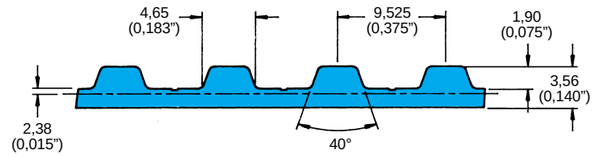
XL–Zahnprofil

Teilung 5,08mm (0,200”)



L–Zahnprofil

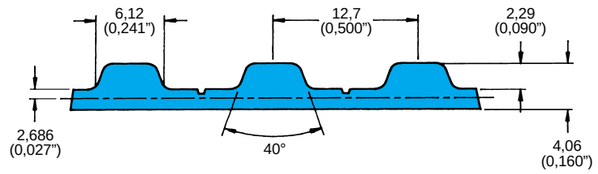
Teilung 9,525mm (0,375”)



H–Zahnprofil

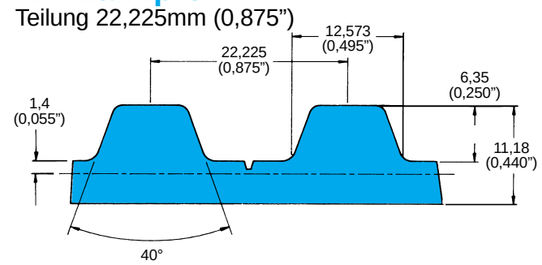
WH (Riemenbreite von 150mm bis 450mm)

Teilung 12,7mm (0,500”)



XH–Zahnprofil

Teilung 22,225mm (0,875”)



Zahnprofil		XL	L	H	H-HF	WH	XH
Mindestriemen-länge endlos verschweißt	Zoll	17	17	18	18	30	42
	mm	432	432	457	457	762	1067
Standard-rollenlänge	Fuß	200	200	200	200	200	100
	m	61	61	61	61	61	30

Bestellbeispiel für Zahnriemen mit Zoll-Teilung

600 H 200 ( ) ( )

- “NT” für Nylongewebe auf Zahnseite
- “NB” für Nylongewebe auf Riemenrücken
- “NTB” für Nylongewebe auf Zahnseite und Riemenrücken
- “HB” für verstärkten Rücken
- “FDA” für zugelassen durch FDA/USDA
- “K” für Kevlarzugstrang
- 2,0 Zoll x 100 = 200
- H = 0,5 Zoll Teilung
- 120 Zähne x 0,5 Zoll = 60 Zoll x 10 = 600

Standardbreiten			Zahnprofil					Breitentoleranz			
								Riemenlänge bis 60 Zoll (1524mm)		Riemenlänge über 60 Zoll (1524mm)	
Code	Zoll	mm	XL	L	H	WH	XH	XL, L, H, H-XW	XH	XL, L, H	XH
025	1/4	6,35	X					+0,02" +0,5mm –0,03" –0,8mm		+0,03" +0,8mm –0,05" –1,3mm	
031	5/16	7,94	X								
037	3/8	9,53	X	X	X						
050	1/2	12,7	X	X	X		X	+0,03" +0,8mm –0,03" –0,8mm	+.080" +2mm –.080" –2mm	+0,03" +0,8mm –0,05" –1,3mm	+0,19" +4,8mm –0,19" –4,8mm
075	3/4	19,05	X	X	X		X				
100	1	25,4	X	X	X		X				
150	1 1/2	38,1	X	X	X		X	+0,03" +0,8mm –0,03" –0,8mm		+0,05" +1,3mm –0,06" –1,5mm	
200	2	50,8	X	X	X		X				
300	3	76,2		X	X		X	+0,06" +1,5mm –0,06" –1,5mm		+0,06" +1,5mm –0,08" –2mm	
400	4	101,6		X	X		X				
600	6	152,4			X	X	X	+0,06" +1,5mm –0,10" –2,5mm		+0,06 +1,5mm –0,12" –3,1mm	
900	9	228,6				X					
1200	12	304,8				X		+0,06" +1,5mm –0,125" –3,2mm		+0,06" +1,5mm –0,125" –3,2mm	
1500	15	381				X					
1800	18	457,2				X					

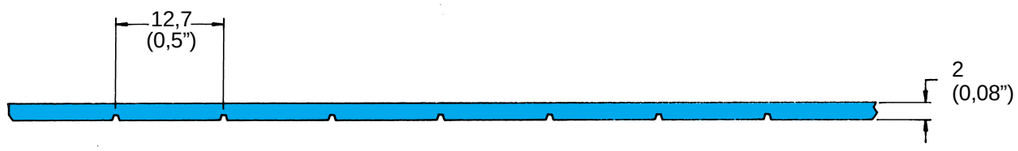
Zwischenbreiten auf Anfrage. Rollenlängen ±1%. Rollenlängen von Riemen mit Nylongewebe nach Absprache mit dem Hersteller.

FLACHRIEMEN

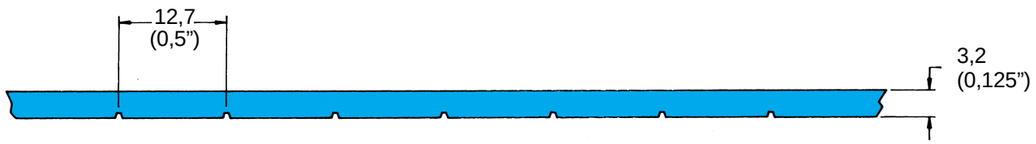
Flachriemen aus Polyurethan mit Zugsträngen

Mit Zugsträngen aus Stahl oder Kevlar; als Meterware oder in endloser (geschweißter) Ausführung lieferbar. Von der Norm abweichende Dicken werden auf Anfrage gefertigt.

F-8 (2 mm dick). Lieferbar in Breiten von 10 mm bis 100 mm



F-12 (3,2 mm dick). Lieferbar in Breiten von 10 mm bis 100 mm



Flachriemen aus Polyurethan ohne Zugstränge

Wählen Sie eine Polyurethanhärte von 85 oder 92 Shore A

F-8U (2 mm dick). Lieferbar in Breiten von 10 mm bis 100 mm

F-12U (3,2 mm dick). Lieferbar in Breiten von 10 mm bis 100 mm

Type		F8, F12
Mindestriemen-länge endlos verschweißt	mm	870
Standard-rollenlänge	m	50 oder 100

Bestellbeispiel für Flachriemen

600 F-12 200 ( )

- “FDA” für zugelassen durch FDA/USDA
- “K” für Kevlarzugstrang
- 2,0 Zoll x 100 = 200 (Breite 2 Zoll)
- F-12 (= Dicke 3,2 mm)
- 120 Teilungen x 0,5” = 60 Zoll x 10 = 600 (Länge 60 Zoll)

EXTRA BREITE ZAHNRIEMEN

Vollkommen neue Anwendungsmöglichkeiten mit

Riemen bis zu 450 mm Breite

Mectrol ist der alleinige Hersteller dieses neuen Produkts, das dem präzisen synchronen Fördern eine Vielzahl von neuen Anwendungsmöglichkeiten eröffnet.

Der neue extra breite Zahnriemen ist ideal für Fördergut breiter als 150 mm—die vormals industrieweite Maximalbreite.

Mectrol’s extra breite Zahnriemen—Bezeichnung WH und WT10—bieten gegenüber anderen Förderelementen folgende Vorteile:

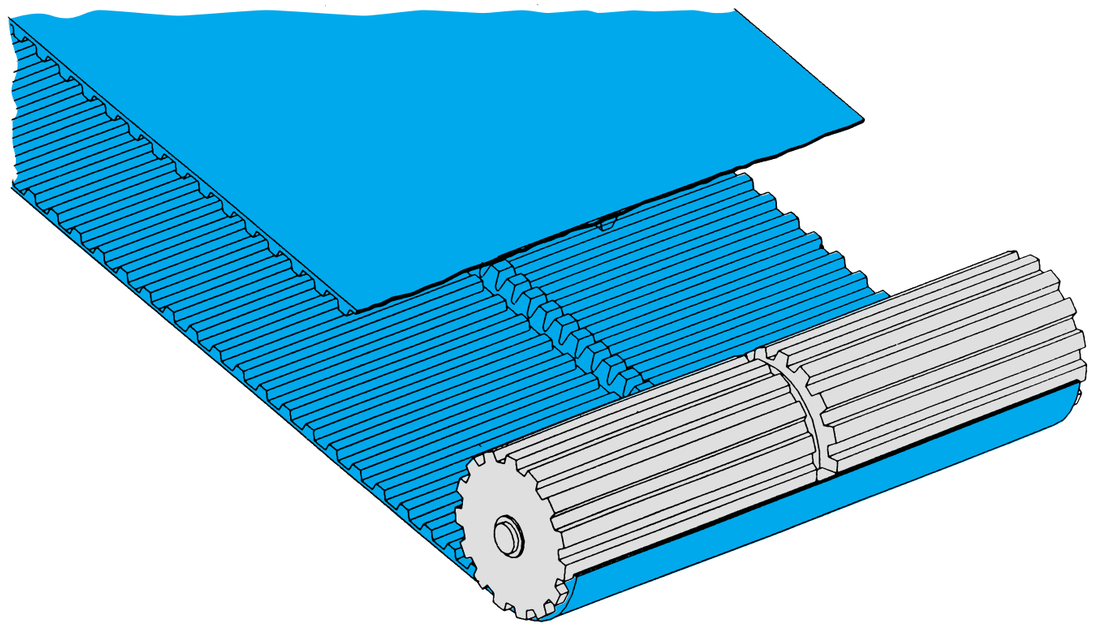
- ☐ synchrone Bewegungsübertragung (kein Schlupf wie bei Flachriemen),
- ☐ sind kostengünstig und erfordern keinerlei oder nur geringe Wartung,
- ☐ geräuscharmer Lauf. Weichere Handhabung des Fördergutes im Vergleich zu Kettentrieben.

Bei der Auslegung von Antrieben mit extra breiten Zahnriemen können die auf Seiten 24-34 dargestellten Berechnungsunterlagen Verwendung finden. Zu berücksichtigen ist die geringere zulässige Zugkraft des WH und WT10 Riemens im Vergleich zu den Standard H und T10 Riemen.

Konstruktive Gesichtspunkte

Riemenführung—In der Regel werden Zahnscheiben mit Bordscheiben zur Führung verwendet. Bei Achsabständen größer als der zehnfache Scheibendurchmesser oder kleiner als die Riemenbreite kann eine Keilführung erforderlich sein.

Perforation—Bei Riemenperforationen werden Zugstränge unterbrochen was die Zugfestigkeit des Riemens verringert. In manchen Fällen ist es möglich, die Zugstränge bei der Herstellung des Riemens so zu positionieren, daß sie außerhalb des gelochten Bereichs liegen. Wenden Sie sich diesbezüglich bitte an einen unserer Anwendungsingenieure.



TECHNISCHE DATEN

Verwenden Sie diese Tabelle zur Bestimmung der notwendigen Riemenwerte

Tabelle 1

ZAHNPROFIL				XL	L	H	H-HF	WH	XH	T5	AT5	ATL5	T10	T10-HF	WT10	AT10	ATL10	T20	AT20	HTD5M	HTD8M	STD5M	STD8M	F8	F12
Riementeilung			mm	5,08	9,525	12,7	12,7	12,7	22,225	5	5	5	10	10	10	10	10	20	20	5	8	5	8	-	-
Bruchkraft pro 25 mm Riemenbreite	Zugstrang Stahl		N/25 mm	3250	5965	6675	10235	-	13435	3250	6450	10235	6675	10235	-	13435	22955	13435	22955	10395	13650	10395	13650	6675	6675
	Zugstrang Kevlar		N/25 mm	6095	9520	8145	-	3695	-	6095	-	-	8145	-	3695	-	-	-	-	-	-	-	-	8145	8145
Zulässige Lasttrumkraft (F_{1zul}) pro 25 mm Riemenbreite *	Stahl & Kevlar	offen	N/25 mm	825	1495	1670	2560	-	3360	825	1625	2560	1670	2560	-	3360	5740	3360	5740	2500	3110	2500	3110	1670	1670
		verschweißt	N/25 mm	625	890	1090	1290	515	1695	625	1005	-	1090	1290	515	1695	-	1695	2870	1310	1715	1310	1715	1090	1090
Zulässige Umfangskraft F_u (mehr als 15 Zähne im Eingriff)	offen		N/25 mm	790	1580	1930	1930	-	3855	880	1270	1270	1665	1665	-	2565	2565	3135	5345	1040	1715	985	1580	-	-
	verschweißt		N/25 mm	595	1185	1445	1445	1445	2890	660	965	-	1250	1250	1250	1930	-	2345	4010	770	1230	725	1175	-	-
Spezifische Riemenmasse m_{rsp}	Zugstrang Stahl		kg/m²	2,10	3,50	3,90	4,20	-	10,50	2,15	3,30	3,60	4,305	4,65	-	5,50	5,60	7,35	9,95	3,83	5,0	3,78	4,45	3,10	4,50
	Zugstrang Kevlar		kg/m²	1,90	3,00	3,30	-	3,25	-	2,00	-	-	3,80	-	3,75	-	-	-	-	-	-	-	-	2,50	3,85
Spezifische Riemensteifigkeit c_{sp}	Zugstrang Stahl		N/mm	8400	16255	15755	23400	-	37400	8400	17600	23400	15750	23400	-	37410	58600	37400	58600	23400	37400	23400	37400	15750	15750
	Zugstrang Kevlar		N/mm	9155	12605	10635	-	-	-	9155	-	-	10630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10630	10630
minimal zulässige Scheibenzähnezahl z_{min}				10	10	14	12	14	18	10	12	10	12	12	14	15	25	15	18	10	19	10	19	50mm	50mm
Mindestdurchmesser für Spannscheibe auf Riemenrücken mm				30	60	80	60	80	150	30	60	60	60	60	80	120	150	120	180	60	120	60	120	80	80
FDA / USDA Prüfung vorhanden, *(FDA/USDA Material ist 85 Shore A)*				ja	ja	ja	-	ja	-	ja	-	-	ja	-	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	ja	ja
Standardfarben (D=durchsichtig, W=weiß)				D	D	D	D	D	D	D	W	W	D	D	D	W	W	D	W	W	W	W	W	D	D
Temperaturbereich				-30C bis +80C																					
Härte				92 Shore A																					
Reibkoeffizient	Urethan gegen Stahl (trocken)			0,5 bis 0,7																					
	Urethan gegen PE-UHMW (trocken)			0,2 bis 0,4																					
	Nylon gegen Stahl (trocken)			0,2 bis 0,4																					
	Nylon gegen PE-UHMW (trocken)			0,1 bis 0,3																					

* Sicherheit gegen Gewaltbruch >4

Erklärung der technischen Bezeichnungen:

zulässige Lasttrumkraft: zulässige Zugbelastung des Riemens (abhängig von den Zugsträngen) seihe.

zulässige Umfangskraft: Kraft, welche die eingreifenden Zähne übertragen können siehe S22.

Spezifische Riemensteifigkeit: Die Steifigkeit eines 1mm breiten und 1mm langen Zahnriemens siehe S26.

Alle Riemen sind mit Nylongewebe auf Zahn- und/oder Rückenseite lieferbar.

Bestellbezeichnung:

"NT" für Nylongewebe auf Zahnseite (Nylon Teeth)

"NB" für Nylongewebe auf Riemenrücken (Nylon Back)

"NTB" für Nylongewebe auf Zahnseite & Riemenrücken (Nylon Teeth & Back)

T10-HF und H-HF sind Riemen mit hochflexiblen Zugsträngen

WH Riemen sind breiter als 6 Zoll (152,4 mm)

WT10 Riemen sind breiter als 150 mm

Riemen mit speziellen Längentoleranzen auf Anfrage

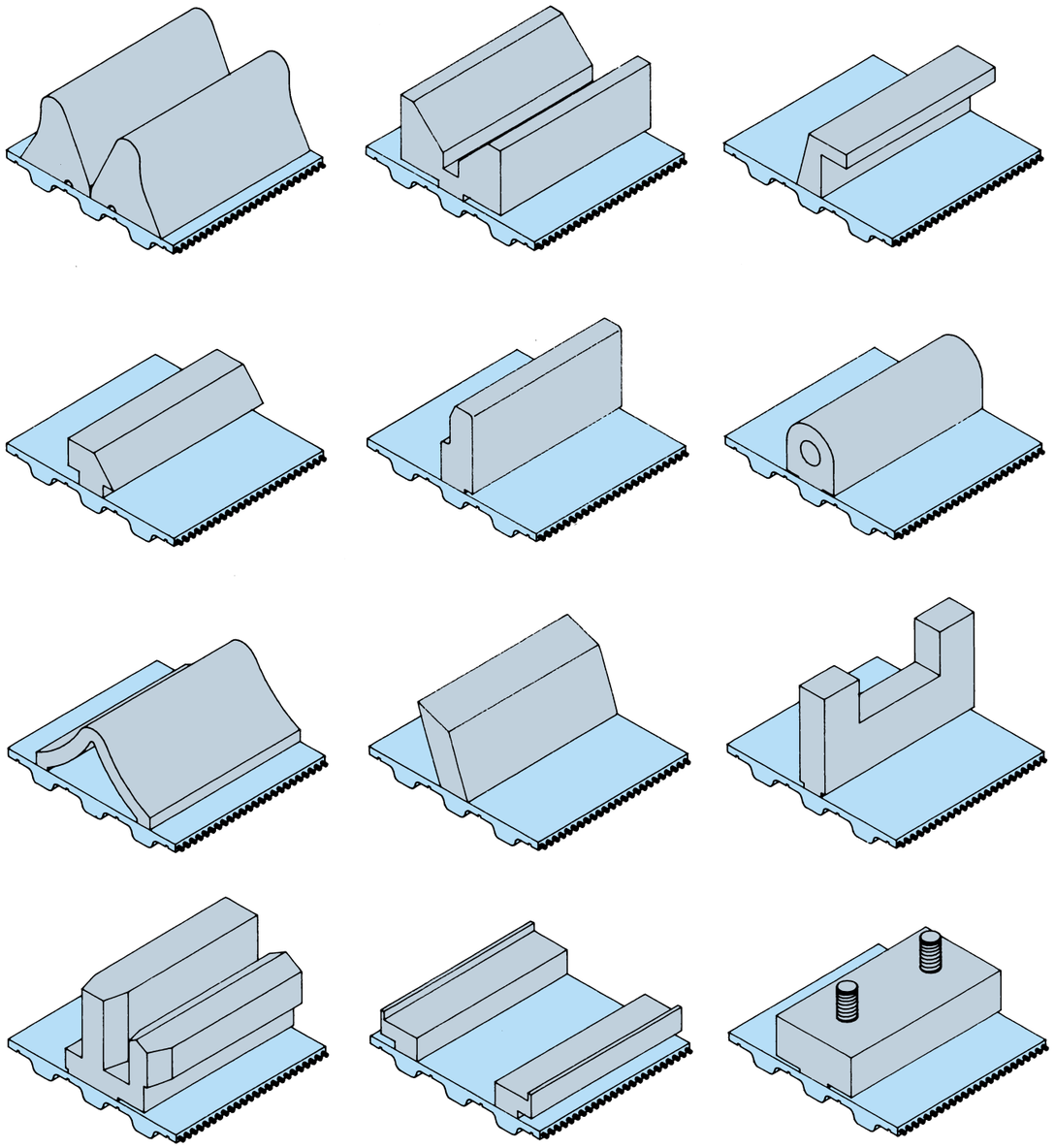
Riemen für Linearantriebe mit minus Längentoleranzen auf Anfrage

Andere Farben auf Anfrage

PROFILE

Profile aus Polyurethan erfüllen eine Vielzahl von Funktionen.

Sie werden als Träger, Mitnehmer, Schaltnocken u.s.w. eingesetzt



Mectrol-Zahnriemen können für spezielle Einsatzzwecke kundenspezifisch mit verschiedenen Profilen versehen werden.

Aufgeschweißte Profile werden zum Tragen, Schieben und Beschleunigen der geförderten Teile verwendet. Die Profile werden aus demselben hochwertigen Polyurethan gefertigt, wie der Zahnriemen selbst. Nach dem thermischen Verschweißen sind sie ein integraler Bestandteil des Riemens.

Zahnriemen mit Profilen sind ideal für Montageanlagen, Verpackungsmaschinen und andere automatisierte Systeme.

Eine große Auswahl von unterschiedlichen Profilen aus Mectrol's umfangreichem Bestand an Profilgußformen stehen Ihnen zur Verfügung. Unsere Anwendungsingenieure werden Ihnen bei dem Entwurf eines Profils, das Ihren spezifischen Anforderungen gerecht wird, behilflich sein. Sonderausführungen sind auch bei kleinen Stückzahlen wirtschaftlich realisierbar.

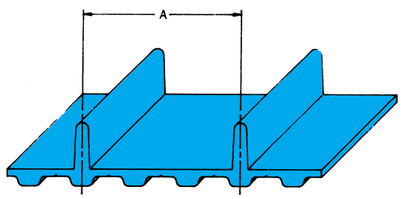
Zahnriemen mit Profilen aus Polyurethan bieten mehrere Vorteile:

- ☐ sanfte Handhabung der Produkte, keine ruckartigen Bewegungen — Zahnriemen sind Ketten in dieser Beziehung weit überlegen,
- ☐ präzises Takten, Positionieren, Vereinzeln und Synchronfördern durch genaue Positionierung der Profile auf dem Zahnriemen — dies ist mit Flachriemen nicht möglich,
- ☐ völlige konstruktive Freiheit — praktisch jedes erdenkliche Profil ist herstellbar.

Obwohl nahezu jede Profilform denkbar ist, sollte man sich beim Entwurf eines Zahnriemens mit aufgeschweißten Profilen an folgende Richtlinien halten:

1. Profilabstand

Die Abstände zwischen den Profilen sollten ein Vielfaches der Riementeilung betragen, um den Summenfehler von Profilteilung zu Zahnteilung zu eliminieren und minimale Toleranzen für den Profilabstand zu erzielen. Die Profilabstände können auch unabhängig von der Riementeilung sein. Dabei müssen jedoch etwas grössere Lagetoleranzen in Kauf genommen werden.



POSITIONSTOLERANZEN FÜR PROFILE IN MM		
Nennmaß A in mm	über Zahn	über Zahnlücke
5≤A<25	±0,4	±0,5
25≤A<230	±0,5	±0,6
230≤A<450	±0,6	±0,8
450≤A<680	±0,8	±0,9
680≤A<900	±0,9	±1

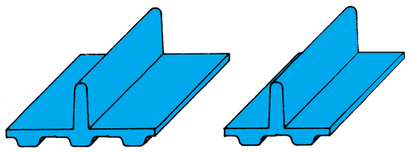
Für Nennmaße größer als 900 mm ±0,05mm pro 100mm addieren.
Engere Toleranzen sind möglich. Bitte wenden Sie sich an unsere technische Beratung.

PROFILE FORTSETZUNG

2. Profilabmessungen

Das Wichtigste beim Entwurf eines Profils ist die Profilfußbreite und die Lage des Profils auf dem Riemen, weil man dadurch die Biegewilligkeit des Riemens maßgeblich beeinträchtigen kann. Da die Biegefähigkeit von Zahnriemen hauptsächlich im Bereich der Zahnlücke liegt, erhält man maximale Flexibilität, wenn das Profil über dem Zahn angebracht wird.

Die Profilfußbreite sollte nach Möglichkeit die Breite des Riemenzahnprofils nicht überschreiten (s. Punkt 4). Mit dem Erhöhen der Profilfußbreite muß der minimale Scheibendurchmesser gemäß den nachfolgenden Tabellen vergrößert werden.



über Zahn über Zahnlücke

Die Toleranzen des Profils für Höhe, Breite, Länge u.s.w. betragen ±0,12 mm. Die Höhentoleranz des aufgeschweißten Profils beträgt +0,25 bis -0,5mm, bedingt durch das Schmelzen von Profil und Riemen an der Schweißstelle.

Engere Toleranzen können mit zusätzlichem Aufwand erreicht werden. Bitte wenden Sie sich an unsere Anwendungsingenieure.

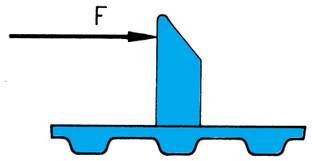
ZAHNRIEMEN MIT PROFILEN ÜBER DEN RIEMENZÄHNEN MINDESTZÄHNEZAHL FÜR ZAHNSCHEIBEN										
Profilfußbreite in mm	1.6	3	5	6	8	10	11	13	16	19
Pitch XL	10	10	18	25	40	50	60	100		
L	12	12	12	18	30	40	50	60	100	
H	14	14	14	14	18	25	35	45	80	100
XH	18	18	18	18	18	18	18	20	35	50
T5 & AT5	12	12	18	25	40	50	60	100		
T10 & AT10	14	14	14	14	18	25	35	45	80	100
T20 & AT20	18	18	18	18	18	18	18	20	35	50
HTD 5 & STD 5	12	12	16	25	40	50	60	100		
HTD 8 & STD 8	14	14	14	18	30	40	50	60	100	

ZAHNRIEMEN MIT PROFILEN ZWISCHEN DEN RIEMENZÄHNEN MINDESTZÄHNEZAHL FÜR ZAHNSCHEIBEN										
Profilfußbreite in mm	1.6	3	5	6	8	10	11	13	16	19
Pitch XL	12	30	45	50	60	100				
L	12	20	40	45	55	60	70	80	100	
H	14	14	25	30	45	50	55	65	80	100
XH	18	18	20	30	40	45	50	54	58	60
T5 & AT5	12	30	45	50	60	100				
T10 & AT10	14	20	30	40	45	50	55	65	80	100
T20 & AT20	18	18	20	30	40	45	50	54	58	60
HTD 5 & STD 5	14	30	45	50	60	100				
HTD 8 & STD 8	14	20	40	45	55	60	70	80	100	

3. Profilfestigkeit

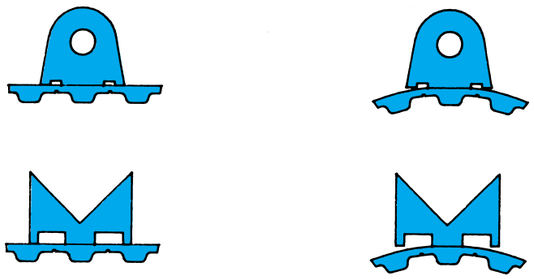
Die Formsteifigkeit der Profile wird von der Art und Richtung der angreifenden Kraft beeinflußt. Bei Überlastung verbiegen oder verformen sich die Profile bzw. der Riemen; weniger häufig kommt es zu Abreißerscheinungen.

Die Profilfestigkeit hängt an erster Stelle von der geschweißten Profilfußbreite ab.



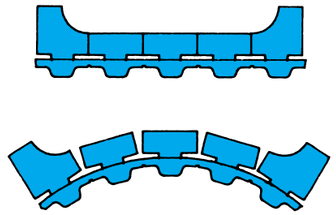
4. Profile mit großer Breite, Profile mit Aussparungen

Profile, die große Kräfte aufnehmen, wie z.B. Schiebenocken, und deshalb eine größere Abstützbreite erfordern, können mit *zwei oder mehreren* Füßen ausgeführt werden. Verschweißt wird nur der Fuß, der bei Profilbelastung den Zug aufnimmt. Somit wird die Flexibilität des Riemens über der Scheibe weniger beeinträchtigt.



5. Zusammengesetzte Profile

Sehr breite Profile werden aus einzelnen Segmenten zusammengesetzt, oder ihre Biegewilligkeit um die Scheiben durch Einschnitte vergrößert.

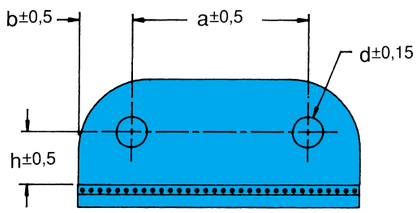


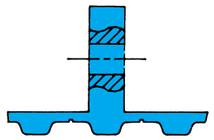
6. Profile mit Bohrungen

Profile mit Bohrungen werden für die Befestigung verschiedener Anbauteile verwendet. Die Bohrungen werden entweder vor dem Aufschweißen des Profils gebohrt oder bereits bei der Profilherstellung berücksichtigt. Die gewählte Methode ist abhängig von der Stückzahl und von den spezifischen Erfordernissen der Anwendung. Die Lagetoleranz der Bohrungen hängt davon ab, ob sie gebohrt oder eingegossen werden.

Die Höhentoleranz einer Bohrung von der Riemenoberfläche wird durch das Schmelzen des Profilfußes und der Riemenoberfläche bedingt.

Die erreichbaren Toleranzen sind dem Bild zu entnehmen. In Sonderfällen kann zu engeren Toleranzen gefertigt werden. Bitte richten Sie Ihre Anfragen an unsere Anwendungsabteilung.

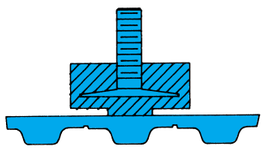




PROFILE FORTSETZUNG

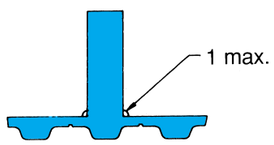
7. Profile mit Eingußteilen

Profile können auch mit eingegossenen metallischen Teilen hergestellt werden. Zahnriemen mit solchen Profilen ersetzen vielfach Ketten mit Mitnehmern. Die Eingußteile werden entweder von Mectrol mitgeliefert oder vom Kunden beigestellt.



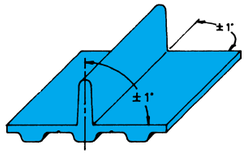
8. Schweißwulst

Beim Schweißen des Profils bildet sich ein Schweißwulst aus Polyurethan zwischen Profilunterkante und Riemenoberfläche. Dieser kann auf Kundenwunsch beseitigt werden.



9. Rechtwinkligkeit

Die Winkelgenauigkeit vertikal aufgeschweißter Profile beträgt ≤1°.



10. Bestellung

Im Bestellfall wird empfohlen, eine Zeichnung oder Skizze des Riemens mit dem gewünschtem Profil bereitzustellen. Als Konstruktionshilfe sind von unserer Anwendungsabteilung Zeichnungsvorlagen erhältlich. Vor Fertigungsbeginn legt Mectrol dem Kunden eine Ausführungszeichnung mit den endgültigen Dimensionen zur Bestätigung vor. Die Nummer dieser Zeichnung sollte als Referenz für zukünftige Bestellungen Verwendung finden.

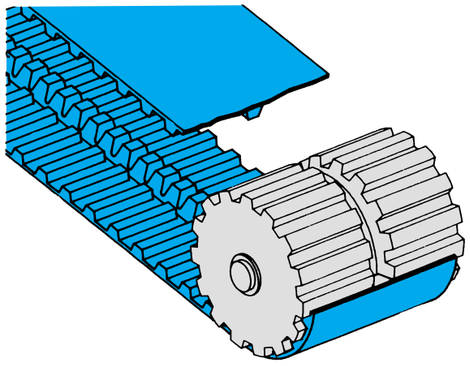
SPURZAHNRIEMEN

Eine verzahnte Keilführung gewährleistet hohe Flexibilität

Spurzahnriemen sind Mectrol Standard Zahnriemen mit einer zahnseitig aufgeschweißten Polyurethan-Keilführung. Zur maximalen Flexibilität wird die Keilführung mit Aussparungen versehen.

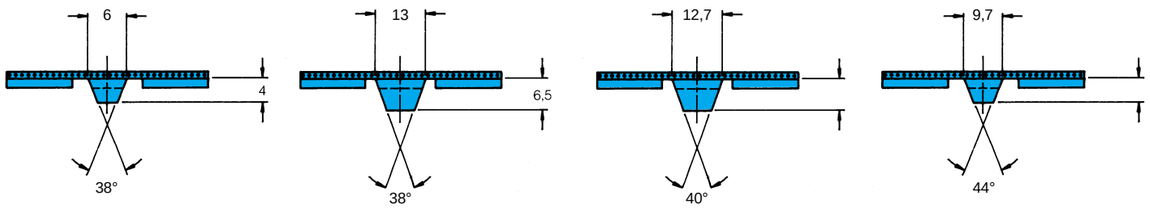
Spurzahnriemen sind ideal für:

- ☐ Förderer bei denen Bordscheiben mit dem Transportgut in Berührung kommen könnten,
- ☐ Anwendungen bei denen Querkräfte beim Auf- und Abladen des Transportgutes entstehen können,
- ☐ Förderer mit großem Achsabstand bei denen eine genaue Führung erforderlich ist,
- ☐ Anwendungen in welchen der Zahnriemen hochkant läuft.

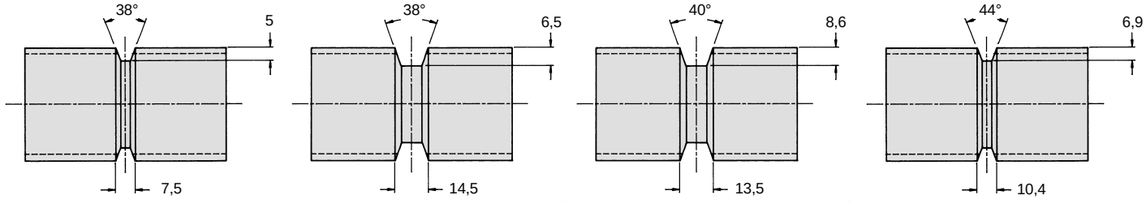


PROFIL–K6	PROFIL–K13	PROFIL–A	PROFIL–O

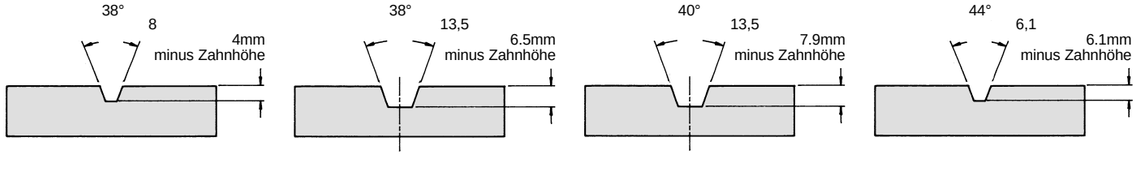
Riemen



Scheiben

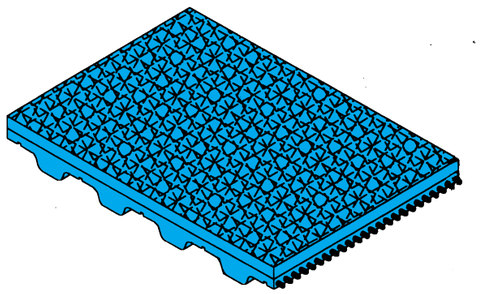


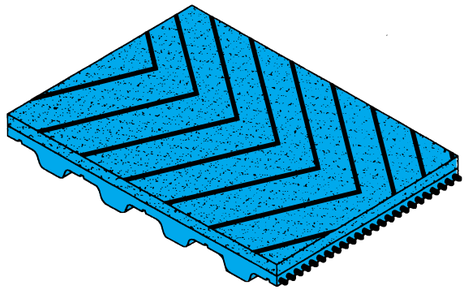
Führungsschienen



BESCHICHTUNGEN

erfüllen verschiedenste Aufgaben





Viele Anwendungen verlangen Riemen mit speziellen Oberflächeneigenschaften. Eine breite Auswahl von co-extrudierten oder nachträglich aufgebrachten Beschichtungen stehen zur Verfügung.

- ☐ Bereits bei der Zahnriemenherstellung können Zahnseite und/oder Rückenseite mit speziellem ***Nylongewebe*** beschichtet werden. Diese reduziert die Reibung z.B. bei Gleitschienen oder bei Stauförderern.
- ☐ Rückenbeschichtungen mit erhöhten Reibeigenschaften
- ☐ eine Vielfalt von Beschichtungen zur Dämpfung
- ☐ Strukturierte öl- und wasserabweisende Beschichtungen
- ☐ Coatings: Zahnriemen werden auch in verschiedenen Fällen speziellen Oberflächenbehandlungen unterzogen, um bestimmte Eigenschaften zu erzielen. Die häufigste davon ist die ***antistatische Oberfläche*** für Oberflächenwiderstand von 105 Ohm/square

Die gebräuchlichsten nachträglich aufgebrachten Rückenbeschichtungen können in folgende Gruppen aufgeteilt werden:

Polyurethanrückenbeschichtungen:

PU-Folien:

- ☐ durchschnittlich bis gute Widerstandfähigkeit gegen Abrasion
- ☐ durchschnittlich bis gute Resistenz gegen mechanische Beanspruchung
- ☐ gute Beständigkeit gegen Chemikalien, Lösungsmittel und öl- und Fette
- ☐ mittel bis sehr adhäsiv
- ☐ unterschiedliche Härte von 60 bis 92°ShoreA
- ☐ Temperaturbereich -30 bis +80°C
- ☐ Dicke von 0,5 bis 4mm

PU-Schäume:

- ☐ sind kompressibel bei gleichzeitig guter Abriebfestigkeit - dämpfende Wirkung
- ☐ unterschiedliche Zellstrukturen offen bis feinporig
- ☐ unterschiedliche Härte von 40 bis 60°ShoreA
- ☐ Temperaturbereich -15 bis +70°C

PVC-Rückenbeschichtungen

- ☐ gute Beständigkeit gegen Säuren und Chemikalien
- ☐ gute Witterungsbeständigkeit
- ☐ sehr adhäsiv
- ☐ Härte zwischen 40 bis 80°ShoreA verfügbar
- ☐ Temperatureinsatzbereich -10 bis +80°C
- ☐ auch mit FDA-Zulassung lieferbar
- ☐ entweder als glatte Folie oder
- ☐ mit unterschiedlichen Oberflächenstrukturen wie

  Supergrip
  Noppen
  Fischgrät
  Sägezahn, etc.

Rückenbeschichtungen aus Kautschukprodukten

- ☐ gute Beständigkeit gegen Ozone, Temperatur- und Witterungseinflüsse
- ☐ sehr adhäsiv
- ☐ verschiedene Härten verfügbar
- ☐ kälteflexibel
- ☐ gute Abriebfestigkeit
- ☐ Temperatureinsatzbereich -50 bis +150°C
- ☐ als glatte Beschichtungen wie z. Bsp. Linatex oder
- ☐ als poriger Zellkautschuk mit dämpfenden Eigenschaften.

Sonder Beschichtungen

aus verschiedensten Werkstoffen sind jederzeit möglich. Unterschiedlichste Oberflächenstrukturen werden durch verschiedenste Bearbeitungsmethoden erzielt.

BESCHICHTUNGEN

Fortsetzung

Polyurethanrückenbeschichtungen:

Zahnriemenbeschichtungen aus Polyurethan haben generell:

- eine durchschnittlich bis gute Widerstandfähigkeit gegen Abrasion
- eine durchschnittlich bis gute Resistenz gegen mechanische Beanspruchung
- eine gute Beständigkeit gegen Chemikalien, Lösungsmittel und Öl- und Fette

	Riemen extra dick extrudiert	PU - Folien extrudiert	PU - Folie gegossen
Härte [ShoreA]	92, 85	85, 80, 70	90 bis 50 alle 5 °
Temperaturbereich	-30 bis +80°C	-30 bis +80°C	-30 bis +80°C
Eigenschaften	• sehr verschleißfest • hohe Festigkeit • wenig adhäsiv	• wird aufgeschweißt • verschleißfest • hohe Festigkeit • mittel bis sehr adhäsiv	• wird aufgeklebt • verschleißfest • hohe Festigkeit • mittel bis sehr adhäsiv
Anwendungsbereich	• Steinzeugindustrie • Schwertransport.	• Holzindustrie • Flachglasind.	• Holzindustrie

Rückenbeschichtungen aus PU-Schäumen:

Beschichtungen aus PU - Schäumen haben generell:

- eine gute Beständigkeit gegen Chemikalien, Lösungsmittel und Öl- und Fette
- einen guten Reibwert bei Naßtransport

	PU – Schaum geschlossenporig	PU – Schaum offenporig	PU - Schaum
Härte [ShoreA]	55	40	
Dichte [kg/m≤]			160 - 650
Temperaturbereich	-15 bis +70°C	-15 bis +70°C	-15 bis +70°C
Eigenschaften	• abriebfest • feinporige Struktur	• abriebfest • kompressibel • offene Zellstruktur	• porige Struktur • unterschiedlich • kompressibel
Anwendungsbereich	• Papierindustrie • Folienindustrie • Etikettiermaschinen • Andrückriemen • Abzugsriemen	• Papierindustrie • Folienindustrie • Etikettiermaschinen • Andrückriemen • Verpackungs-maschinen	• Glasindustrie • Papierindustrie • Etikettiermaschinen • Andrückriemen • Verpackungs-maschinen

BESCHICHTUNGEN

Fortsetzung

PVC - Rückenbeschichtungen:

- gute Beständigkeit gegen Säuren und Chemikalien,
- gute Witterungsbeständigkeit
- sehr adhäsiv

	Supergrip	PVC blau	PVC weiß	Noppen, Fischgrät, Sägezahn
Härte [ShoreA]	40	65	80	40
Temperaturbereich	-10 bis +80°C	-10 bis +70°C	-10 bis +80°C	-10 bis +80°C
Eigenschaften	• elastische Mitnahme • selbstreinigend • Punktauflage	• glatte Struktur • sehr adhäsiv	• glatte Struktur • FDA-Zulassung • FDA-Zulassung	• verschiedene Strukturen
Anwendungsbereich	• Holzindustrie • Flachglasind. • Steinzeugind. • Schwertransport	• Papierindustrie • Folienindustrie • Etikettiermasch. • Andrückriemen • Abzugsriemen	• Papierindustrie • Folienindustrie • Etikettiermasch. • Andrückriemen • Verpackuns-maschinen	• Glasindustrie • Papierindustrie • Etikettiermasch. • Andrückriemen • Verpackuns-maschinen

Rückenbeschichtungen aus Kautschukprodukten:

- gute Beständigkeit gegen Ozone, Temperatur- und Witterungseinflüsse
- sehr adhäsiv

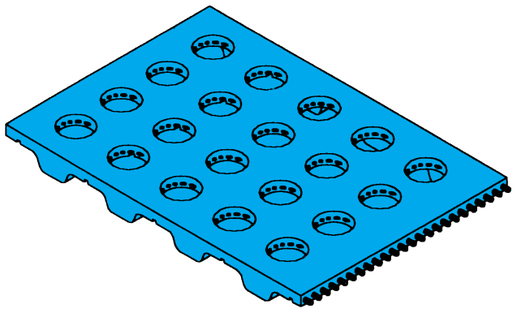
	Naturkautschuk	EPDM Kautschuk	Paragummi	Zellkautschuk
Härte [ShoreA]	37	70	45	
Dichte [kg/m≤]				165
Temperaturbereich	-15 bis +75°C	-50 bis +150°C	-40 bis 70°C	-15 bis +80°C
Eigenschaften	• rel. abriebfest • kälteflexibel	• stoßelastisch • kälteflexibel	• abriebfest • hohe Reifldehnung	• kompressibel • offenporig • geringe Abriebfestigkeit
Anwendungsbereich	• Kabelindustrie • Holzindustrie • Abzugsriemen • Kartonagenind. • Verpackuns-maschinen	• Flachglasind. • allgemeine Fördertechnik	• Kabelindustrie • Abzugsriemen • Verpackungs-maschinen	• Etikettiermasch. • Anrollriemen • Verpackuns-maschinen • Schrägförderung • Softverpackung

Spezial - Rückenbeschichtungen:

Neben den gebräuchlichsten einfach Beschichtungen sind jede Art von speziellen Beschichtungen möglich. Eine Besonderheit sind auch kombinierten Beschichtungen als Laminat.

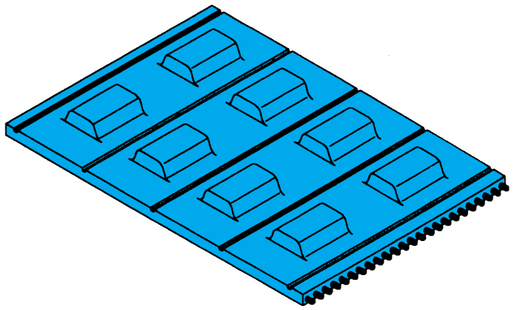
SPEZIALZAHNRIEMEN

Spezielle Rückenbeschichtungen für Sonderanwendungen



Perforierte Riemen

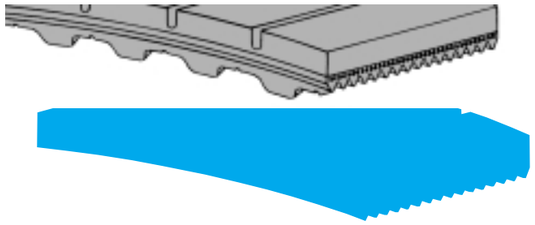
Zahnriemen können mit Löchern unterschiedlichster Form versehen werden um spezielle Teile beim Transport aufzunehmen bzw. zu halten, oder um Vakuum auf der Riemenoberfläche von Vakuumförderern zu erzeugen.



Bearbeitete Oberflächen

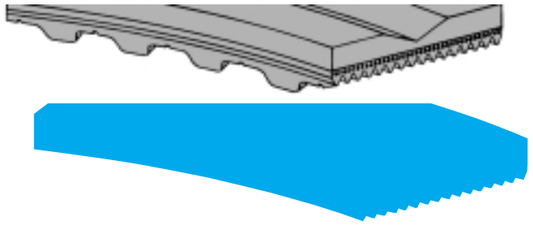
Enge Toleranzen oder besondere Oberflächenkonfigurationen können durch spezielle Schleifverfahren erzielt werden:

- ☐ Zuschleifen der Kanten auf enge Toleranzen,
- ☐ Zuschleifen der Riemenrücken auf enge Gesamtstärketoleranzen,
- ☐ Ausfräsen von Zähnen oder Nuten auf dem Riemenrücken in Riemenquerrichtung,



Bearbeitungen quer zum Zahnriemen

- ☐ „Sommern“ einfach zur Verbesserung der Flexibilität bei starken Rückenbeschichtungen.
- ☐ Quermuten bestimmter Form für besondere Transportaufgaben.
- ☐ Ausfräsen einzeiner Zähne



Bearbeitungen längs des Zahnriemens

- ☐ Ausfräsen einer Längsnut an der Zahnseite
- ☐ Bearbeitung des beschichteten oder verstärkten Riemenrückens.

ANLEITUNG ZUR RIEMENAUSLEGUNG

Dieser Abschnitt dient als einfaches, Hilfsmittel zur Auslegung und Wahl Ihrer Zahnriemen.

Das im Folgenden dargestellte vereinfachte schrittweise Auslegungsverfahren für Zahnriementriebe genügt für die Mehrzahl der Anwendungsfälle. Für eine ausführliche theoretische Betrachtung und detaillierte Konstruktionshinweise bitten wir Sie unser "Konstruktionshandbuch" anzufordern.

Viele Zahnriemen für Förderanlagen werden mit geringer Geschwindigkeit und unter geringer Belastung betrieben, womit sich eine komplizierte Berechnung erübrigt. Für diese niedrig belasteten Systeme bestimmen äußere Faktoren wie Abmessungen der Anlage, Grösse des Fördergutes, Förderlänge, bevorzugter Scheibendurchmesser usw. die Auswahl des Riemens. Die Riemenbreite ***b*** wird meistens durch die Abmessungen des transportierten Gutes bestimmt und es wird in der Regel die kleinste zur Verfügung stehende Riementeilung gewählt. Um günstige Betriebsverhältnisse zu gewährleisten, muß der Riemen mit einer nach folgender Gleichung ermittelten Kraft F_V vorgespannt werden:

Vorspannkraft

$$F_V \approx 0.3 \cdot b \cdot F_{1zul}$$

mit: F_{1zul} = zulässige Zugkraft in N pro 25 mm Riemenbreite (Tabelle 1)

b = Riemenbreite in mm

Für alle Anwendungsfälle mit relativ hohen Belastungen wird empfohlen, die Antriebe schrittweise wie folgt auszulegen:

Schritt 1: Ermittlung der Umfangskraft an der Antriebsscheibe

Die Umfangskraft F_U an der Antriebsscheibe ergibt sich aus der Summe aller am Riemen wirkenden Bewegungswiderstände. Die einzelnen Lastkomponenten werden nach eingehender Analyse der spezifischen Belastungsverhältnisse unter vertretbaren Annahmen und Vereinfachungen bestimmt. Im folgenden sind die bei Förder- und Linearantrieben mit Zahnriemen am häufigsten auftretenden Bewegungswiderstände dargestellt.

Förder- bzw. Transportriemen

Die Umfangskraft F_U muß hauptsächlich die folgenden Bewegungswiderstände überwinden:

1. Reibkraft F_R zwischen Riemen und Gleitschiene verursacht durch die Gewichtskomponente des Fördergutes senkrecht zur Förderrichtung

$$F_R = \mu \cdot m_{sp} \cdot g \cdot L_t \cdot \cos ß$$

mit: μ = Reibungskoeffizient znischen Riemen und Gleitschiene
m_{sp} = spezifische Masse des Fördergutes in kg/m
L_t = Länge in m
g = 9,81 m/s² (Erdbeschleunigung)
ß = Neigungswinkel

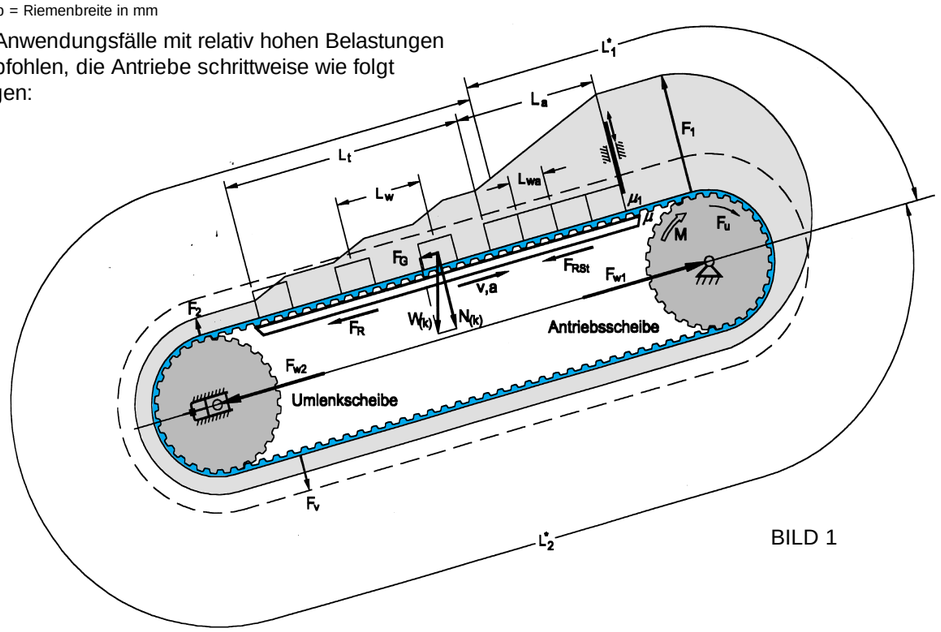


BILD 1

ANLEITUNG ZUR RIEMENAUSLEGUNG FORTSETZG.

2. Reibkraft F_{RSt} zwischen Riemen, Fördergut und Gleitschiene im Staubetrieb

$$F_{RSt} = (\mu + \mu_a) \cdot m_{spa} \cdot g \cdot L_a \cdot \cos ß$$

μ Reibungskoeffizient zwischen Riemen und Gleitschiene
μ_a ...Reibungskoeffizient zwischen Riemen und Fördergut
m_{spa} Stauförderlänge
L_a Stauförderlänge

3. Gewichtskomponente F_G des Förderguts parallel zur Förderrichtung

$$F_G = g \cdot \sin ß \cdot (m_{Sp} \cdot L_t \cdot m_{Spa} \cdot L_a)$$

4. Reibkraft F_{Rv} zwischen Riemen und Gleitschiene bei Vakuumförderern

$$F_{Rv} = \mu \cdot p \cdot A_v$$

mit: p....Vakuum in N/m²
A_v Fläche des Vakuums (m²]

Die obige Formel setzt eine gleichförmige Flächenpressung über die Riemenbreite und einen konstanten Reibbeiwert voraus. Für den ersten Auslegungsansatz wird empfohlen die Riemenbreite entsprechend den Abmessungen des Förderguts zu wählen.

5. Kraft um das Fördergut zu beschleunigen oder abzubremsen.

$$F_a = m \cdot a$$

6.Reibkraft F_{Rg} zwischen Riemen und Gleitführung aufgrund des Riemengewichts

$$F_{Rg} = \frac{\mu \cdot m_{rsp} \cdot g \cdot b \cdot (L_t + L_a) \cdot \cos ß}{1000}$$

mit: m_{rsp} = spezifische Riemenmasse in kg/m≤ (Tabelle 1)
b = Riemenbreite in mm

In den meisten Fällen ist F_{Rg} vernachlässigbar, andernfalls müssen Riemenbreite und -länge für einen ersten Auslegungsansatz geschätzt werden.

Somit läßt sich die Umfangskraft in Förderanlagen durch die folgende Gleichung ermitteln:

$$F_U = F_R + F_{RSt} + F_G + F_{Rv} + F_a + (F_{Rg}) + ...$$

Ob weitere Bewegungswiderstände, wie beispielsweise der Reibwiderstand von Umlenk- und Stützrollen, in die Berechnung einbezogen werden müssen, ist von Fall zu Fall zu entscheiden.

In Takt-Anwendungen sind gegebenenfalls auch Massenbeschleunigungskräfte zu beachten, wie im folgenden Abschnitt für Linearantriebe behandelt.

Linearantriebe

In Linearantrieben setzt sich die Umfangskraft F_U vorwiegend aus folgenden Komponenten zusammen:

1. Die Kraft F_a zur Beschleunigung des Linearschlittens:

$$F_a = m_s \cdot a \qquad a = \frac{v_1 - v_0}{t}$$

mit: a = mittlere Beschleunigung [m/s²]
m_s = Masse des Linearschlittens in kg
v_0 = Anfangsgeschwindigkeit in m/s
v_1 = Endgeschwindigkeit in m/s
t = Zeit zur Beschleunigung in s

2. Die Reibkraft F_R zwischen Linearführung und Schlitten wird anhand der Angaben der Hersteller von Linearführungen bestimmt oder experimentell ermittelt.

3. Äußere Nutzkraft F_N (falls vorhanden)

4. Gewichtskraft F_G (bei vertikal angeordneten Linearantrieben)

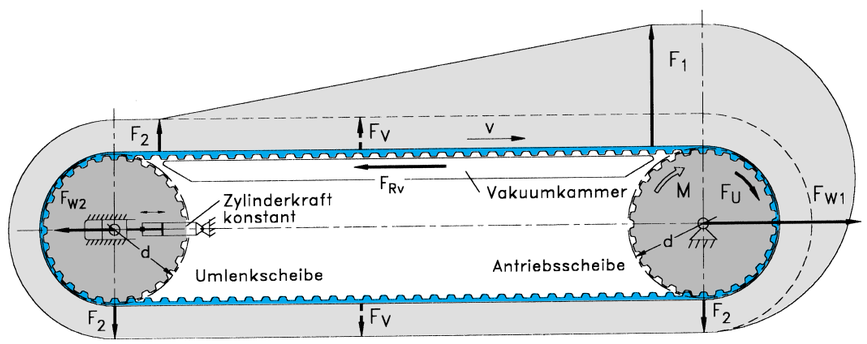


BILD 2

ANLEITUNG ZUR RIEMENAUSLEGUNG FORTSETZG.

5. Kraft F_{au} zur Beschleunigung der Umlenkrolle:

$$F_{au} = \frac{m_u \cdot \alpha}{2}$$

$$m_u = \frac{\rho \cdot b_u \cdot \pi \cdot r_0^2}{10^6} \qquad \alpha = \frac{a}{r_0} \cdot 1000$$

mit: m_u = Masse der Umlenkrolle in kg
ρ = Dichte in kg/dm³ (Aluminium=2,7kg/dm³, Stahl=7,85kg/dm³
b_u = Breite der Umlenkscheibe in mm
r_0 = Radius der Umlenkscheibe in mm

Der Vereinfachung halber wurde in der Formel als Masse der Umlenkrolle die Masse einer vollen Scheibe eingesetzt.

6. Kraft F_{ar} zur Beschleunigung des Riemens

$$F_{ar} = m_r \cdot a$$

$$m_r = m_{sp} \cdot \frac{L \cdot b}{10^6}$$

mit: m_r = Masse des Riemens in kg
m_{sp} = Spezifische Riemenmasse in kg/m² (Tab. 1)
L = Riemenlänge in mm
b = Riemenbreite in mm

Somit wird die Umfangskraft in Linearantrieben durch folgende Gleichung ausgedruckt:

$$F_U = F_a + F_R + F_N + F_G + (F_{au}) + (F_{ar}) + ...$$

In vielen Fällen sind die Kräfte in den Klammern vernachlässigbar. Falls erforderlich, können in der Entwurfsberechnung diese Kräfte mit geschätzten Werten für Riemenmasse und Scheibenabmessungen ermittelt werden.

Schritt 2: Auswahl der Riementeilung

Die zur Übertragung der Umfangskraft F_U benötigte Riementeilung p wird mit Hilfe der Diagramme 1a-1e auf Seiten 30 bis 34 ermittelt. Der Konstrukteur erhält hier auch eine angenäherte Vorstellung über die erforderliche Riemenbreite.

Für Transport- bzw. Förderanlagen werden in der Regel Zahnriemen der metrischen T-Serie oder Riemen mit Zoll-Teilungen verwendet. Zahnriemen breiter als 150 mm können Diagramm 1e entnommen werden.

Für lineare Positionierantriebe kommen aufgrund ihrer höheren Zugstrang- und Zahnsteifigkeit vorwiegend Riemen der AT und ATL Serien oder T10-HF bzw. H-HF-Riemen zum Einsatz.

Schritt 3: Auswahl der Scheibenzähnezahl

Mit der gewählten Teilung p und einem nach konstruktiven Gesichtspunkten festgelegten *vorläufigen* Wirkdurchmesser $\tilde{d}$ wird eine *vorläufige* Scheibenzähnezahl $\tilde{z}_{1,2}$ berechnet.

$$\tilde{z}_{1,2} = \frac{\pi \cdot \tilde{d}_{1,2}}{p}$$

Diese wird anschließend auf eine ganze Zahl $z_{1,2}$ gerundet. Dabei ist die für die jeweilige Riementeilung minimal zulässige Scheibenzähnezahl nach Tabelle 1 zu berücksichtigen. Aus der gewählten Scheibenzähnezahl $z_{1,2}$ ergibt sich der Wirkdurchmesser $d_{1,2}$:

$$d_{1,2} = \frac{p \cdot z_{1,2}}{\pi}$$

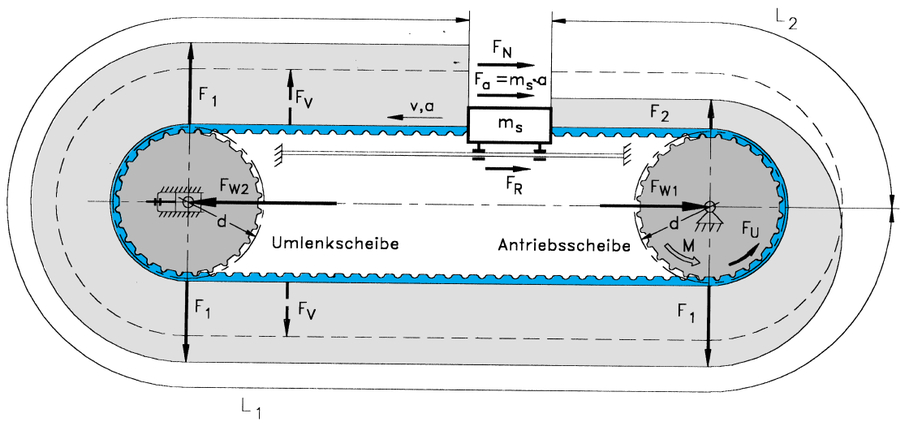


BILD 3

ANLEITUNG ZUR RIEMENAUSLEGUNG, FORTSETZG.

Schritt 4: Ermittlung des Wellenabstands und der Riemenlänge

Mit dem nach konstruktiven Gesichtspunkten festgelegten *vorläufigen* Wellenabstand $\tilde{C}$ wird eine *vorläufige* Riemenzähnezahl $\tilde{z}_b$ berechnet:

Für zwei Scheiben gleicher Zähnezahl:

$$\tilde{z}_b = 2 \cdot \frac{\tilde{C}}{p} + z_{1,2}$$

Für zwei Scheiben unterschiedlicher Zähnezahl (Bild 4):

$$\tilde{z}_b \approx 2 \cdot \frac{\tilde{C}}{p} + \frac{z_2 + z_1}{2} + \frac{p}{4\tilde{C}} \cdot \left(\frac{z_2 - z_1}{\pi}\right)^2$$

Es wird eine ganzzahlige Riemenzähnezahl z_b gewählt. Bei Riemen mit aufgeschweißten Profilen ist z_b auch vom Profilabstand abhängig. Die Riemenlänge L berechnet sich aus folgender Gleichung:

$$L = z_b \cdot p$$

Mit der gewählten Riemenlänge wird der zugehörige Wellenabstand C errechnet.

Für zwei gleiche Zahnscheiben:

$$C = \frac{L - \pi \cdot d_{1,2}}{2}$$

Für zwei Scheiben mit unterschiedlichem Durchmesser:

$$C \approx \frac{Y + \sqrt{Y^2 - 2\,(d_2 - d_1)^2}}{4}$$

mit: $Y = L - \frac{\pi \cdot (d_2 + d_1)}{2}$

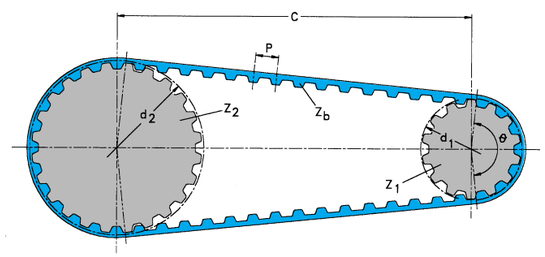


BILD 4

Schritt 5: Bestimmung der Eingriffszähnezahl der kleinen Scheibe z_e

Für zwei gleiche Scheiben:

$$z_e = \frac{z_{1,2}}{2}$$

Für zwei Scheiben mit unterschiedlichen Durchmessern:

$$z_e \approx z_1 \cdot \left(0{,}5 - \frac{d_2 - d_1}{2\pi \cdot C}\right)$$

Schritt 6: Bestimmung der Vorspannkraft

Für einen störungsfreien Betrieb ist es erforderlich, daß das Leertrum in jedem Betriebsfall eine bestimmte Spannung nicht unterschreitet. Dies wird durch Vorspannen des Riemens gewährleistet. In den Bildern 1, 2 und 3 ist die Vorspannkraft, definiert als Riemenzugkraft im Stillstand (F_U=0), durch den Abstand zwischen Riemen und gestrichelter Linie dargestellt.

Die optimale Leertrumkraft, F_{2opt}, liegt für die meisten Anwendungsfälle erfahrungsgemäß im folgenden Bereich:

$$F_{2opt} = (0{,}1...0{,}3)\ F_U$$

Die höheren Werte werden für längere Leertrumme empfohlen.

Antriebe mit festem Wellenabstand

(fixierte Spannscheibe bzw. -rolle, s. Bilder 1 & 3)

Ausgehend von einer optimalen Leertrumkraft, wird die Vorspannkraft F_V in Antrieben mit festem Wellenabstand unter Berücksichtigung der Elastizität (Länge) der Riementrumme ermittelt.

$$F_V = F_{2opt} + F_U \frac{L_1}{L}$$

mit: L_1 = Lasttrumlänge
L = Riemenlänge

Bei Linearantrieben wird in der obigen Gleichung die maximal auftretende Lasttrumlänge L_{1max} eingesetzt.

In Transport- bzw. Förderanlagen mit gleichmäßig über der Förderstrecke wirkendem Bewegungswiderstand wird die Förderlänge je zur Hälfte dem Last- und Leertrum zugeordnet (s. Bild 1).

Die Vorspannkraft für Antriebe mit *festem Wellenabstand* kann auch überschlägig nach folgenden Empfehlungen gewählt werden:

Linearantriebe:

$F_V = (1...1{,}2)\ F_U$

$F_V = (1...\ \ 2)\ F_U$ => nur für ATL-Riemen

Förder- bzw. Transportanlagen:

$F_V = (0{,}45...0{,}55)\ F_U$

Antriebe mit konstanter Leertrumkraft

(konstante Spannkraft, s. Bild 2)

Es empfiehlt sich eine Vorspannkraft von der Größe der optimalen Leertrumkraft zu wählen:

$F_V = F_{2opt}$

Schritt 7: Ermittlung der Trumkräfte

Antriebe mit festem Wellenabstand

Lasttrumkkraft:

$$F_1 = F_V + F_U \frac{L_2}{L}$$

mit: L_2 = Leertrumlänge

Leertrumkraft:

$$F_2 = F_1 - F_U$$

Bei Linearantrieben wird die maximale Lasttrumkraft $\boldsymbol{F_{1\,max}}$ ermittelt, indem die maximal auftretende Leertrumlänge $\boldsymbol{L_{2\,max}}$ eingesetzt wird.

In Transport- bzw. Förderanlagen mit gleichmäßig über der Förderstrecke wirkendem Bewegungswiderstand wird die Förderlänge je zur Hälfte dem Last- und Leertrum zugeordnet (s. Bild 1).

Antriebe mit konstanter Spannkraft

Leertrumkraft:

$$F_2 = F_V$$

Lasttrumkraft:

$$F_1 = F_2 + F_U$$

Schritt 8: Ermittlung der Riemenbreite

Die zulässige Zugkraft (Lasttrumkraft) $\boldsymbol{F_{1zul}}$ für einen 25 mm breiten Riemen wird aus Tabelle 1 ermittelt. $\boldsymbol{F_{1zul}}$ ist unterschiedlich für offene Riemen (Linearantriebe) und verschweißte Riemen (Transportanlagen). Die erforderliche Riemenbreite berechnet sich aus:

$$b \geq \frac{F_{1max}}{F_{1zul}}$$

Aus Tabelle 1 wird die zulässige Umfangskraft $\boldsymbol{F_{Uzul}}$ für eine Riemenbreite von 25 mm und für mindestens 15 Zähne im Eingriff bestimmt. $\boldsymbol{F_{Uzul}}$ ist unterschiedlich für offene Riemen (Linearantriebe) und verschweißte Riemen (Transportanlagen).

Aus Tabellen 2 und 3 werden der Zahneingriffsfaktor $\boldsymbol{t_e}$ und der Geschwindigkeitsfaktor $\boldsymbol{t_v}$ ermittelt.

Die zur Übertragung der Umfangskraft erforderliche Riemenbreite ergibt sich aus:

$$b \geq \frac{F_U}{F_{Uzul} \cdot t_e \cdot t_v}$$

Es ist eine Riemenbreite zu wählen, welche den beiden obigen Bedingungen genügt. Standardriemenbreiten werden vorgezogen. Zwischenbreiten sind auf Anfrage erhältlich.

Die Faktoren $\boldsymbol{t_e}$ und $\boldsymbol{t_v}$ verhindern eine Überlastung und eine unzulässige Erwärmung der Riemenzähne.

Nachdem Riemenbreite und -länge festgelegt sind, können die im *Schritt 1* näherungsweise ermittelten Bewegungswiderstände genauer berechnet werden. Der Beitrag dieser Kräfte zur Umfangskraft muß abgeschätzt und wenn nötig müssen die *Schritte 6, 7 und 8* wiederholt werden.

Schritt 9: Wellenkraft

Antriebsscheibe

Für zwei gleiche Scheiben:

$$F_{W1} = F_1 + F_2$$

Für zwei Scheiben mit unterschiedlichem Durchmesser:

$$F_{W1} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2F_1 \cdot F_2 \cos\theta}$$

mit θ = Umschlingungswinkel der kleinen Scheibe

$$\theta = 2\pi \left(0{,}5 - \frac{d_2 - d_1}{2\pi C}\right)$$

Umlenkscheibe

Für zwei gleiche Scheiben:

$$F_{W2} = 2\ F_2$$

$$F_{W2} = 2\ F_1$$

Wenn sich die Last von der Antriebsscheibe wegbewegt.

Für zwei Scheiben mit unterschiedlichem Durchmesser:

$$F_{W2} = F_2 \sqrt{2\,(1 - \cos\theta)}$$

mit θ = Umschlingungswinkel der kleinen Scheibe

$$F_{W2} = 2 \cdot F_1 \sqrt{2\,(1 - \cos\theta)}$$

Wenn sich die Last von der Antriebsscheibe wegbewegt.

Schritt 10: Positionsabweichung in Linearantrieben infolge Riemendehnung

Der Positionierfehler eines Linearantriebs hängt vorwiegend von der Gesamtsteifigkeit c_R der Leer- und Lasttrumlänge ab. Die beiden Trumme weisen eine veränderliche, von der jeweiligen Position des Linearschlittens abhängige Steifigkeit auf (Bild 5).

$$c_R = c_{sp} \cdot b \cdot \frac{L}{L_1 \cdot L_2}$$

mit: $L = L_1 + L_2$

Die Gesamtsteifigkeit erreicht ein Minimum in der Schlittenposition, bei der die Differenz zwischen Leer- und Lasttrumlänge am kleinsten ist (s. Bild 5) .

Die spezifische Riemensteifigkeit $\boldsymbol{c_{sp}}$ (Steifigkeit eines Riemens mit Einheitsbreite und -länge) wird aus Tabelle 1 entnommen.

Die Positionierabweichung $\boldsymbol{\Delta x}$ infolge einer äußeren statischen Kraft $\boldsymbol{F_{st}}$ errechnet sich aus der Beziehung:

$$\Delta x = \frac{F_{st}}{c_R}$$

(In Bild 5 setzt sich die statische Kraft aus $\boldsymbol{F_R}$ und $\boldsymbol{F_N}$ zusammen)

Es ist zu beachten, daß $\boldsymbol{\Delta x}$ umgekehrt proportional der Riemenbreite ist. Um die Positioniergenauigkeit zu erhöhen, muß man einen breiteren Riemen und/oder einen Riemen mit stärkerem Zugstrang wählen.

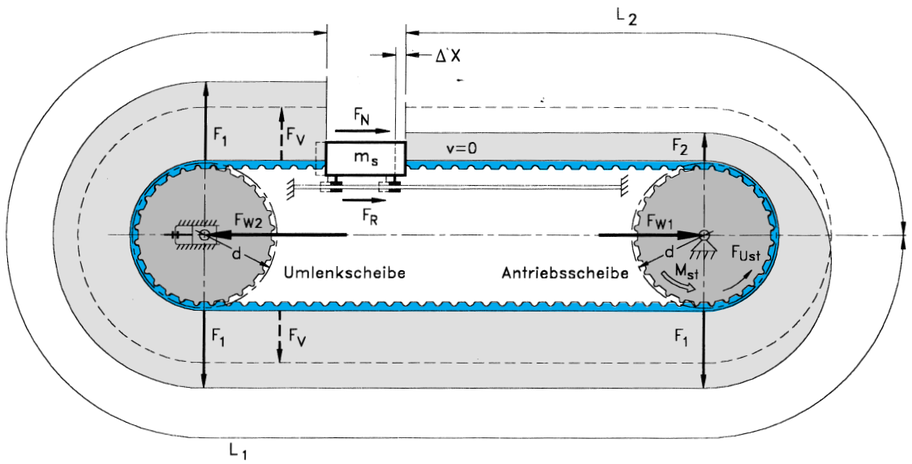
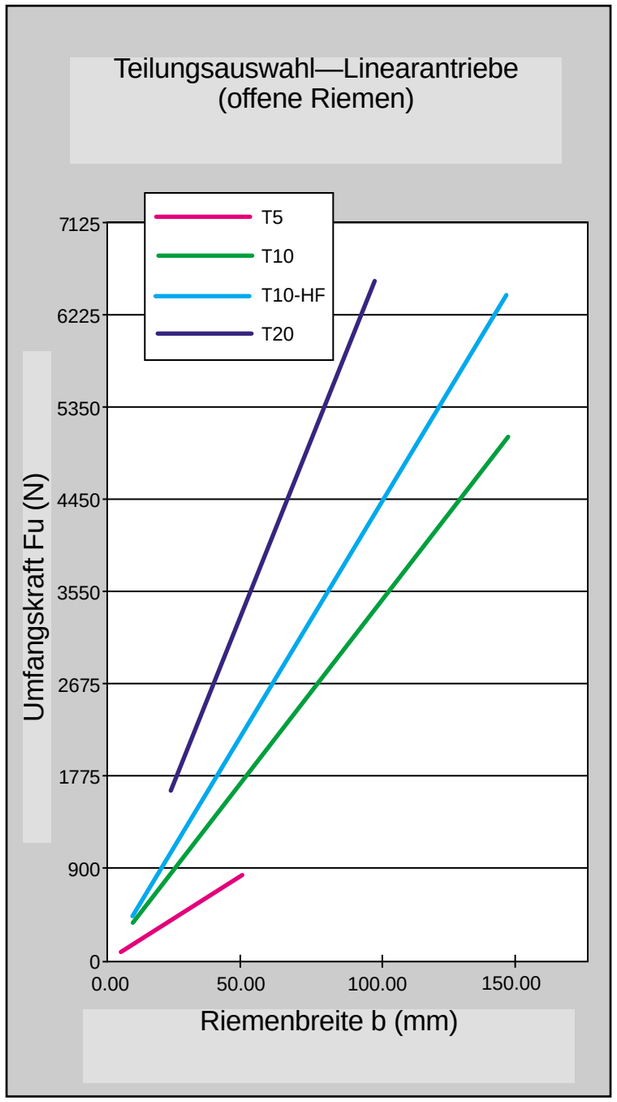


BILD 5



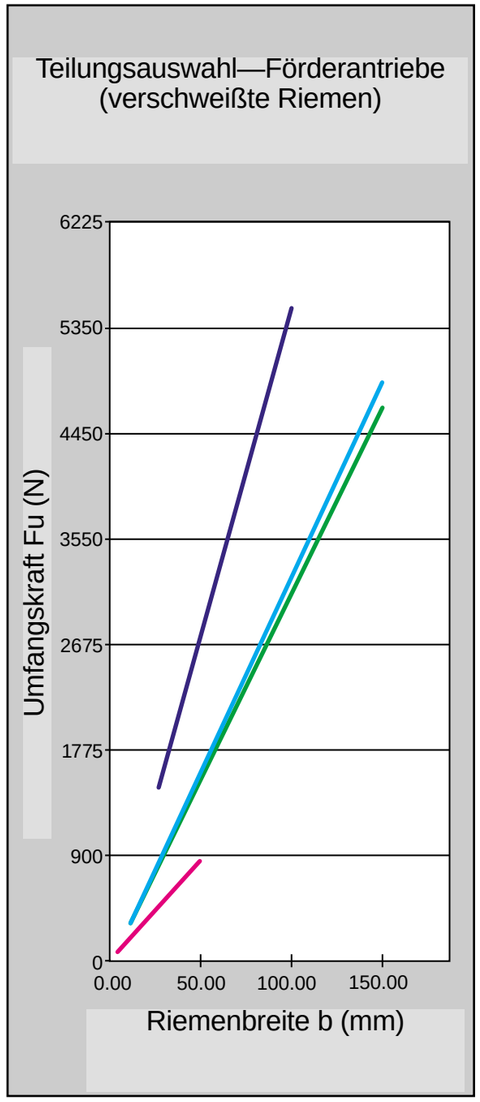
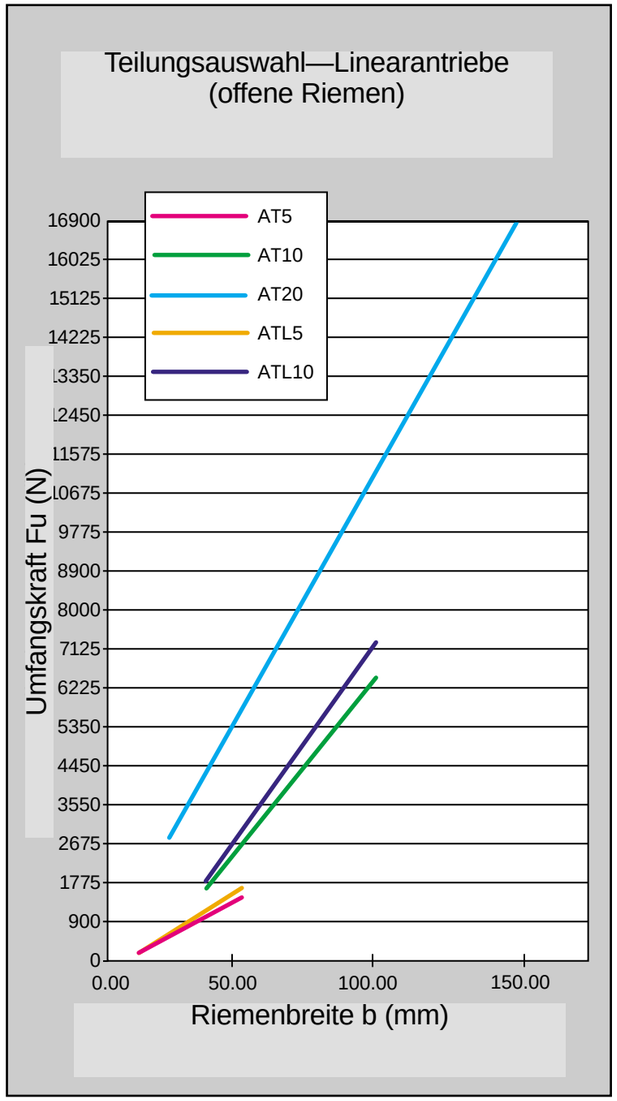


DIAGRAMM 1a



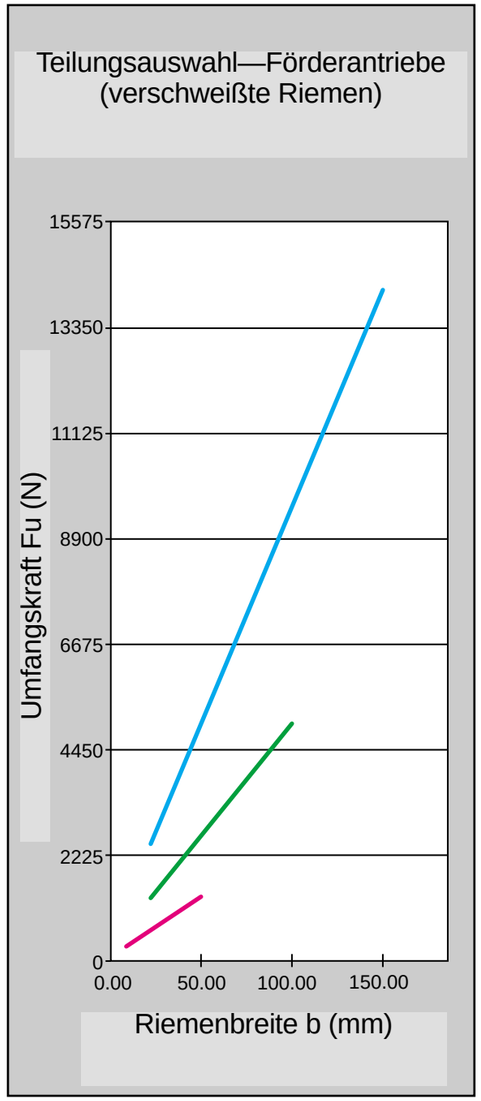
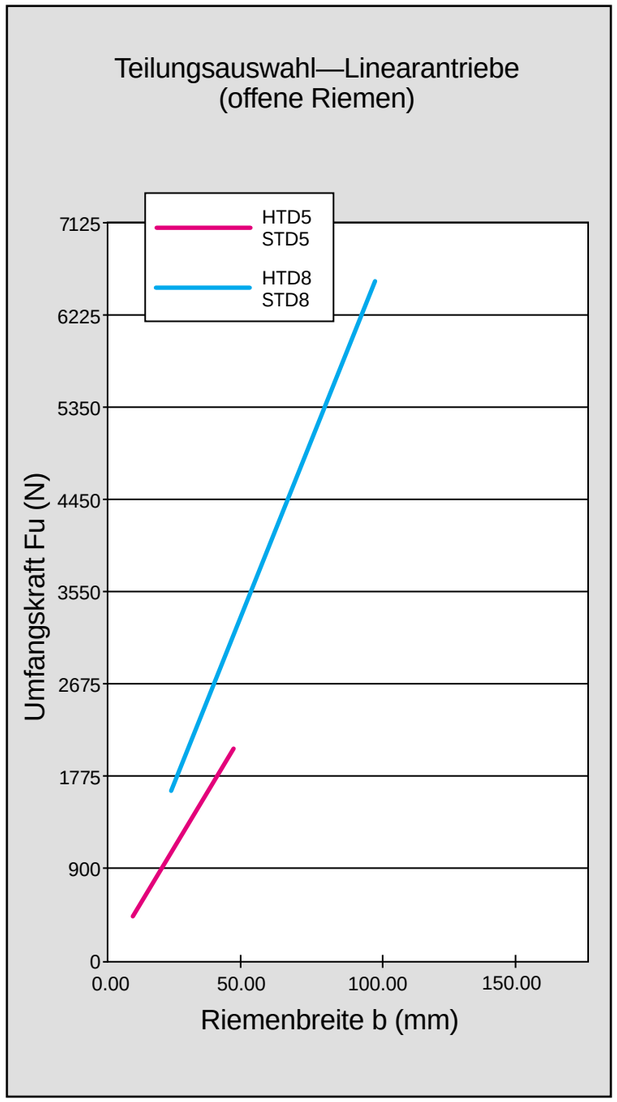


DIAGRAMM 1b



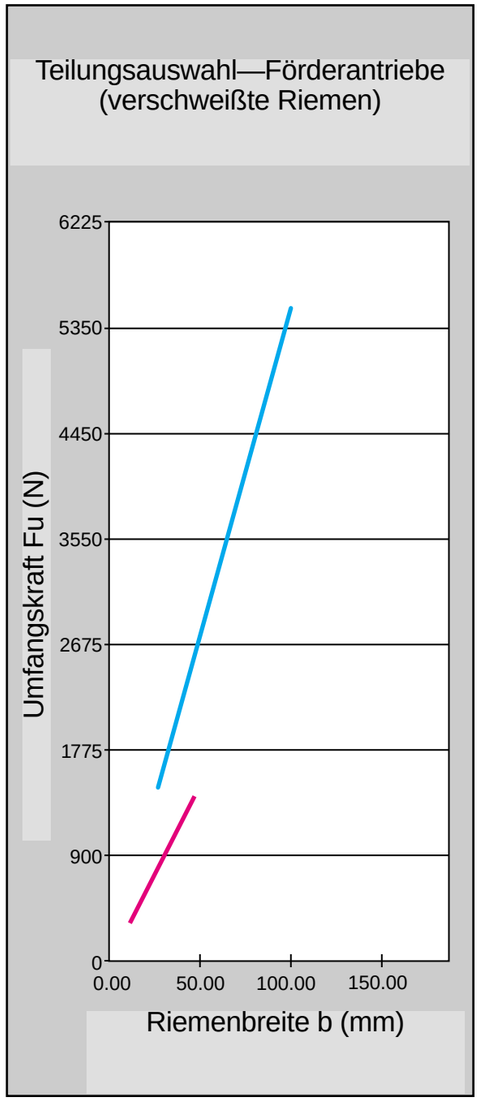
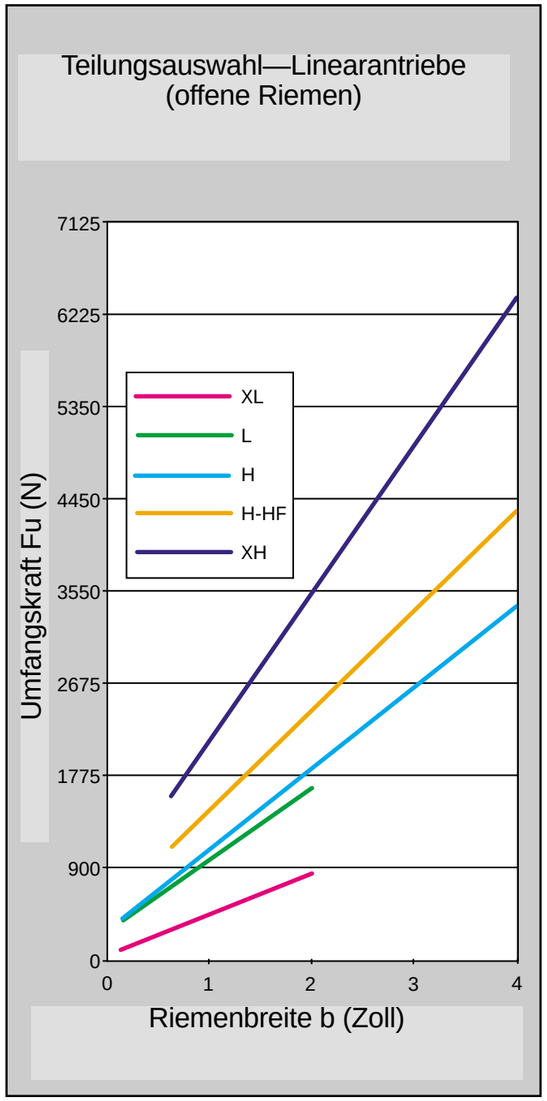


DIAGRAMM 1c



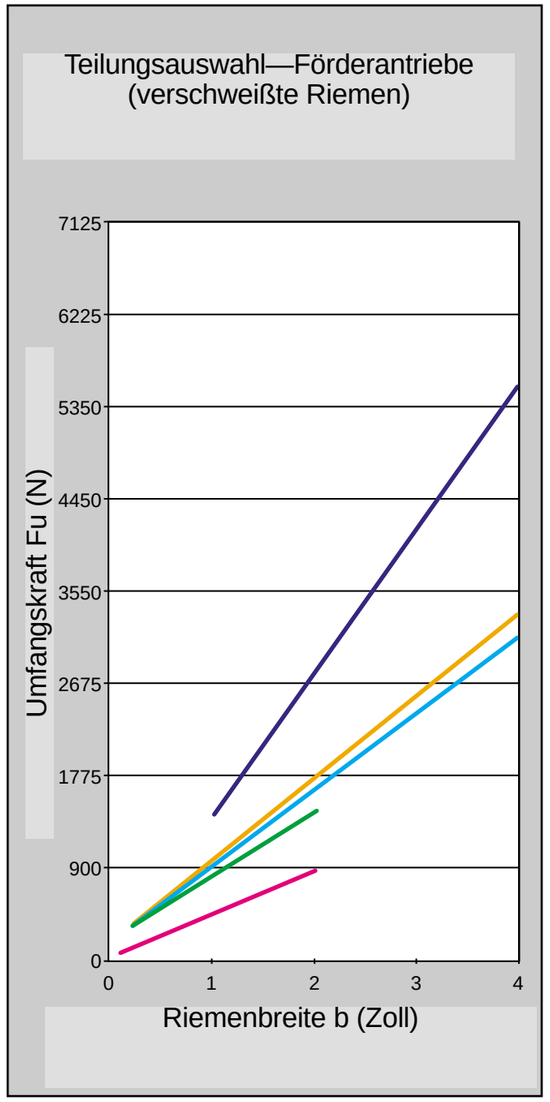


DIAGRAMM 1d

ANLEITUNG ZUR RIEMENAUSLEGUNG, FORTSETZG.

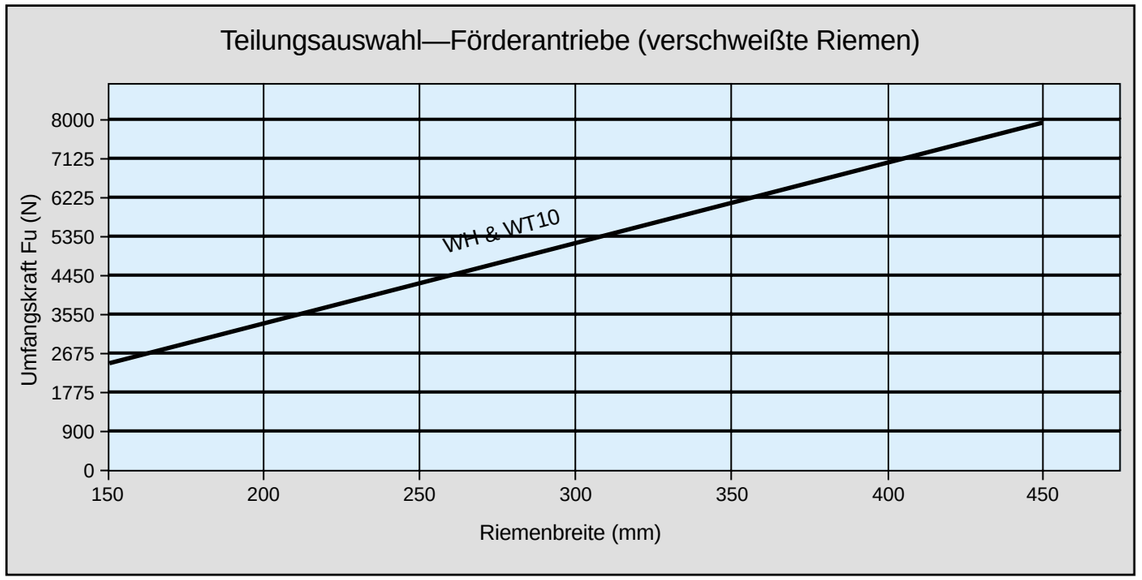


DIAGRAMM 1e

ZAHNEINGRIFFS-FAKTOR

Eingriffs-zahnezahl ze	Zahneingriffs-faktor te
3	0,39
4	0,5
5	0,59
6	0,67
7	0,74
8	0,8
9	0,85
10	0,89
11	0,92
12	0,95
13	0,97
14	0,99
15	1

TABELLE 2

GESCHWINDIGKEITS-FAKTOR

Geschwindigkeit m/s	Faktor tv
0	1
1	0,99
2	0,98
3	0,97
4	0,95
5	0,93
6	0,9
7	0,87
8	0,84
9	0,81
10	0,77

TABELLE 3

CHEMISCHE BESTÄNDIGKEIT

Übersicht

Polyurethane sind widerstandsfähig gegen:	Polyurethane sind nicht widerstandsfähig gegen:
Ozon Kohlenwasserstoffe schwach reagierende Chemikalien Fette, Öle	konzentrierte Säuren Ketone chlorierte Kohlenwasserstoffe nitrierte Kohlenwasserstoffe

MEDIUM	BESTÄNDIGKEIT	MEDIUM	BESTÄNDIGKEIT
Aceton	4	Fette, tierisch	1
Alkohole	3	Formaldehyd	4
Ammoniakwasser (Salmiakgeist)	4	Freon II	2
ASTM-Kraftstoff A	1	Getriebeöl	1
ASTM-Kraftstoff B	2	Heizöl	2
ASTM-Kraftstoff C	3	Kerosin	2
ASTM-ÖI Nr. 1	1	Kohlendioxid	1
ASTM-ÖI Nr. 2	1	Kohlenmonoxid	1
ASTM-ÖI Nr. 3	1	Methyl-Ethyl-Ketone	3
Basen, NaOH 20% ig	2	Mineralöl	1
Bleichlauge	3	Motoröl 10W40	1
Bremsflüssigkeit	3	Naphthalin	2
Cyclohexanon	4	Ozon	1
Destilliertes Wasser 23°C 28 Tage 23°C 360 Tage 70°C 28 Tage	 1 1 3	Salzlösung NaCl gesättigt $CaCl_2$ gesättigt	 2 1
Dieselöl	3	Schwefelsäure	4
Dimethylforamid	4	Seewasser	2
Erdgas, verflussigt	1	Silikonöle und-tette	1
Essigsäure 20% ig	2	Superbenzin	2
Ethylenglycol, 100% ig 23°C 70°C	 2 3	T.C.O., Tridresylphosphat	1
		Tetrahydrofuran	4
		Waschmittel, unverdünnt	1

LEGENDE	%-Änderung Volumen	%-Änderung Gewicht	%-Änderung Bruchdehnung	%-Änderung Bruchfestigkeit
1 = geringer oder kein Angriff	<5%	<5%	<5%	<5%
2 = schwacher Angriff	5–15%	5–15%	5–15%	5–15%
3 = mäßiger Angriff	15–30%	15–30%	15–30%	15–30%
4 = ungeeignet	>30%	>30%	>30%	>30%

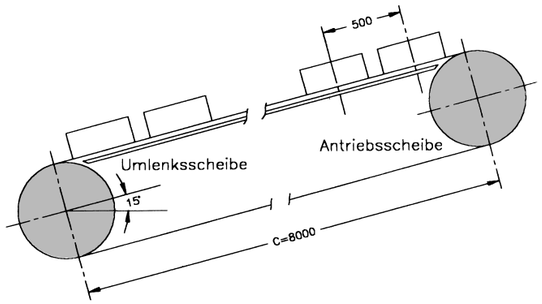
BERECHNUNGSBEISPIELE

Nachstehend zwei Beispiele zur Zahnriemenauslegung

Förderriemen

C = 8 m	Förderlänge
v = 0,6 m/s	Fördergeschwindigkeit
m =20 kg	Paketmasse
400x250x300 mm	Paketabmessungen
ß = 15°	Neigungswinkel
d < 75 mm	Scheibendurchmesser

Pakete gelangen längs ausgerichtet in einem Mittenabstand von 500 mm und mit einer Geschwindigkeit von 0,6 m/s auf den Förderriemen. Das Gewicht des Förderguts wird von einer Gleitschiene aus Stahl aufgenommen. Um Reibung und Verschleiß zu vermindern, wird ein Riemen mit Nylongewebe auf der Zahnseite gewählt. Die Abmessungen der Behälter würden eine Riemenbreite von etwa 250 mm erfordern. Zum Einsatz können jedoch auch zwei parallel laufende Zahnriemen kommen, deren Zahnprofil (Teilung) und Breite im folgenden bestimmt werden.



Schritt 1

Spezifische Masse des Förderguts m_{sp} = 40 kg/m

Reibkraft

$$F_R = \mu \cdot m_{sp} \cdot g \cdot L_t \cdot \cos ß$$

$$F_R = 0.3 \cdot 40 \frac{kg}{m} \cdot 9{,}81 \frac{m}{s^2} \cdot 8m \cdot \cos 15°$$

(Reibkoeffizient μ=0.3 aus Tabelle 1)

$$F_R = 909{,}7\ N$$

Gewichtskomponente parallel zur Förderrichtung

$$F_G = m_{sp} \cdot g \cdot L_t \cdot \sin ß$$

$$F_G = 40 \frac{kg}{m} \cdot 9{,}81 \frac{m}{s^2} \cdot 8m \cdot \sin 15°$$

$$F_G = 812{,}5\ N$$

Umfangskraft

$$F_U = F_R + F_G$$

$$F_U = 909{,}7\ N + 812{,}5\ N$$

$$F_U = 1722{,}2\ N$$

Schritt 2

Profilauswahl =>T10 (Diagramm 1a)

Für Förderantriebe werden in der Regel Riemen mit metrischem T-Profil oder mit Zollteilungen eingesetzt. Eine Umfangskraft von 1722,2 N kann entweder von einem T10 oder einem T5 Riemen übertragen werden. Es wurde ein T10-Riemen gewählt. Zur Übertragung von F_U wird schätzungsweise eine Riemenbreite von etwa 40 mm erforderlich sein.

Schritt 3

Vorläufige Scheibenzähnezahl

$$\tilde{z}_{1,2} = \frac{\pi \cdot \tilde{d}_{1,2}}{p}$$

$$\tilde{z}_{1,2} = \frac{\pi \cdot 75mm}{10mm} = 23{,}56$$

Gewählt $z_{1,2} = 22$

[größer als die in Tabelle 1 empfohlene minimale Scheibenzähnezahl (z_{min}=14) für einen T10-Riemen]

Wirkdurchmesser $d_{1,2} = \frac{p \cdot z_{1,2}}{\pi}$

$$d_{1,2} = \frac{10mm \cdot 22}{\pi}$$

$$d_{1,2} = 70{,}03mm$$

Schritt 4

Vorläufige Riemenzähnezahl

$$\tilde{z}_b = 2 \cdot \frac{\tilde{C}}{p} + z_{1,2}$$

$$\tilde{z}_b = \frac{2 \cdot 8000mm}{10mm} + 22$$

$$\tilde{z}_b = 1622$$

Gewählt $z_b = 1622$

Riemenlänge

$$L = z_p \cdot p$$

$$L = 1622 \cdot 10mm$$

$$L = 16220mm$$

Schritt 5

Eingriffszähnezahl $z_e = 0{,}5 \cdot z_1$

$$z_e = 0{,}5 \cdot 22$$

$$z_e = 11$$

Schritt 6

Vorspannkraft $F_v = 0{,}3/2\ F_U + F_U \frac{L_1}{L}$

$$F_v = 0{,}15 \cdot 1722{,}2N + 1722{,}2N \frac{4055mm}{16220mm}$$

$$F_v = 688{,}9N$$

Schritt 7

Lasttrumkraft $F_1 = F_v + F_U \frac{L_2}{L}$

$$F_1 = 688{,}9N + 1722{,}2N \frac{12165mm}{16220mm}$$

$$F_1 = 1980{,}6N$$

Leertrumkraft $F_2 = F_1 - F_U$

$$F_2 = 1980{,}6N - 1722{,}2N$$

$$F_2 = 258{,}4N$$

Schritt 8

Zulässige Lasttrumkraft
(Tabelle 1)

$$F_{1zul} = 1090N$$

Erforderliche Riemenbreite b zur Übertragung von F_{1max}

$$b \geq \frac{F_{1max}}{F_{1zul}}$$

$$b \geq \frac{1980{,}6N}{1090N} \cdot 25mm$$

$$b \geq 45{,}4mm$$

Zulässige Umfangskraft (Tabelle 1)

$$F_{Uzul} = \frac{1250N}{25mm}$$

Zahneingriffsfaktor
(aus Tabelle 2; für z_e = 11) $t_e = 0.92$

Geschwindigkeitsfaktor
(aus Tabelle 3; für v = 0,6 m/s) $t_v = 1$

Erforderliche Riemenbreite zur Übertragung von F_U

$$b \geq \frac{F_U}{F_{Uzul} \cdot t_e \cdot t_v}$$

$$b \geq \frac{1722{,}2N}{\frac{1250N}{25mm} \cdot 0{,}92 \cdot 1}$$

$$b \geq 37{,}4mm$$

Gewählt b = 2 x 32 mm — die Pakete werden auf zwei 32 mm breiten Riemen befördert.
(Es sei vermerkt, daß auf jeden Riemen die Hälfte der ausgerechneten Belastung wirkt.)

Schritt 9

Wellenkraft an der Antriebsscheibe

$$F_{W1} = F_1 + F_2$$

$$F_{W1} = 1980{,}6N + 258{,}4N$$

$$F_{W1} = 2239N$$

Achskraft an der Umlenkrolle

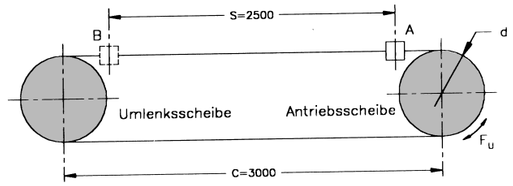
$$F_{W2} = 2F_2$$

$$F_{W2} = 2 \cdot 258{,}4N$$

$$F_{W2} = 516{,}8N$$

Linearantrieb

a = 20 m/s²	Beschleunigung
ms = 30 kg	Masse Tragschlitten
v = 3,5 m/s	Geschwindigkeit
F_R = 50 N	Reibkraft
C = 3000 mm	Wellenabstand
S = 2500 mm	Verfahrweg
d = 50 mm	Scheibendurchmesser
$\Delta\chi \leq$ 0,1mm	Positionierabweichung



Schritt 1

Beschleunigungskraft

$$F_a = m_s \cdot a$$

$$F_a = 30kg \cdot 20m/s^2$$

$$F_a = 600N$$

Reibkraft

$$F_R = 50N$$

Umfangskraft

$$F_U = F_a + F_R$$

$$F_U = 600N + 50N$$

$$F_U = 650N$$

Schritt 2

Profilauswahl =>AT5 (Diagramm 1b)

Für Linearantriebe wird das AT-Profil wegen seiner höheren Zugstrang- und Zahnsteifigkeit bevorzugt angewendet.

Schritt 3

Vorläufige Scheibenzähnezahl

$$\tilde{z}_{1,2} = \frac{\pi \cdot \tilde{d}_{1,2}}{p}$$

$$\tilde{z}_{1,2} = \frac{\pi \cdot 50mm}{5mm}$$

$$\tilde{z}_{1,2} = 31{,}4$$

Gewählt $z_{1,2}$ = 32 (größer als die in Tabelle 1 empfohlene minimale Scheibenzähnezahl [z_{min} = 12] für einen AT5 Zahnriemen)

Wirkdurchmesser

$$d_{1,2} = \frac{p \cdot z_{1,2}}{\pi}$$

$$d_{1,2} = \frac{5mm \cdot 32}{\pi}$$

$$d_{1,2} = 50{,}93mm$$

Schritt 4

Vorläufige Riemenzähnezahl

$$\tilde{z}_b = 2 \cdot \frac{\tilde{C}}{p} + z_p$$

$$\tilde{z}_b = \frac{2 \cdot 3000mm}{5mm} + 32$$

$$\tilde{z}_b = 1232$$

Gewählt $z_b = 1232$

Riemenlänge

$$L = z_b \cdot p$$

$$L = 1232 \cdot 5mm$$

$$L = 6160mm$$

Schritt 5

Eingriffszähnezahl

$$z_e = 0{,}5 \cdot z_1$$

$$z_e = 0{,}5 \cdot 32$$

$$z_e = 16$$

Schritt 6

Vorspannkraft

$$F_v = 0{,}15 \cdot F_U + F_U \frac{L_{1max}}{L}$$

$$F_v = 0{,}15 \cdot 650N + 650N \frac{5870mm}{6160mm}$$

$$F_v = 717N$$

(L_{1max} tritt auf, wenn der Schlitten von Position A in Richtung der Umlenkscheibe beschleunigt wird.)

Schritt 7

Max. Lasttrumkraft

$$F_{1max} = F_v + F_U \frac{L_{2max}}{L}$$

$$F_{1max} = 717N + 650N \frac{5870mm}{6160mm}$$

$$F_{1max} = 1336N$$

Max. Leertrumkraft

$$F_{2max} = F_{1max} - F_U$$

$$F_{2max} = 1336N - 650N$$

$$F_{2max} = 686N$$

(L_{2max} tritt auf, wenn der Schlitten von Position A nach rechts beschleunigt wird.)

Schritt 8

Zulässige Lasttrumkraft (aus Tabelle 1)

$$F_{1zul} = 1615N$$

Erforderliche Riemenbreite b zur Übertragung von F_{1max}

$$b \geq \frac{F_{1max}}{F_{1zul}}$$

$$b \geq \frac{1336N}{1615N} \cdot 25mm$$

$$b \geq 20{,}7mm$$

Zulässige Umfangskraft (aus Tabelle 1) $F_{Uzul} = 1270N$

Zahneingriffsfaktor $t_e = 1$
(aus Tabelle 2 für $z_e = 16$)

Geschwindigkeitsfaktor $t_v = 0{,}96$
(aus Tabelle 3 für $v = 3{,}5$ m/s)

Erforderliche Riemenbreite b zur Übertragung von F_U

$$b \geq \frac{F_U}{F_{Uzul} \cdot t_e \cdot t_v}$$

$$b \geq \frac{650N}{\frac{1270N}{25mm} \cdot 1 \cdot 0{,}96}$$

$$b \geq 13{,}3mm$$

Gewählt $b = 50mm$

(für erhöhte Steifigkeit wird ein breiterer Riemen gewählt)

Schritt 9

Max. Wellenkraft

$$F_{Wmax} = F_{1max} + F_{2max}$$

$$F_{Wmax} = 1336N + 686N$$

$$F_{Wmax} = 2022N$$

Schritt 10

Minimale Trumsteifigkeit

$$k = c_{sp} \cdot b \frac{L}{L_1 \cdot L_2}$$

$$k = 17600 \frac{N}{mm} \cdot 50mm \cdot \frac{6000mm}{3290 \cdot 2710mm}$$

$$k = 592.2 \cdot 5 \frac{N}{mm}$$

(Die Gesamtsteifigkeit der Trumme erreicht ein Minimum, wenn sich der Schlitten in Position B befindet; vgl. auch Bild 5)

Positionierabweichung

$$\Delta x = \frac{F_{st}}{k}$$

$$\Delta x = \frac{50N}{592.2 \frac{N}{mm}}$$

$$\Delta x = 0{,}084mm < 0{,}1mm$$

Die statische Belastung des Schlittens F_{st} ist gleich der Reibkraft ($F_{st} = F_R = 50N$).

MECTROL PRODUKTE

Endlos gewickelte PU-Zahnriemen, Zahnriemenscheiben

Neben den PU-Zahnriemen in extrudierter Ausführung endlich bzw. endlos verschweißt, produziert Mectrol weitere Qualitätsprodukte der Zahnriementechnik. Die wichtigsten davon sind:

Endlos gewickelte PU-Zahnriemen

Diese Riemen, als endlos gewickelte Riemen gegossen, wurden für Anwendungen in der Leistungsübertragung und für Positionieraufgaben entwickelt.

Diese Riemen Weisen keine Verschweißung auf, sind sie daher für Antriebe mit hohen Drehmomenten geeignet.

Weitere Informationen sind im Katalog “Endlos gewickelte PU-Zahnriemen” enthalten.

Zahnriemenscheiben

Verfügbar als Standardscheiben oder in Sonderausführung nach Ihrer Zeichnung. Materialien Aluminium, Stahl wie auch Guß.

Genaue Toleranzen gewährleisten perfekten Eingriff zwischen Riemen und Scheiben.

Weitere Informationen sind im Katalog “Zahnriemenscheiben” enthalten.

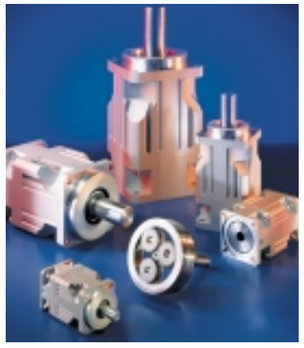
Neben den PU-Zahnriemen produziert Mectrol weitere Qualitätsprodukte der Antriebstechnik. Die wichtigsten davon sind:

MECTROL Präzisionsgetriebe

DOJEN Präzisionsgetriebe

Unsere DOJEN Getriebe sind absolut spielfrei an der Abtriebswelle.
Die Technologie der Übertragung mittels Cycloiden - Kurvenscheiben ist seit langem bekannt für langlebige Präzision. Mectrol’s Dojen -Technologie bietet die beste Performance unter den Cycloidensystemen. Kompakt und extrem laufruhig ist diese Getriebereihe für einen weiten Bereich von Drehmomenten und Übersetzungsverhältnissen verfügbar.

Weitere Informationen sind im Katalog “DOJEN - Getriebe” enthalten.



Präzisionsgetriebe Serie HP

Das spielarme Getriebe der Baureihe HP ist ein neu entwickeltes Servo-Getriebe als Ergänzung zur bereits bestehenden spielfreien Dojen Baureihe.

Dieses Getribe ist für die hohen Anforderungen bei Servoanwendungen konzipiert. Hervorstechende Eigenschaften sind:

Kleines Verdrehspiel bis 5 Winkelminuten

Hohe Verdrehsteifigkeit

Hohe Dynamik

Kompakte Bauweise

Einfache Montage

Weitere Informationen sind im Katalog “Präzisions Servo-Getriebe” enthalten.