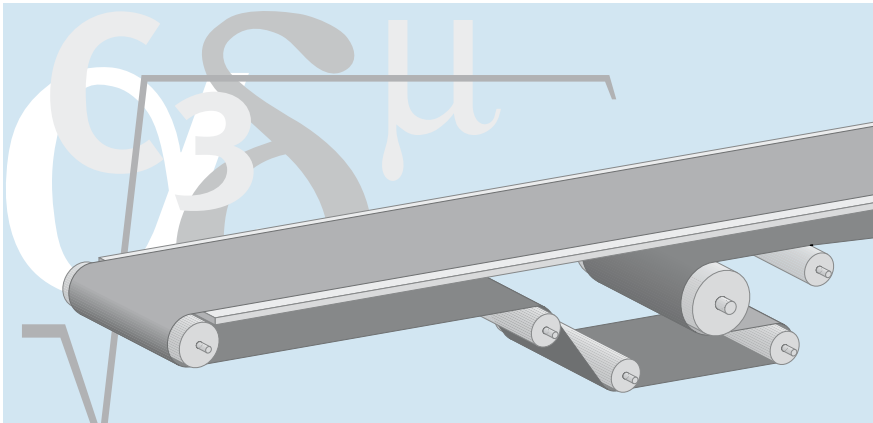


# siegling transilon

transport- und prozessbänder

## Transportband-Berechnung



Die in dieser Broschüre enthaltenen Formeln, Werte und Empfehlungen entsprechen dem derzeitigen Stand der Technik und unseren langjährigen Erfahrungen. Die Berechnungsergebnisse können jedoch von denen unseres Berechnungsprogramms B\_Rex (kostenloser Download im Internet unter [www.forbo-siegling.de](http://www.forbo-siegling.de)) abweichen.

Diese Abweichungen ergeben sich aus den grundsätzlich unterschiedlichen Ansätzen: während B\_Rex auf empirischen Messungen beruht und eine detaillierte Anlagenbeschreibung erfordert, basieren die hier gezeigten Rechenwege auf allgemeinen, einfachen physikalischen Formeln und Ableitungen, ergänzt durch Faktoren, die eine Sicherheitsreserve beinhalten.

In den meisten Fällen wird die Sicherheitsreserve bei Berechnung nach dieser Broschüre größer sein als in der entsprechenden B\_Rex-Berechnung.

Ergänzende Informationen zur Anlagenkonstruktion enthält unser Prospekt Nr. 305 „Empfehlungen zur Anlagenkonstruktion“.

### Inhalt

Terminologie	2
Anlagen für Stückguttransport	3
Verstellweg für lastabhängige-Spannsysteme	8
Anlagen für Schüttguttransport	9
Berechnungsbeispiel Stückguttransport	12

# Terminologie

## Erklärung der Kurzzeichen

Bezeichnung	Kurzzeichen	Einheit
Trommel-, Rollenbreite	b	mm
Bandbreite	$b_0$	mm
Berechnungsfaktoren	C..	–
Trommel-, Rollendurchmesser	d	mm
Durchmesser der Antriebstrommel	$d_A$	mm
Widerstandsbeiwert für Tragrollen	f	–
Trumkraft	F	N
maximale Bandzugkraft (an der Antriebstrommel)	$F_1$	N
minimale Bandzugkraft (an der Antriebstrommel)	$F_2$	N
Gewichtskraft des Spanngewichtes	$F_R$	N
Umfangskraft	$F_U$	N
Spanntrommelgewicht	$F_{TR}$	N
beruhigte Wellenbelastung an der Antriebstrommel	$F_{WA}$	N
Sofortwert der Wellenbelastung	$F_{W \text{ sofort}}$	N
beruhigte Wellenbelastung an der Umlenkstrommel	$F_{WU}$	N
Erdbeschleunigung (9,81 m/s <sup>2</sup> )	g	m/s <sup>2</sup>
Differenz der Trommelradien (Überhöhung)	h	mm
Förderhöhe	$h_T$	m
relaxierte Bandzugkraft bei 1 % Dehnung pro Breitereinheit	$k_{1\%}$	N/mm
Tragrollenabstand im Obertrum	$l_0$	mm
Übergangslänge	$l_5$	mm
Tragrollenabstand im Untertrum	$l_u$	mm
geometrische Bandlänge	$L_g$	mm
Förderlänge	$l_T$	m
Masse des Transportgutes		
auf der gesamten Transportlänge (Gesamtlast)	m	kg
Masse des Transportgutes auf dem Obertrum (Gesamtlast)	$m_1$	kg
Masse des Transportgutes auf dem Untertrum (Gesamtlast)	$m_2$	kg
Masse des Bandes	$m_B$	kg
Masse des Transportgutes pro m Transportlänge		
im Obertrum (Streckenlast)	$m'_0$	kg/m
Masse aller drehenden Trommeln, ausgenommen Antriebstrommel	$m_R$	kg
Masse des Transportgutes pro m Transportlänge		
im Untertrum (Streckenlast)	$m'_u$	kg/m
mechanische Motorleistung	$P_M$	kW
errechnete mechanische Leistung an der Antriebstrommel	$P_A$	kW
Liefertoleranz	Tol	%
Reibungszahl für Lauf über Rolle	$\mu_R$	–
Reibungszahl für Stau	$\mu_{ST}$	–
Reibungszahl für Lauf über Tisch	$\mu_T$	–
Bandgeschwindigkeit	v	m/s
Volumenstrom bei Schüttgutförderung	$\dot{V}$	m <sup>3</sup> /h
Gesamtspannweg	X	mm
Banddurchhang	$y_B$	mm
Trommeldurchbiegung	$y_{Tr}$	mm
Spannreserve	Z	mm
Neigungswinkel der Anlage	$\alpha$	°
Umschlingungswinkel an der Antriebstrommel (oder Einschnürtrommel)	$\beta$	°
Öffnungswinkel an der Spanntrommel	$\gamma$	°
Bandlängung (Gewichtsvorspannung)	$\Delta L$	mm
zulässiger Neigungswinkel für Schüttgut	$\delta$	°
Auflegedehnung	$\epsilon$	%
maximale Banddehnung	$\epsilon_{\text{max}}$	%
Antriebswirkungsgrad	$\eta$	–
Schüttdichte des Fördergutes	$\rho_S$	kg/m <sup>3</sup>

# Anlagen für Stückguttransport



<p><math>m = l_T \cdot \text{Metergewicht des Transportgutes}</math></p> <p><math>F_U = \mu_R \cdot g \cdot (m + m_B + m_R)</math> [N]</p>		<p>Belastungsbeispiele zur Ermittlung der maximalen Umfangskraft <math>F_U</math> [N]</p>
<p><math>F_U = \mu_T \cdot g \cdot (m + \frac{m_B}{2}) + \mu_R \cdot g \cdot (\frac{m_B}{2} + m_R)</math> [N]</p>		
<p><math>F_U = \mu_T \cdot g \cdot (m_1 + m_2 + m_B)</math> [N]</p>		
<p>Transportrichtung ansteigend: <math>F_U = \mu_R \cdot g \cdot (m + m_B + m_R) + g \cdot m \cdot \sin \alpha</math> [N]</p> <p>Transportrichtung fallend: <math>F_U = \mu_R \cdot g \cdot (m + m_B + m_R) - g \cdot m \cdot \sin \alpha</math> [N]</p>		
<p>Transportrichtung ansteigend: <math>F_U = \mu_T \cdot g \cdot (m + \frac{m_B}{2}) + \mu_R \cdot g \cdot (\frac{m_B}{2} + m_R) + g \cdot m \cdot \sin \alpha</math> [N]</p> <p>Transportrichtung fallend: <math>F_U = \mu_T \cdot g \cdot (m + \frac{m_B}{2}) + \mu_R \cdot g \cdot (\frac{m_B}{2} + m_R) - g \cdot m \cdot \sin \alpha</math> [N]</p>		
<p><math>F_U = \mu_T \cdot g \cdot (m + \frac{m_B}{2}) + \mu_R \cdot g \cdot (\frac{m_B}{2} + m_R) + \mu_{ST} \cdot g \cdot m</math> [N]</p>		
<p><math>F_U = \text{bitte anfragen}</math> [N]</p>		
<p><math>F_U = \text{bitte anfragen}</math> [N]</p>		

Haft-Reibungszahlen  $\mu_S$   
für verschiedene  
Beschichtungen (Richtwerte)

	0, A0, E0, T, U0, P	NOVO	U1, V1, VH	UH, V2H, U2H, E0, A0, V5H, V10H
$\mu_T$ (Tisch)	0,33	0,33	0,5	0,5
$\mu_R$ (Rolle)	0,033	0,033	0,033	0,033
$\mu_{ST}$ (Stau)	0,33	0,33	0,5	0,5

Maximale Bandzugkraft  $F_1$

$$F_1 = F_U \cdot C_1 \quad [N]$$

$$F_U = \frac{P_M \cdot \eta \cdot C_1 \cdot 1000}{v} \quad [N]$$

Bei kalkulierbarer Umfangskraft  $F_U$

Wenn die Umfangskraft  $F_U$  nicht kalkulierbar ist, kann  $F_U$  aus der installierten Motorleistung  $P_M$  ermittelt werden.

Faktor  $C_1$   
(gilt für die Antriebstrommel)

Siegling Transilon Laufseitenbeschichtung	V3, V5, U2, A5, E3			V1, U1, UH, U2H V2H, V5H			0, U0, NOVO, E0, A0, T, P			
	Umschlingungswinkel $\beta$	180°	210°	240°	180°	210°	240°	180°	210°	240°
<b>blanke Stahltrommel</b>										
trocken	1,5	1,4	1,3	1,8	1,6	1,5	2,1	1,9	1,7	
nass	3,7	3,2	2,9	5,0	4,0	3,0	nicht zu empfehlen			
<b>Trommel mit Reibbelag</b>										
trocken	1,4	1,3	1,2	1,6	1,5	1,4	1,5	1,4	1,3	
nass	1,8	1,6	1,5	3,7	3,2	2,9	2,1	1,9	1,7	

Faktor  $C_2$   
Kontrolle des gewählten Transilon-Typs

$$\frac{F_1}{b_0} \leq C_2 \quad \left[ \frac{N}{mm} \right]$$

Ist der Wert  $\frac{F_1}{b_0}$  größer als  $C_2$ ,

muss ein Bandtyp mit höherem  $k_{1\%}$ -Wert eingesetzt werden.

$C_2$  ist ein Maß für die maximal zulässige Betriebsdehnung des Bandtyps:

$$C_2 = \epsilon_{\max} \cdot k_{1\%}$$

Verbindliche Angaben zu den maximalen Betriebsdehnungen finden sich in den Produkt-Datenblättern.

Stehen diese nicht zur Verfügung, so kann unverbindlich angenommen werden:

Zugträger Typ	Polyester Polyester (Kennbuchstabe „E“)	Aramid (Kennbuchstabe „AE“)
Beispiele für Typklassen	E 2/1, E 3/1, E 4/2, E 6/1, NOVO, E 8/2, E 10/M, E 12/2, E 15/2, E 15/M, E 18/3, E 20/M, E 30/3, E 44/3	AE 48/H, AE 80/3, AE 100/3, AE 140/H, AE 140/3
$\epsilon_{\max}$ in %	2,0	0,8

Anmerkung:

Bei gelochten Bändern muss von  $b_0$  die Anzahl der querschnitt-mindernden Löcher abgezogen werden. Bei starker Temperatureinwirkung ändern sich die  $C_2$ -Faktoren. Bitte Rücksprache.

$$d_A = \frac{F_U \cdot C_3 \cdot 180}{b_0 \cdot \beta} \quad [\text{mm}]$$

Minstdurchmesser  
der Antriebstrommel  $d_A$

Siegling Transilon Laufseitenbeschichtung	V3, V5, U2, A5, E3	V1, U1, UH	0, U0, NOVO, T, P
<b>blanke Stahltrommel</b>			
trocken	25	30	40
nass	50	nicht zu empfehlen	nicht zu empfehlen
<b>Trommel mit Reibbelag</b>			
trocken	25	25	30
nass	30	40	40

Faktor  $C_3$   
(gilt für die Antriebstrommel)

$$P_A = \frac{F_U \cdot v}{1000} \quad [\text{kW}]$$

Mechanische Leistung an der  
Antriebstrommel  $P_A$

$$P_M = \frac{P_A}{\eta} \quad [\text{kW}] = \text{gewählt wird der nächstgrößere Normmotor}$$

Erforderliche mechanische Motorleistung  $P_M$

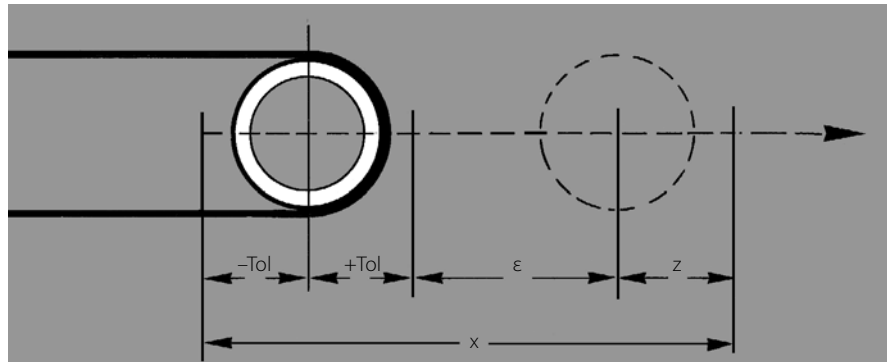


MOVEMENT SYSTEMS

## Verstellweg für Spindelspannsysteme

Bei der Festlegung des Verstellweges müssen berücksichtigt werden:

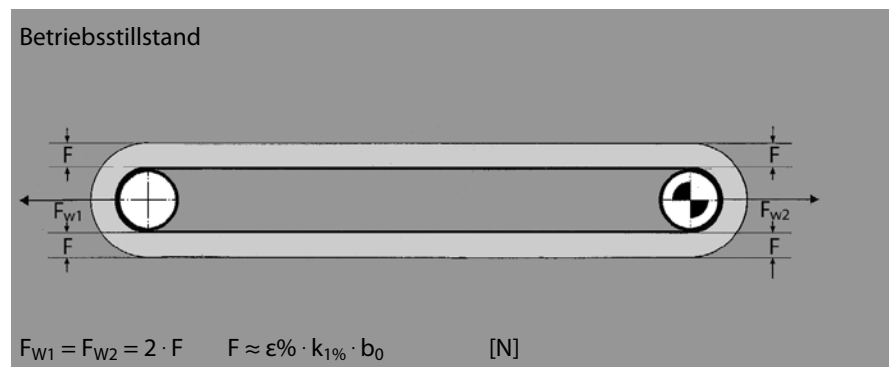
1. die ungefähre Größe der Auflegedehnung  $\epsilon$  des Bandes, die sich aus dessen Belastung ergibt. Ermittlung von  $\epsilon$  siehe Seiten 7 und 8.
2. die Liefertoleranzen (Tol) des Bandes, bezogen auf die Länge.
3. etwaige äußere Einflüsse, die eine höhere Dehnung (Spannung) als normal erforderlich machen können oder eine Spannreserve begründen, wie z. B. Temperatur Einfluss, Stop-and-go-Betrieb.



Erfahrungsgemäß reicht je nach Belastung eine Auflegedehnung im Bereich von ca. 0,2% bis 1% aus, so dass allgemein ein Verstellweg  $x$  von ca. 1% der Bandlänge ausreichend ist.

## Richtwerte für die Wellenbelastung im Betriebsstillstand mit der Trumkraft $F$

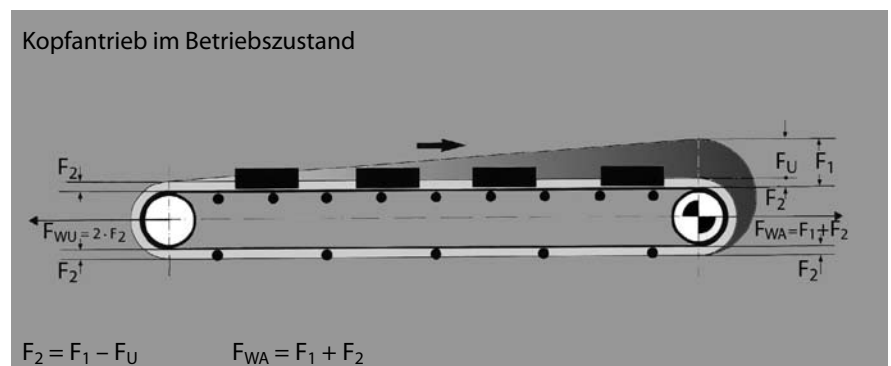
Bei der Abschätzung der Wellenbelastungen bitte die unterschiedlichen Bandzugkräfte zwischen Anlagenstillstand und Betriebszustand bewerten.



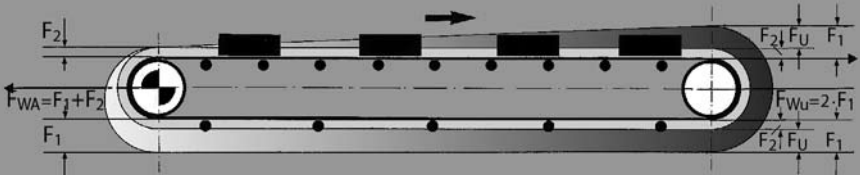
## Richtwerte für die Auflegedehnung $\epsilon$ bei Kopfantrieb

Die für den Betrieb erforderliche Mindestauflegedehnung beträgt für Kopfantrieb:

$$\epsilon \approx \frac{F_U/2 + 2 \cdot F_2}{2 \cdot k_{1\%} \cdot b_0} \quad [\%]$$



### Heckantrieb im Betriebszustand

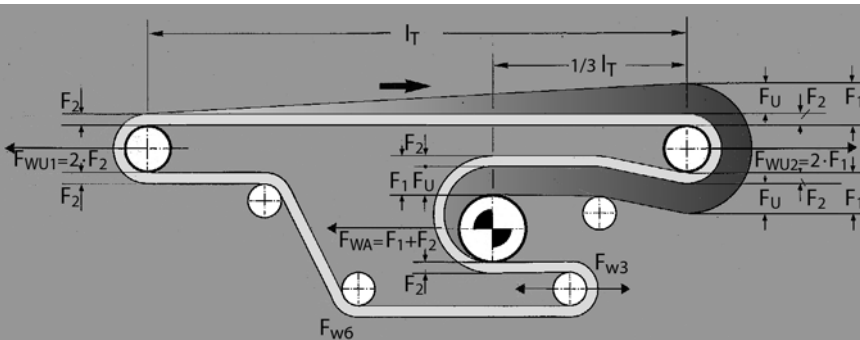


$$F_2 = F_1 - F_U$$

### Richtwerte für die Auflege- dehnung $\epsilon$ bei Heckantrieb

Die für den Betrieb erforderliche Mindest-  
Auflegedehnung beträgt für Heckantrieb:

$$\epsilon = \frac{F_U/2 + 2 \cdot F_2 + F_U}{2 \cdot k_{1\%} \cdot b_0} \quad [\%]$$



### Unterflur-Antriebsstation im Betriebszustand

### Richtwerte für die Auflege- dehnung $\epsilon$ bei Unterflur-Antriebsstation

Die für den Betrieb erforderliche  
Mindest-Auflegedehnung beträgt für  
Unterflur-Antriebsstation:

$$\epsilon = \frac{F_U (C_1 - K)}{k_{1\%} \cdot b_0} \quad [\%]$$

### Richtwerte für die Wellen- belastung im Betriebszustand

Beispiel Antriebstrommel  $\beta = 180^\circ$

$$F_{WA} = F_1 + F_2 \quad [N]$$

Beispiel Umlenkstrommel  $\beta = 180^\circ$

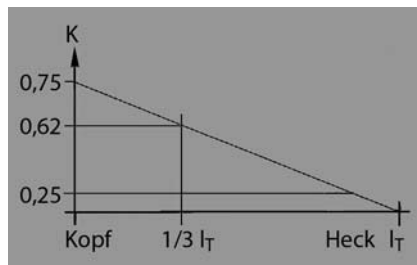
$$F_{W3} = 2 \cdot F_2 \quad [N]$$

Beispiel Einschnürstrommel  $\beta = 60^\circ$

$$F_{W6} = \sqrt{2 \cdot F_2 \cdot \sin(\beta/2)} \quad [N]$$

Beispiel Antriebstrommel  $\beta \neq 180^\circ$

$$F_{WA} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \beta} \quad [N]$$



K bei Kopfstation	= 0,75
K bei Unterflurstation	= 0,62
K bei Heckstation	= 0,25

### Hinweis zur Wellenbelastung beim Bandspannen

Zugträger aus Kunststoffen weisen ein ausgeprägtes Relaxationsverhalten auf. Aus diesem Grund wird als Grundlage der Bandberechnung der relaxierte  $k_{1\%}$ -Wert nach ISO 21181 verwendet. Er beschreibt die langfristig zu erwartenden Kraft-Dehnungseigenschaften des Bandmaterials, welches durch Biegung und Lastwechsel beansprucht wurde. Daraus ergibt sich die Berechnungskraft  $F_W$ .

Andererseits heißt das, dass beim Hochspannen des Bandes kurzzeitig höhere Bandkräfte  $F_{Wsofort}$  auftreten können, die zumindest bei der statischen Dimensionierung einzelner Bauteile (Lager) berücksichtigt werden müssen. Als Anhaltswert kann angenommen werden:

$$F_{Wsofort} = F_W \cdot 1,5$$

Bei kritischen Fällen wird die Kontaktaufnahme mit der Forbo Siegling Anwendungstechnik empfohlen.

# Dimensionierung von kraftabhängigen Spannsystemen

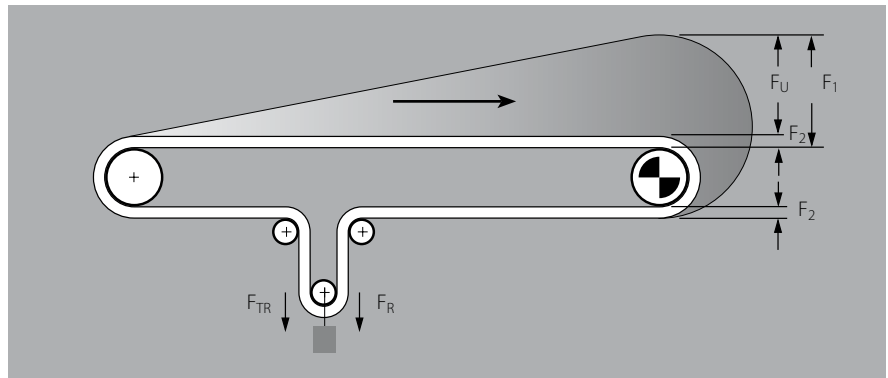
## Bestimmung von $F_R$

Bei gewichtsbelasteten Spannstationen muss das Spanngewicht die ablaufende Trumkraft  $F_2$  erzeugen, um eine einwandfreie Mitnahme des Bandes auf der Antriebstrommel zu erreichen (ähnlich wirken feder-, pneumatische und hydraulische Spannstationen).

Das Spanngewicht muss frei beweglich bleiben. Die Spannstation kann nur nach der Antriebsstation installiert werden. Ein Reversierbetrieb ist nicht möglich. Der Spannweg ist abhängig von der Umfangskraft, der erforderlichen Trumkraft  $F_2$ , der Bandlänge  $\Delta L$ , der Liefer-toleranz  $Tol$ , der Spannreserve  $Z$  und der Bandauswahl.

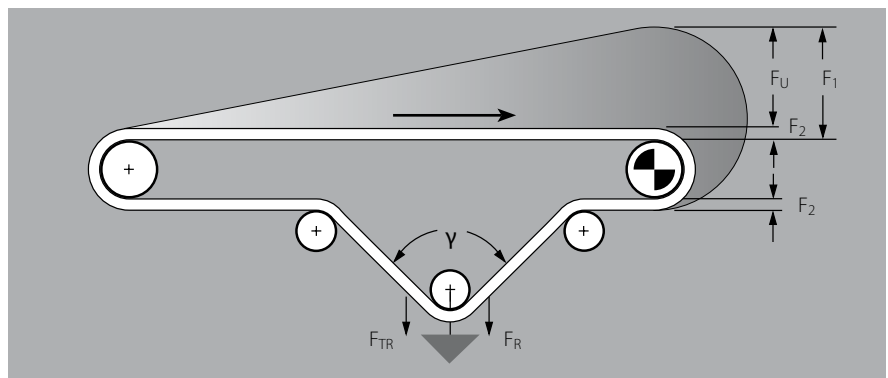
$$F_R = 2 \cdot F_2 - F_{TR} \quad [N]$$

Beispiel zur Bestimmung des Spanngewichtes  $F_R$  [N] bei 180° Umschlingung ( $F_{TR}$  = Spanntrommelgewicht [N]).



$$F_R = 2 \cdot F_2 \cdot \cos \frac{\gamma}{2} - F_{TR} \quad [N]$$

Beispiel zur Bestimmung des Spanngewichtes  $F_R$  [N] bei einem Winkel  $\gamma$  gemäß Skizze ( $F_{TR}$  = Spanntrommelgewicht [N]).



## Bestimmung der Bandlänge $\Delta L$

Bei kraftabhängigen Spannsystemen ändert sich die Gesamtdehnung in Abhängigkeit von der Höhe der Umfangskraft. Die durch das Spannsystem aufzunehmende Bandlängenänderung  $\Delta L$  berechnet sich bei Kopfantrieb zu

$$\Delta L = \frac{F_U/4 + F_{TR} + F_R}{k_{1\%} \cdot b_0} \cdot L_g \quad [mm]$$

# Anlagen für Schüttguttransport



Schüttgut	$\delta$ (ca.°)
Asche, trocken	16
Asche, nass	18
Erde, feucht	18 – 20
Getreide, außer Hafer	14
Kalk, stückig	15
Kartoffeln	12
Gips, Pulver	23
Gips, gebrochen	18
Holz, Späne	22 – 24
Kunstdünger	12 – 15
Mehl	15 – 18

Schüttgut	$\delta$ (ca.°)
Salz, fein	15 – 18
Salz, roh	18 – 20
Lehm, feucht	18 – 20
Sand, trocken, nass	16 – 22
Torf	16
Zucker, raffiniert	20
Zucker, roh	15
Zement	15 – 20

## Längsneigungswinkel $\delta$

Richtwerte für den zulässigen Längsneigungswinkel  $\delta$  verschiedener Schüttgüter. Der ausgeführte Neigungswinkel der Anlage  $\alpha$  muss kleiner als  $\delta$  sein.

Die Werte ergeben sich – unabhängig von der Transportbandbeschichtung – aus Kornform, Korngröße und mechanischen Eigenschaften des Transportgutes.

Transportgut	Schüttdichte $\rho_s$ [ $10^3$ kg/m <sup>3</sup> ]
Asche, kalt, trocken	0,7
Erde, feucht	1,5 – 1,9
Getreide (außer Hafer)	0,7 – 0,85
Holz, hart	0,6 – 1,2
Holz, weich	0,4 – 0,6
Holz, Späne	0,35
Holzkohle	0,2
Hülsenfrüchte	0,85
Kalk, stückig	1,0 – 1,4
Kunstdünger	0,9 – 1,2
Kartoffeln	0,75
Salz, fein	1,2 – 1,3
Salz, roh	2,1
Gips, Pulver	0,95 – 1,0

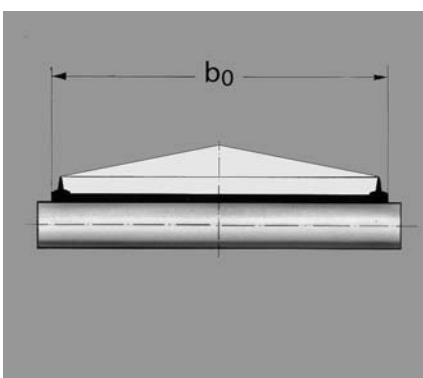
Transportgut	Schüttdichte $\rho_s$ [ $10^3$ kg/m <sup>3</sup> ]
Gips, gebrochen	1,35
Mehl	0,5 – 0,6
Klinker	1,2 – 1,5
Lehm, trocken	1,5 – 1,6
Lehm, feucht	1,8 – 2,0
Sand, trocken	1,3 – 1,4
Sand, nass	1,4 – 1,9
Seife, Flocken	0,15 – 0,35
Schlamm	1,0
Torf	0,4 – 0,6
Zucker, raffiniert	0,8 – 0,9
Zucker, roh	0,9 – 1,1
Zuckerrohr	0,2 – 0,3

## Schüttdichte einiger Schüttgüter $\rho_s$

$b_0$	mm	400	500	650	800	1000	1200	1400
Schüttwinkel 0°		25	32	42	52	66	80	94
Schüttwinkel 10°		40	57	88	123	181	248	326

## Volumenstrom $\dot{V}$ für plane Bandlage

Die Tabelle zeigt den stündlichen Volumenstrom (m<sup>3</sup>/h) bei einer Bandgeschwindigkeit  $v = 1$  m/s. Planliegendes, waagerechtes Transportband. Beidseitig 20 mm hohe Längsprofile T20 an den Bandkanten der Tragseite.



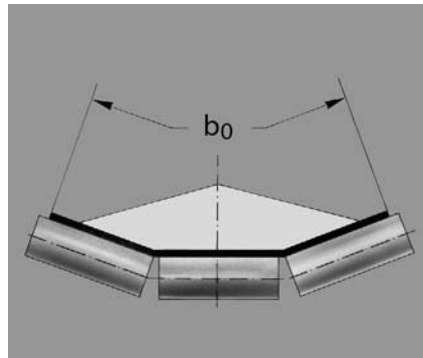
## Volumenstrom $\dot{V}$ für gemuldete Transportbänder

in  $\text{m}^3/\text{h}$  bei einer Bandgeschwindigkeit von 1 m/s.

### Anmerkung

Die theoretischen Werte für den Volumenstrom werden in der Praxis kaum erreicht, da sie nur für waagerechte Bänder bei vollkommen gleichmäßiger Beschickung gelten. Durch Ungleichförmigkeit der Beschickung und die Beschaffenheit des Transportgutes kann sich die Menge um ca. 30 % verringern.

$b_0$	mm	400	500	650	800	1000	1200	1400
<b>Muldungswinkel 20°</b>								
Schüttwinkel 0°		21	36	67	105	173	253	355
Schüttwinkel 10°		36	60	110	172	281	412	572
<b>Muldungswinkel 30°</b>								
Schüttwinkel 0°		30	51	95	149	246	360	504
Schüttwinkel 10°		44	74	135	211	345	505	703



### Faktor $C_6$

Bei Schrägtransport ist die theoretische Fördermenge entsprechend dem Förderwinkel  $\alpha$  um den Faktor  $C_6$  zu vermindern.

Förderwinkel $\alpha$ [°]	2	4	6	8	10	12
Faktor $C_6$	1,0	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93
Förderwinkel $\alpha$ [°]	14	16	18	20	22	
Faktor $C_6$	0,91	0,89	0,85	0,81	0,76	

### Faktor $C_4$

Zusätzliche Umfangskräfte z. B. durch Abstreifer und Reinigungselemente können pauschal durch den Faktor  $C_4$  berücksichtigt werden.

$l_T$ [m]	25	50	75	100	150	200
$C_4$	2	1,9	1,8	1,7	1,5	1,3

### Widerstandsbeiwert für Tragrollen $f$

$f = 0,025$  bei Wälzlagern  
 $f = 0,050$  bei Gleitlagern

### Ermittlung der Transportgutmasse $m$

$$m = \frac{\dot{V} \cdot \delta_s \cdot l_T \cdot 3,6}{v} \quad [\text{kg}]$$

$$F_U = g \cdot C_4 \cdot f \cdot (m + m_B + m_R) \pm g \cdot m \cdot \sin \alpha \quad [\text{N}]$$

weitere Berechnung wie Stückgut

#### Ermittlung der Umfangskraft $F_U$

(-) fallend  
(+) steigend

Der Tragrollenabstand ist abhängig von der Bandzugkraft und den Massen. Er wird errechnet nach der Formel

Lässt man einen maximalen Durchhang von 1 % zu, d.h. wird  $y_B = 0,01 l_0$  eingesetzt, dann ist

Empfehlung  $l_0 \text{ max} \leq 2b_0$   
 $l_u \approx 2 - 3 l_0 \text{ max}$

#### Tragrollenabstände

$$l_0 = \sqrt{\frac{y_B \cdot 800 \cdot F}{m'_O + m'_B}} \quad [\text{mm}]$$

$$l_0 = \frac{8 \cdot F}{m'_O + m'_B} \quad [\text{mm}]$$

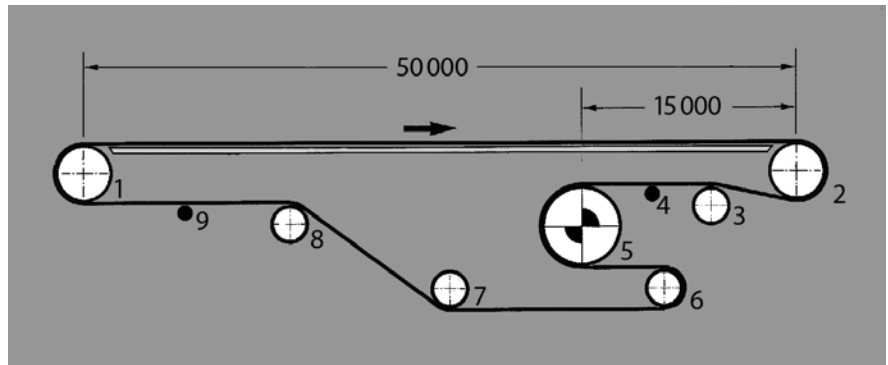
- $l_0$  = Tragrollenabstand im Obertrum in mm
- $y_B$  = maximaler Durchhang des Förderbandes in mm
- $F$  = Bandzugkraft an der betreffenden Stelle in N
- $m'_O + m'_B$  = Gewicht von Transportgut und -band in kg/m



MOVEMENT SYSTEMS

# Berechnungsbeispiel für Stückguttransport

In einer Warenverteilanlage werden Transportbänder mit Waren belegt für die Zuführung zur Verteilanlage. Waagerechter Transport, Lauf über Tisch, Unterflurantriebstation gemäß Skizze, Antrieb über Bandtragseite, Antriebstrommel mit Reibbelag, Spindelspannstation, Tragrollen 14 Stück. Vorgesehener Bandtyp: Siegling Transilon E8/2 U0/V5H MT schwarz (900026) mit  $k_{1\%} = 8 \text{ N/mm}$ .



Umlenkrollen 1, 2, 6  
Einschnürrollen 3, 7, 8  
Antriebstrommel 5  
Tragrollen 4, 9, und diverse  
Spanntrommel 6.

Förderlänge	$l_T = 50 \text{ m}$
geom. Bandlänge	$L_g = 105000 \text{ mm}$
Bandbreite	$b_0 = 600 \text{ mm}$
Gesamtlast	$m = 1200 \text{ kg}$
Umschlingung	$\beta = 180^\circ$
$v = \text{ca. } 0,8 \text{ m/s}$	$g = 9,81 \text{ m/s}^2$
Masse Rollen	$m_R = 570 \text{ kg}$ (alle Trommeln außer 5)

## Umfangskraft $F_U$ [N]

$$F_U = \mu_T \cdot g \left( m + \frac{m_B}{2} \right) + \mu_R \cdot g \left( \frac{m_B}{2} + m_R \right)$$

$$F_U = 0,33 \cdot 9,81 \left( 1200 + \frac{157,5}{2} \right) + 0,033 \cdot 9,81 \left( \frac{157,5}{2} + 570 \right)$$

$$F_U \approx 4340 \text{ N}$$

$m = 1200 \text{ kg}$   
 $\mu_R = 0,033$   
 $\mu_T = 0,33$   
 $m_B = 157,5 \text{ kg}$  (aus  $2,5 \text{ kg/m}^2 \cdot 105 \text{ m} \cdot 0,6 \text{ m}$ )

## Maximale Bandzugkraft $F_1$ [N]

$$F_U = 4350 \text{ N}$$

$$C_1 = 1,6$$

$$F_1 = F_U \cdot C_1$$

$$F_1 = 4350 \cdot 1,6$$

$$F_1 \approx 6960 \text{ N}$$

## Kontrolle des gewählten Bandtyps

$F_1 = 6960 \text{ N}$   
 $b_0 = 600 \text{ mm}$   
 $k_{1\%} = 8 \text{ N/mm}$

$$\frac{F_1}{b_0} \leq C_2$$

$$\frac{6960}{600} \leq 2 \cdot 8 \text{ N/mm}$$

$$11,6 \text{ N/mm} \leq 16 \text{ N/mm}$$

Der Bandtyp ist richtig gewählt.

$$\begin{aligned}
 F_U &= 4340 \text{ N} \\
 C_3 &= 25 \\
 \beta &= 180^\circ \\
 b_0 &= 600 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$d_A = \frac{F_U \cdot C_3 \cdot 180^\circ}{b_0 \cdot \beta} \quad [\text{mm}]$$

$$d_A = \frac{4340 \cdot 25 \cdot 180^\circ}{600 \cdot 180^\circ} \quad [\text{mm}]$$

$$d_A = 181 \text{ mm}$$

$d_A$  ausgeführt mit 200 mm

**Mindest-Antriebsstrommeldurchmesser**

$$\begin{aligned}
 F_U &= 4350 \text{ N} \\
 v &= 0,8 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

$$P_A = \frac{F_U \cdot v}{1000} \quad [\text{kW}]$$

$$P_A = \frac{4350 \cdot 0,8}{1000}$$

$$P_A \approx 3,5 \text{ kW}$$

**Leistung  $P_A$  an der Antriebstrommel**

$$\begin{aligned}
 P_A &= 3,5 \text{ kW} \\
 \eta &= 0,8 \text{ (angenommen)}
 \end{aligned}$$

$$P_M = \frac{P_A}{\eta} \quad [\text{kW}]$$

$$P_M = \frac{3,5}{0,8} \quad [\text{kW}]$$

$$P_M \approx 4,4 \text{ kW}$$

$P_M$  ausgeführt mit 5,5 kW oder höher

**Erforderliche Motorleistung  $P_M$**

$$\begin{aligned}
 F_U &= 4350 \text{ N} \\
 C_1 &= 1,6 \\
 K &= 0,62 \\
 k_{1\%} &= 8 \text{ N/mm für E8/2 U0/V5H schwarz} \\
 b_0 &= 600 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\varepsilon = \frac{F_U (C_1 - K)}{k_{1\%} \cdot b_0} \quad [\%]$$

$$\varepsilon = \frac{4350 (1,6 - 0,62)}{8 \cdot 600} \quad [\%]$$

$$\varepsilon \approx 0,9 \%$$

**Mindest-Auflegedehnung bei Unterflurantrieb**



MOVEMENT SYSTEMS

**Wellenbelastung im Betriebszustand  
Trommel 2 (Umlenktrommel)**

Vereinfachte Ermittlung unter  
Annahme  $\beta = 180^\circ$

$$F_1 = 6960 \text{ N}$$

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

$$F_{W2} = 2 \cdot 6960 \text{ N}$$

$$F_{W2} \approx 13920 \text{ N}$$

**Wellenbelastung im Betriebszustand  
Trommel 1 (Umlenktrommel)**

$$F_2 = F_1 - F_U$$
$$F_2 = 6960 - 4350$$
$$F_2 = 2610 \text{ N}$$

$$F_{W1} = 2 \cdot F_2$$

$$F_{W1} = 2 \cdot 2610 \text{ N}$$

$$F_{W1} \approx 5220 \text{ N}$$

**Wellenbelastung im Betriebszustand  
Trommel 5 (Antriebstrommel)**

$$F_1 = 6960 \text{ N}$$
$$F_2 = F_1 - F_U$$
$$F_2 = 6960 - 4350$$
$$F_2 = 2610 \text{ N}$$

$$F_{W5} = F_1 + F_2$$

$$F_{W5} = 6960 + 2610$$

$$F_{W5} \approx 9570 \text{ N}$$

**Wellenbelastung im Betriebszustand  
Trommel 3 (Einschnürtrommel)**

Beeinflusst von der Trumkraft  $F_2$  gilt die  
Berechnung von  $F_{W3}$  gemäß Formel  
Seite 7.

Im Betriebsstillstand werden im Oberwie im Untertrum die Trumkräfte allein durch die Auflegedehnung  $\epsilon$  bestimmt. Die Trumkraft  $F$  wird berechnet gemäß:

$$F = \epsilon [\%] \cdot k_{1\%} \cdot b_0 \quad [\text{N}]$$

Beispiel für eine Trommel mit  $\beta = 180^\circ$  Umschlingung  
(Diese Kraft wirkt bei unserem Beispiel an den Trommeln 1, 5 und 6 wegen der  $180^\circ$  Umschlingung).

$$\begin{aligned} F_W &= 2 \cdot F \\ F_W &= 2 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 600 \\ F_W &\approx 8640 \text{ N} \end{aligned}$$

Bei  $\beta \neq 180^\circ$  gilt zur Ermittlung von  $F_W$  (Wobei im Stillstand  $F_1 = F_2$  gesetzt werden kann).

$$\begin{aligned} F_W &= \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \beta} \\ F_W &= [\text{N}] \end{aligned}$$

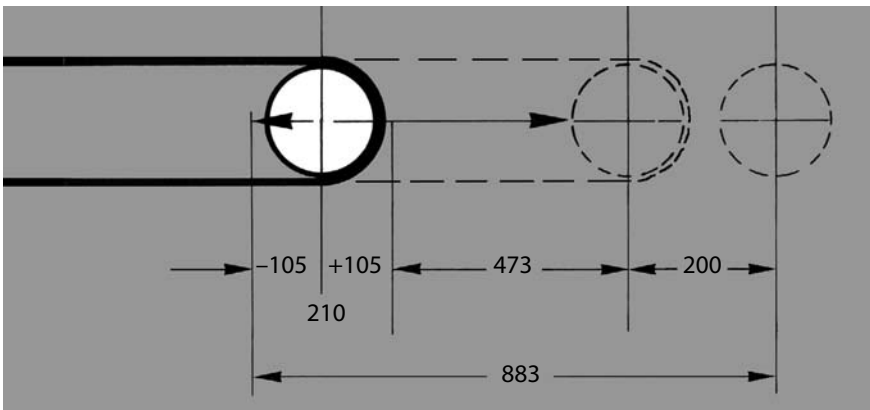
#### Wellenbelastung im Betriebsstillstand

Zum Vergleich zwischen Stillstand und Betriebszustand betrachten Sie bitte die unterschiedlichen Wellenbelastungen an Trommel 1.

$$\begin{aligned} F_{W1} \text{ Stillstand} &= 8640 \text{ N} \\ F_{W1} \text{ Betrieb} &= 5220 \text{ N} \end{aligned}$$

Anmerkung

Für die konstruktive Auslegung einer Anlage sind beide Betriebszustände zu berücksichtigen.



#### Verstellweg

Tol =  $\pm 0,2\%$   
 $\epsilon = 0,9\%$   
 $L_g = 105000 \text{ mm}$   
 $Z = 200 \text{ mm}$

$$X = \frac{\frac{2 \cdot \text{Tol} \cdot L_g}{100} + \frac{\epsilon \cdot L_g}{100}}{2} + Z \quad [\text{mm}]$$

$$X = \frac{\frac{2 \cdot 0,2 \cdot 105000}{100} + \frac{0,9 \cdot 105000}{100}}{2} + 200 \quad [\text{mm}]$$

$$X = 210 + 473 + 200 \quad [\text{mm}]$$

$$X \approx 883 \text{ mm}$$



MOVEMENT SYSTEMS



Wegen der Vielfalt der Verwendungszwecke unserer Produkte sowie der jeweiligen besonderen Gegebenheiten stellen unsere Gebrauchsanweisungen, Angaben und Auskünfte über Eignung und Anwendung der Produkte nur allgemeine Richtlinien dar und entbinden den Besteller nicht von der eigenverantwortlichen Erprobung und Prüfung. Bei anwendungstechnischer Unterstützung durch uns trägt der Besteller das Risiko des Gelingens seines Werkes.

### Forbo Siegling Service – jederzeit weltweit

Forbo Siegling beschäftigt in der Firmengruppe weltweit mehr als 1.800 Mitarbeiter. Unsere Produkte werden in acht Ländern hergestellt; Gesellschaften und Landesvertretungen mit Materiallagern und Werkstätten finden Sie in über 50 Ländern. Forbo Siegling Servicestationen gibt es in mehr als 300 Orten der Welt.