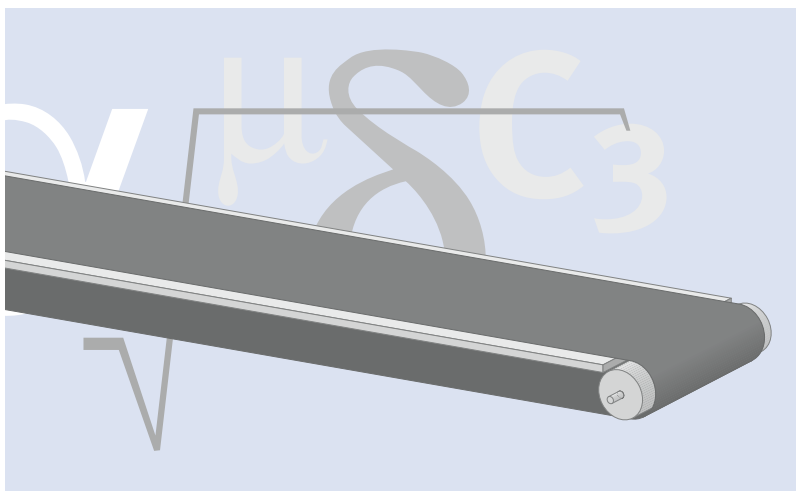


**siegling transtex**  
transportbänder

# TRANSPORTBAND- BERECHNUNG



## Inhalt

- 2 Vorwort
- 3 Terminologie
- 5 Anlagen für Stückguttransport
- 11 Dimensionierung von kraftabhängigen Spannsystemen
- 12 Anlagen für Schüttguttransport
- 15 Berechnungsbeispiel Stückguttransport

# VORWORT

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“.

# TERMINOLOGIE

## Erklärung der Kurzzeichen

Bezeichnung	Kurzzeichen	Einheit
Trommel-, Rollenbreite	b	mm
Bandbreite	b <sub>0</sub>	mm
Berechnungsfaktoren	C..	–
Trommel-, Rollendurchmesser	d	mm
Durchmesser der Antriebstrommel	d <sub>A</sub>	mm
Widerstandsbeiwert für Tragrollen	f	–
Trumkraft	F	N
maximale Bandzugkraft (an der Antriebstrommel)	F <sub>1</sub>	N
minimale Bandzugkraft (an der Antriebstrommel)	F <sub>2</sub>	N
Gewichtskraft des Spanngewichtes	F <sub>R</sub>	N
Umfangskraft	F <sub>U</sub>	N
Spanntrommelgewicht	F <sub>TR</sub>	N
beruhigte Wellenbelastung an der Antriebstrommel	F <sub>WA</sub>	N
Sofortwert der Wellenbelastung	F <sub>W sofort</sub>	N
beruhigte Wellenbelastung an der Umlenkstrommel	F <sub>WU</sub>	N
Erdbeschleunigung (9,81m/s <sup>2</sup> )	g	m/s <sup>2</sup>
Differenz der Trommelradien (Überhöhung)	h	mm
Förderhöhe	h <sub>T</sub>	m
relaxierte Bandzugkraft bei 1 % Dehnung pro Breitereinheit	k <sub>1%</sub>	N/mm
Tragrollenabstand im Obertrum	l <sub>0</sub>	mm
Übergangslänge	l <sub>S</sub>	mm
Tragrollenabstand im Untertrum	l <sub>u</sub>	mm
geometrische Bandlänge	L <sub>g</sub>	mm
Förderlänge	l <sub>T</sub>	m
Masse des Transportgutes auf der gesamten Transportlänge (Gesamtlast)	m	kg
Masse des Transportgutes auf dem Obertrum (Gesamtlast)	m <sub>1</sub>	kg
Masse des Transportgutes auf dem Untertrum (Gesamtlast)	m <sub>2</sub>	kg
Masse des Bandes	m <sub>B</sub>	kg
Masse des Transportgutes pro m Transportlänge im Obertrum (Streckenlast)	m' <sub>0</sub>	kg/m
Masse aller drehenden Trommeln, ausgenommen Antriebstrommel	m <sub>R</sub>	kg
Masse des Transportgutes pro m Transportlänge im Untertrum (Streckenlast)	m' <sub>u</sub>	kg/m
mechanische Motorleistung	P <sub>M</sub>	kW
errechnete mechanische Leistung an der Antriebstrommel	P <sub>A</sub>	kW
Liefertoleranz	Tol	%
Reibungszahl für Lauf über Rolle	μ <sub>R</sub>	–
Reibungszahl für Stau	μ <sub>ST</sub>	–
Reibungszahl für Lauf über Tisch	μ <sub>T</sub>	–
Bandgeschwindigkeit	v	m/s
Volumenstrom bei Schüttgutförderung	Ṁ	m <sup>3</sup> /h
Gesamtspannweg	X	mm
Banddurchhang	y <sub>B</sub>	mm
Trommeldurchbiegung	y <sub>Tr</sub>	mm
Spannreserve	Z	mm
Neigungswinkel der Anlage	α	°
Umschlingungswinkel an der Antriebstrommel (oder Einschnürtrommel)	β	°
Öffnungswinkel an der Spanntrommel	γ	°
Bandlängung (Gewichtsvorspannung)	ΔL	mm
zulässiger Neigungswinkel für Schüttgut	δ	°
Auflegedehnung	ε	%
maximale Banddehnung	ε <sub>max</sub>	%
Antriebswirkungsgrad	η	–
Schüttdichte des Fördergutes	ρ <sub>S</sub>	kg/m <sup>3</sup>



# ANLAGEN FÜR STÜCKGUTTRANSPORT

Belastungsbeispiele zur Ermittlung der maximalen Umfangskraft  $F_u$  [N]

$m = l_T \cdot \text{Metergewicht des Transportgutes}$   
 $F_U = \mu_R \cdot g \cdot (m + m_B + m_R)$  [N]

$F_U = \mu_T \cdot g \cdot (m + \frac{m_B}{2}) + \mu_R \cdot g \cdot (\frac{m_B}{2} + m_R)$  [N]

$F_U = \mu_T \cdot g \cdot (m_1 + m_2 + m_B)$  [N]

Transportrichtung ansteigend:  
 $F_U = \mu_R \cdot g \cdot (m + m_B + m_R) + g \cdot m \cdot \sin \alpha$  [N]

Transportrichtung fallend:  
 $F_U = \mu_R \cdot g \cdot (m + m_B + m_R) - g \cdot m \cdot \sin \alpha$  [N]

Transportrichtung ansteigend:  
 $F_U = \mu_T \cdot g \cdot (m + \frac{m_B}{2}) + \mu_R \cdot g \cdot (\frac{m_B}{2} + m_R) + g \cdot m \cdot \sin \alpha$  [N]

Transportrichtung fallend:  
 $F_U = \mu_T \cdot g \cdot (m + \frac{m_B}{2}) + \mu_R \cdot g \cdot (\frac{m_B}{2} + m_R) - g \cdot m \cdot \sin \alpha$  [N]

$F_U = \mu_T \cdot g \cdot (m + \frac{m_B}{2}) + \mu_R \cdot g \cdot (\frac{m_B}{2} + m_R) + \mu_{ST} \cdot g \cdot m$  [N]

$F_U = \text{bitte anfragen}$  [N]

$F_U = \text{bitte anfragen}$  [N]

# ANLAGEN FÜR STÜCKGUTTRANSPORT

## Haft-Reibungszahlen $\mu_s$ für verschiedene Beschichtungen (Richtwerte)

Beispiel:	Laufseite mit PVC imprägniert (FS) PVK125 CxFS-NA schwarz FR	Laufseite gebürstet (B) PVC120 LT CTxB-NA schwarz	Laufseite dünn beschichtet (F) PVC120 OFR CxF-NA weiß	Laufseite mit RFL imprägniert (BB) PHR2-90MF LixBB-NA schwarz FR	Laufseite dick beschichtet (C) PVC200 OFR-OSHA CxC weiß
$\mu_T$ (Tisch)	0,35	0,35	0,8	0,45	nicht zu empfehlen
$\mu_R$ (Rolle)	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05
$\mu_{ST}$ (Stau)	0,4	0,4	0,8	0,5	0,9

## Maximale Bandzugkraft $F_1$

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

$$F_1 = \frac{P_M \cdot \eta \cdot C_1 \cdot 1000}{v} \quad [N]$$

Bei kalkulierbarer Umfangskraft  $F_U$

Wenn die Umfangskraft  $F_U$  nicht kalkulierbar ist, kann  $F_1$  aus der installierten Motorleistung  $P_M$  ermittelt werden.

## Faktor $C_1$ (gilt für die Antriebstrommel)

Siegling Transtex Laufseitenbeschichtung	Gebürstet (B) oder imprägniert (FS, BB)					
	Umschlingungswinkel $\beta$	180°	210°	240°	270°	300
blanke Stahltrommel		2,1	1,9	1,8	1,6	1,5
Trommel mit Reibbelag		1,6	1,5	1,4	1,3	1,3

Siegling Transtex Laufseitenbeschichtung	Dünn (F) oder dick beschichtet (C)					
	Umschlingungswinkel $\beta$	180°	210°	240°	270°	300
blanke Stahltrommel		1,6	1,5	1,4	1,3	1,3
Trommel mit Reibbelag		nicht zu empfehlen				

## Minstdurchmesser der Antriebstrommel $d_A$

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

**Faktor C<sub>2</sub>**  
Kontrolle des gewählten Transtex-Typs

Anmerkung: Bei gelochten Bändern muss von b<sub>0</sub> die Anzahl der querschnittmindernden Löcher abgezogen werden. Bei starker Temperatureinwirkung ändern sich die C<sub>2</sub>-Faktoren. Bitte Rücksprache.

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

Ist der Wert  $\frac{F_1}{b_0}$  größer als C<sub>2</sub>,

muss ein Bandtyp mit höherem k<sub>1%</sub>-Wert eingesetzt werden.

C<sub>2</sub> ist ein Maß für die maximal zulässige Bandkraft des Bandtyps:

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

Verbindliche Angaben zum relaxierten k<sub>1%</sub>-Wert finden sich in den Produkt-Datenblättern. Für Beispiel- und Überschlagsrechnungen ohne Datenblatt kann unverbindlich angenommen werden:

Siegling Transtex PVC		Siegling Transtex PVK		Siegling Transtex PHR		Siegling Transtex PU	
Typklasse k <sub>1%</sub> in N/mm	Typklasse k <sub>1%</sub> in N/mm	Typklasse k <sub>1%</sub> in N/mm	Typklasse k <sub>1%</sub> in N/mm	Typklasse k <sub>1%</sub> in N/mm	Typklasse k <sub>1%</sub> in N/mm	Typklasse k <sub>1%</sub> in N/mm	Typklasse k <sub>1%</sub> in N/mm
PVC 120	8	PVK 100	11	PHR2-90	5	PU2-150	8
PVC 150	8,5	PVK 125	12	PHR2-160	11	PU120	11
PVC 200	11	PVK 150	12	PHR3-135	8	PU150	11
PVC 350	17	PVK 200	15	PHR3-200	19	PU200	15
PVC 450	24			PHR3-265	25		

Verbindliche Angaben zu den maximalen Betriebsdehnungen finden sich in den Produkt-Datenblättern. Für Beispiel- und Überschlagsrechnungen ohne Datenblatt kann unverbindlich angenommen werden:

	Siegling Transtex PVC, PVK, PU	Siegling Transtex PHR, PU2
ε <sub>max</sub> in %	2,0	2,0

**Faktor C<sub>3</sub>**  
(gilt für die Antriebstrommel)

Siegling Transtex Laufseitenbeschichtung	Laufseite mit PVC imprägniert (FS)	Laufseite gebürstet (B)	Laufseite dünn beschichtet (F)	Laufseite mit RFL imprägniert (BB)	Laufseite dick beschichtet (C)
<b>blanke Stahltrommel</b>					
trocken	40	40	30	40	25
nass	nicht zu empfehlen	nicht zu empfehlen	nicht zu empfehlen	nicht zu empfehlen	50
<b>Trommel mit Reibbelag</b>					
trocken	30	30	25	30	25
nass	40	40	40	40	30

**Mechanische Leistung an der Antriebstrommel P<sub>A</sub>**

$$P_A = \frac{F_U \cdot v}{1000}$$

[kW]

**Erforderliche mechanische Motorleistung P<sub>M</sub>**

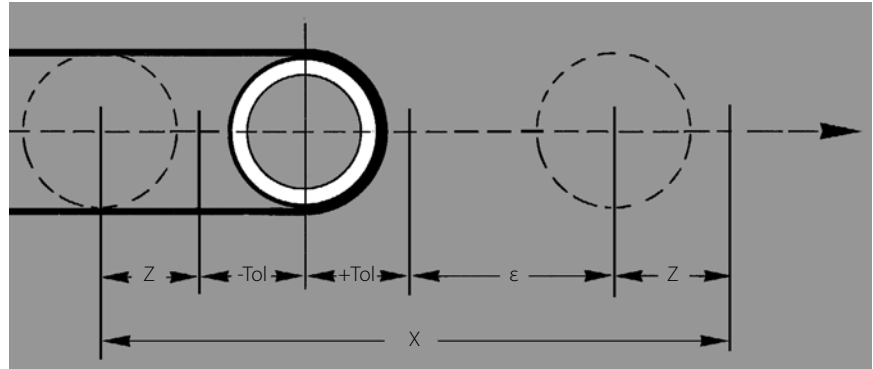
$$P_M = \frac{P_A}{\eta} \text{ [kW]} = \text{gewählt wird der nächstgrößere Normmotor}$$

# ANLAGEN FÜR STÜCKGUTTRANSPORT

## 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  $Z$  begründen, wie z.B. Temperatureinfluss, Stop-and-go-Betrieb.

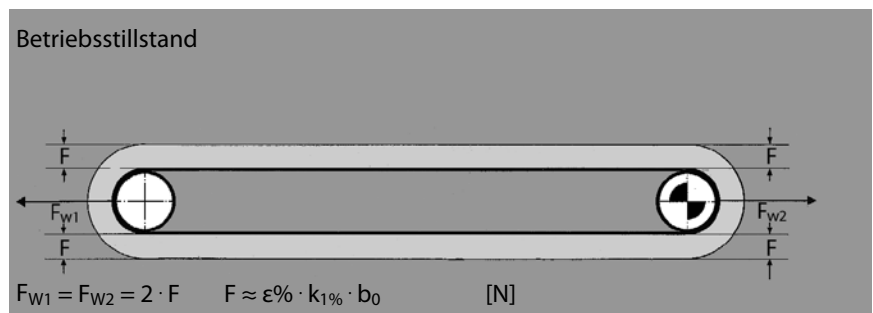


4. das Erleichtern der Bandmontage durch Verschiebung der Spanntrommel um den Betrag  $Z$  nach innen.

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 $F$

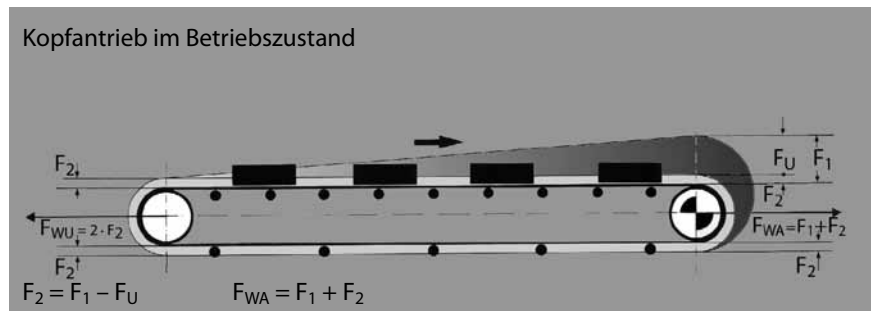
Bei der Abschätzung der Wellenbelastungen bitte die unterschiedlichen Bandzugkräfte zwischen Anlagenstillstand und Betriebszustand bewerten.



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

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

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

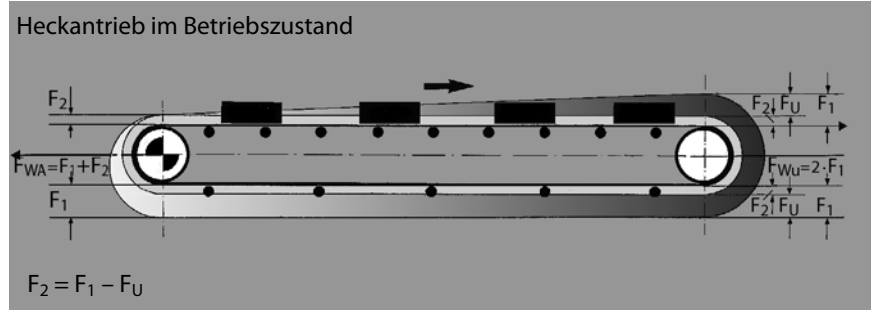




## Richtwerte für die Auflegedehnung $\epsilon$ bei Heckantrieb

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

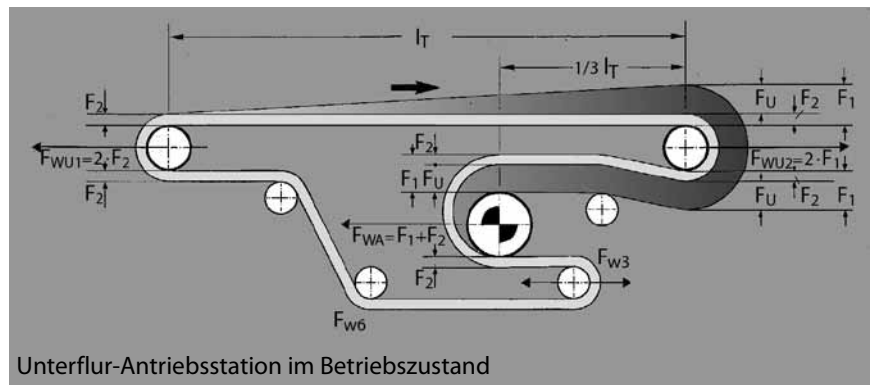
$$\epsilon = \frac{F_U/2 + 2 \cdot F_2 + F_U}{2 \cdot k_{1\%} \cdot b_0} \quad [\%]$$



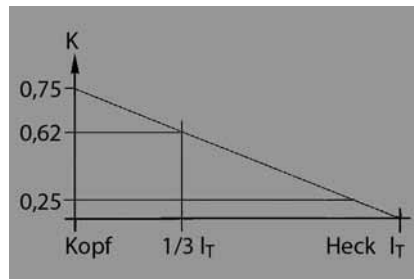
## Richtwerte für die Auflegedehnung $\epsilon$ bei Unterflur-Antriebsstation

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

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



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



# ANLAGEN FÜR STÜCKGUTTRANSPORT

## Richtwerte für die Wellenbelastung 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 Einschnürtrommel  $\beta = 60^\circ$

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

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

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

## 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  $F_{W\text{sofort}}$  auftreten können, die zumindest bei der statischen Dimensionierung einzelner Bauteile (Lager) berücksichtigt werden müssen. Als Anhaltswert kann angenommen werden:

$$F_{W\text{sofort}} = F_W \cdot 1,5$$

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

# DIMENSIONIERUNG VON KRAFTABHÄNGIGEN SPANNSYSTEMEN

## Bestimmung von $F_R$

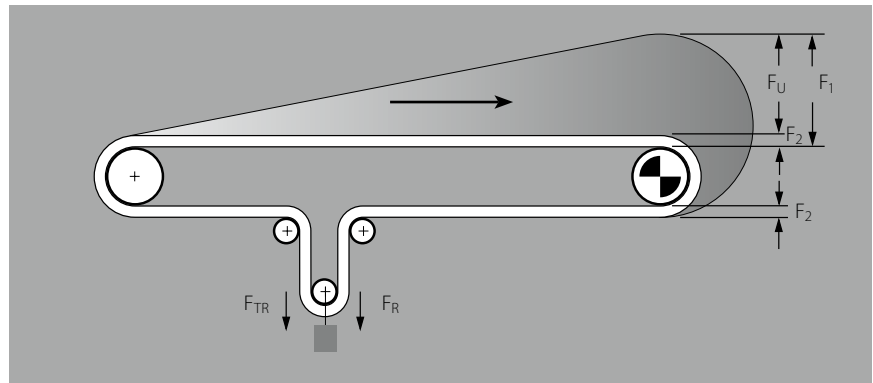
Bei gewichtsbelasteten Spannstationen muss das Spanngewicht die ablaufende Trumkraft  $F_2$  erzeugen, um eine einwandfreie Mitnahme des Bandes auf der Antriebstrommel zu erreichen (ähnlich wirken feder-, pneumatische und hydraulische Spannstationen).

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 Liefertoleranz  $Tol$ , der Spannreserve  $Z$  und der Bandauswahl.

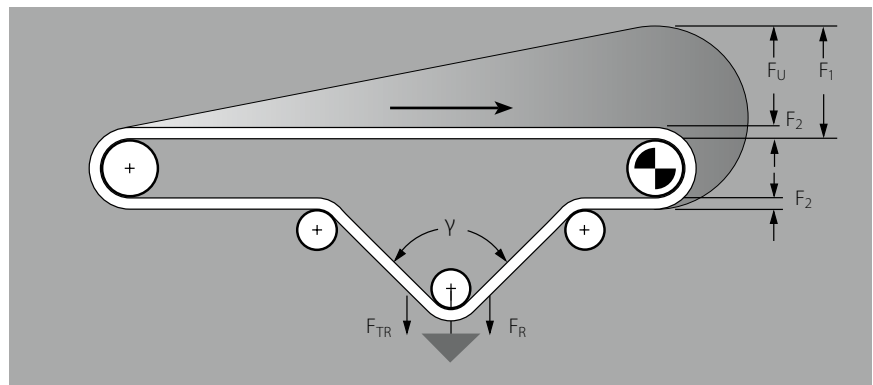
$$F_R = 2 \cdot F_2 - F_{TR} \quad [N]$$

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

## 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.

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

Schüttgut	$\delta$ (ca.°)
Mehl	15 – 18
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

## Schüttdichte einiger Schüttgüter $\rho_S$

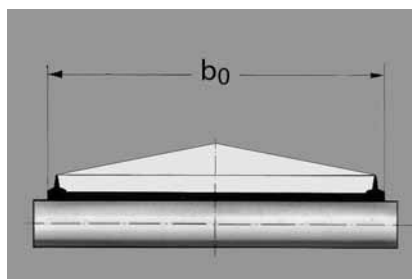
Transportgut	Schüttdichte $\rho_S$ [ $10^3$ kg/m <sup>3</sup> ]
Asche, kalt, trocken	0,7
Erde, feucht	1,5 – 1,9
Getreide (außer Hafer)	0,7 – 0,85
Holz, hart	0,6 – 1,2
Holz, weich	0,4 – 0,6
Holz, Späne	0,35
Holzkohle	0,2
Hülsenfrüchte	0,85
Kalk, stückig	1,0 – 1,4
Kunstdünger	0,9 – 1,2
Kartoffeln	0,75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

## 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.

$b_0$ [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

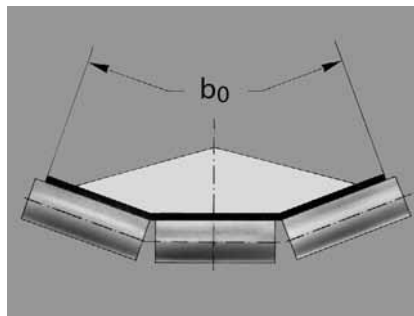


## Volumenstrom $\dot{V}$ für gemuldete Transportbänder

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

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	14	16	18	20	22
Faktor $C_6$	1,0	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	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
Faktor $C_4$	2	1,9	1,8	1,7	1,5	1,3

# ANLAGEN FÜR SCHÜTTGUTTRANSPORT

## Widerstandsbeiwert für Tragrollen $f$

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

## Ermittlung der Transportgutmasse $m$

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

## Ermittlung der Umfangskraft $F_U$

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

(-) fallend  
 (+) steigend

weitere Berechnung wie Stückgut

## Tragrollenabstände

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

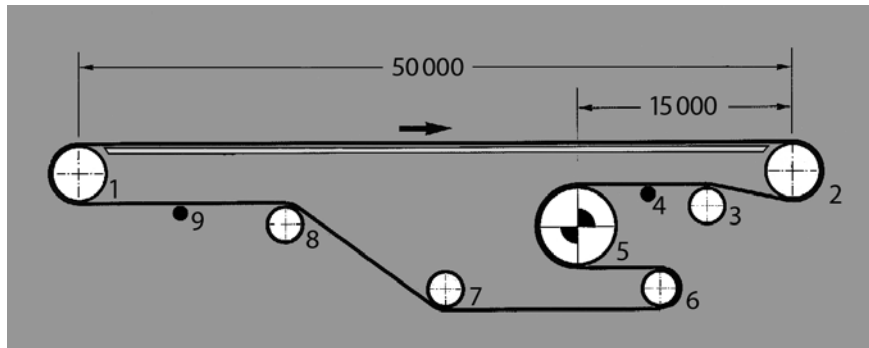
$$l_0 = \sqrt{\frac{y_B \cdot 800 \cdot F}{m'_0 + m'_B}} \quad [\text{mm}]$$

$$l_0 = \frac{8 \cdot F}{m'_0 + m'_B} \quad [\text{mm}]$$

$l_0$  = Tragrollenabstand im Obertrum in mm  
 $y_B$  = maximaler Durchhang des Förderbandes in mm  
 $F$  = Bandzugkraft an der betreffenden Stelle in N  
 $m'_0 + m'_B$  = Gewicht von Transportgut und -band in kg/m

# 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 blank, Spindelspannstation, Tragrollen 14 Stück. Vorgesehener Bandtyp: Siegling Transtex PVC200 P CxB-NA schwarz (908028) mit  $k_{1\%} = 11 \text{ N/mm}$ .



Umlenktrommeln 1, 2, 6  
Einschnürtrommeln 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	$b_0 = 1000 \text{ mm}$
Gesamtlast	$m = 2000 \text{ kg}$
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]

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

$$F_U = 0,35 \cdot 9,81 \left( 2000 + \frac{672}{2} \right) + 0,04 \cdot 9,81 \left( \frac{672}{2} + 570 \right)$$

$$F_U \approx 8376 \text{ N}$$

$$m = 2000 \text{ kg}$$

$$\mu_R = 0,04$$

$$\mu_T = 0,35$$

$$m_B = 672 \text{ kg (aus } 6,4 \text{ kg/m}^2 \cdot 105 \text{ m} \cdot 1 \text{ m)}$$

## Maximale Bandzugkraft $F_1$ [N]

$$F_U = 8376 \text{ N}$$

$$C_1 = 1,6$$

$$F_1 = F_U \cdot C_1$$

$$F_1 = 8376 \cdot 1,6$$

$$F_1 \approx 13402 \text{ N}$$

## Kontrolle des gewählten Bandtyps

$$F_1 = 13402 \text{ N}$$

$$b_0 = 1000 \text{ mm}$$

$$k_{1\%} = 11 \text{ N/mm}$$

$$\epsilon_{\max} = 2 \%$$

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

$$\frac{13402}{1000} \leq 2 \cdot 11 \text{ N/mm}$$

$$13,4 \text{ N/mm} \leq 22 \text{ N/mm}$$

Der Bandtyp ist richtig gewählt.

# BERECHNUNGSBEISPIEL FÜR STÜCKGUTTRANSPORT

## Mindest-Antriebsstrommeldurchmesser

$$F_U = 8376 \text{ N}$$

$$C_3 = 25$$

$$\beta = 180^\circ$$

$$b_0 = 1000 \text{ mm}$$

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

$$d_A = \frac{8376 \cdot 25 \cdot 180^\circ}{1000 \cdot 180^\circ} \quad [\text{mm}]$$

$$d_A = 209 \text{ mm}$$

$d_A$  ausgeführt mit 250 mm

## Leistung $P_A$ an der Antriebstrommel

$$F_U = 8376 \text{ N}$$

$$v = 0,8 \text{ m/s}$$

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

$$P_A = \frac{8376 \cdot 0,8}{1000}$$

$$P_A \approx 6,7 \text{ kW}$$

## Erforderliche Motorleistung $P_M$

$$P_A = 6,7 \text{ kW}$$

$$\eta = 0,8 \text{ (angenommen)}$$

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

$$P_M = \frac{6,7}{0,8} \quad [\text{kW}]$$

$$P_M \approx 8,4 \text{ kW}$$

$P_M$  ausgeführt mit 9,0 kW oder höher

## Mindest-Auflegedehnung bei Unterflurantrieb

$$F_U = 8376 \text{ N}$$

$$C_1 = 1,6$$

$$K = 0,62$$

$$k_{1\%} = 11 \text{ N/mm für Siegling Transtex PVC200 P CxB-NA schwarz (908028)}$$

$$b_0 = 1000 \text{ mm}$$

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

$$\varepsilon = \frac{8376 (1,6 - 0,62)}{9 \cdot 1000} \quad [\%]$$

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



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

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

$$F_1 = 13402 \text{ N}$$

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

$$F_{W2} = 2 \cdot 13402 \text{ N}$$

$$F_{W2} \approx 26804 \text{ N}$$

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

$$F_2 = F_1 - F_U$$

$$F_2 = 13402 - 8376$$

$$F_2 = 5026 \text{ N}$$

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

$$F_{W1} = 2 \cdot 5026 \text{ N}$$

$$F_{W1} \approx 10052 \text{ N}$$

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

$$F_1 = 13402 \text{ N}$$

$$F_2 = F_1 - F_U$$

$$F_2 = 13402 - 8376$$

$$F_2 = 5026 \text{ N}$$

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

$$F_{W5} = 13402 + 5026$$

$$F_{W5} \approx 18428 \text{ N}$$

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

Beeinflusst von der Trumkraft  $F_2$  gilt die Berechnung von  $F_{W3}$  gemäß Formel Seite 10.

**Wellenbelastung im Betriebsstillstand**

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

$$F_{W1} \text{ Stillstand} = 10800 \text{ N}$$

$$F_{W1} \text{ Betrieb} = 10052 \text{ N}$$

Anmerkung

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

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

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).

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

$$F = \varepsilon [\%] \cdot k_{1\%} \cdot D_0 \quad [\text{N}]$$

$$F_W = 2 \cdot F$$

$$F_W = 2 \cdot 0,6 \cdot 9 \cdot 1000$$

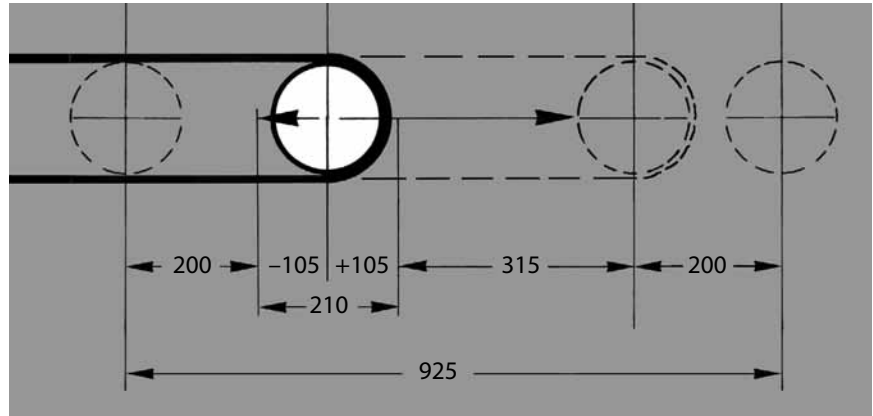
$$F_W \approx 10800 \text{ N}$$

$$F_W = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \beta}$$

$$F_W = [\text{N}]$$

# BERECHNUNGSBEISPIEL FÜR STÜCKGUTTRANSPORT

Verstellweg



Tol = ± 0,2 %  
 ε = 0,6 %  
 L<sub>g</sub> = 105000 mm  
 Z = 200 mm

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

$$X = \frac{\frac{2 \cdot 0,2 \cdot 105000}{100} + \frac{0,6 \cdot 105000}{100}}{2} + 400 \quad [\text{mm}]$$

$$X = 210 + 315 + 400 \quad [\text{mm}]$$

$$X \approx 925 \text{ mm}$$



## Siegling – total belting solutions

Engagierte Mitarbeiter, qualitätsorientierte Organisation und Fertigungsabläufe sichern den konstant hohen Standard unserer Produkte und Dienstleistungen. Das Forbo Siegling Qualitätsmanagementsystem ist nach ISO 9001 zertifiziert.

Neben der Produktqualität ist der Umweltschutz ein wichtiges Unternehmensziel. Schon früh haben wir deshalb ein ebenfalls zertifiziertes Umweltmanagementsystem nach ISO 14001 eingeführt.



Best.-Nr. 301-1  
03/19 - UDH - Nachdruck, Vervielfältigung – auch auszugsweise – nur mit unserer Genehmigung, Änderungen vorbehalten.



### Forbo Siegling Service – jederzeit, überall

Forbo Siegling beschäftigt in der Firmengruppe mehr als 2.500 Mitarbeiter. Unsere Produkte werden weltweit in zehn Produktionsstätten hergestellt. Gesellschaften und Landesvertretungen mit Materiallagern und Werkstätten finden Sie in über 80 Ländern. Forbo Siegling Service-stationen gibt es in mehr als 300 Orten der Welt.

#### Forbo Siegling GmbH

Lilienthalstraße 6/8, D-30179 Hannover  
Telefon +49 511 6704 0  
[www.forbo-siegling.com](http://www.forbo-siegling.com), [siegling@forbo.com](mailto:siegling@forbo.com)



MOVEMENT SYSTEMS