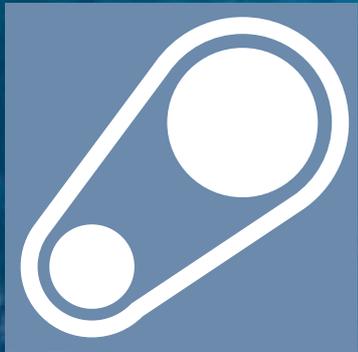
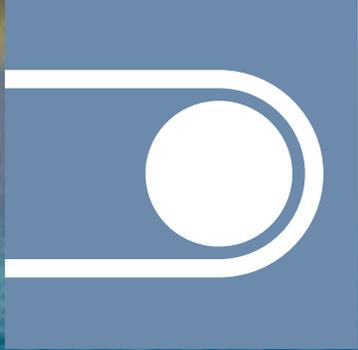




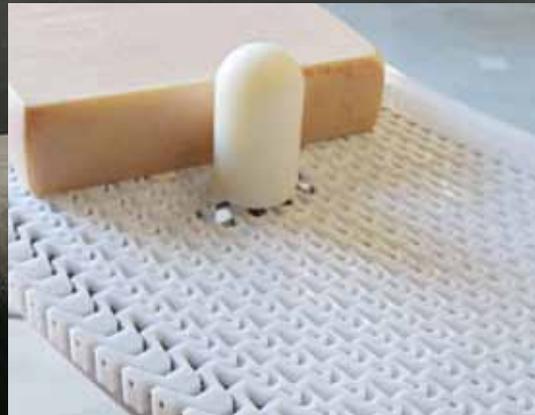
**siegling extremultus**  
flachriemen

# KOMPENDIUM FLACHRIEMEN



<b>1</b>	<b><u>Siegling – total belting solutions</u></b> .....	<b>5</b>	<b>6</b>	<b><u>Verbindungs- und Konfektionierungstechnik</u></b> .....	<b>57</b>
1.1	<u>Unternehmen und Konzern</u> .....	6	6.1	<u>Allgemeine Hinweise</u> .....	58
1.2	<u>Produkte und Märkte</u> .....	7	6.2	<u>Verbindungsarten</u> .....	59
<b>2</b>	<b><u>Siegling Extremultus Flachriemen</u></b> ....	<b>9</b>	6.3	<u>Möglichkeiten der Konfektionierung</u> .....	62
2.1	<u>Historie Flachriemen</u> .....	10	<b>7</b>	<b><u>Riemenscheiben</u></b> .....	<b>65</b>
2.2	<u>Werkstoffe und Aufbau</u> .....	16	7.1	<u>Geometrien von Riemenscheiben</u> .....	66
2.3	<u>Allgemeine Eigenschaften kraftschlüssiger Riemengetriebe</u> .....	22	7.2	<u>Abmessungen und Qualität von Riemenscheiben</u> .	68
2.4	<u>Kraftschlüssige Riemengetriebe im Vergleich</u> .....	24	7.3	<u>Einsatz balliger Riemenscheiben</u> .....	69
2.5	<u>Besondere Stärken des Flachriemens</u> .....	26	<b>8</b>	<b><u>Berechnung der Antriebsriemen</u></b> ....	<b>71</b>
2.6	<u>Anwendungsgruppen</u> .....	28	8.1	<u>Allgemeine Hinweise</u> .....	72
<b>3</b>	<b><u>Riemenauswahl</u></b> .....	<b>33</b>	8.2	<u>Kraftübertragung am Flachriemen</u> .....	73
3.1	<u>Allgemeine Hinweise</u> .....	34	8.3	<u>Terminologie</u> .....	74
3.2	<u>Zugträger</u> .....	35	8.4	<u>Rechengang</u> .....	75
3.3	<u>Beschichtungsmaterialien</u> .....	36	8.5	<u>Betriebsfaktor <math>c_2</math></u> .....	76
3.4	<u>Product Finder Extremultus</u> .....	38	8.6	<u>Grundauflegedehnung <math>c_4</math></u> .....	77
3.5	<u>B_Rex Berechnungsprogramm</u> .....	39	8.7	<u>Dehnungszuschlag für Fliehkraft <math>c_5</math></u> .....	82
<b>4</b>	<b><u>Fertigungsdaten</u></b> .....	<b>41</b>	8.8	<u>Schwingungsberechnung</u> .....	84
4.1	<u>Fertigungstoleranzen</u> .....	42	8.9	<u>Berechnungsbeispiel</u> .....	86
4.2	<u>Lieferformen</u> .....	43	<b>9</b>	<b><u>Troubleshooting</u></b> .....	<b>89</b>
<b>5</b>	<b><u>Umgang mit Flachriemen</u></b> .....	<b>45</b>	9.1	<u>Installation</u> .....	90
5.1	<u>Lagerung</u> .....	46	9.2	<u>Verbindungsöffnung</u> .....	91
5.2	<u>Zustand der Anlage</u> .....	47	9.3	<u>Lärmentwicklung</u> .....	92
5.3	<u>Auflegen und Spannen</u> .....	48	9.4	<u>Schlechtes Laufverhalten</u> .....	93
5.4	<u>Pflege und Umgang</u> .....	54	9.5	<u>Verschleiß</u> .....	95
			9.6	<u>Veränderungen der Eigenschaften</u> .....	97
			<b>10</b>	<b><u>Glossar</u></b> .....	<b>99</b>
			<b>11</b>	<b><u>Rechtlicher Hinweis</u></b> .....	<b>107</b>

Nicht immer sichtbar, jedoch fast überall präsent, sorgt Forbo Movement Systems dafür, dass die Arbeitsschritte in Intralogistik und Produktion reibungslos und optimal ablaufen. Unsere Lösungen zeichnen sich durch hohe Wirtschaftlichkeit, Präzision und Zuverlässigkeit aus. Als kompetenter Partner bei der Entwicklung branchenspezifischer und zukunftsweisender Lösungen zum Antreiben, Fördern und Fertigen sind wir international gefragt.



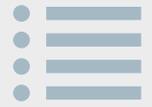


# 1 SIEGLING – TOTAL BELTING SOLUTIONS

1.1 [Unternehmen und Konzern](#)

1.2 [Produkte und Märkte](#)

# 1.1 UNTERNEHMEN UND KONZERN



Forbo Movement Systems ist ein Geschäftsbereich der Forbo Holding AG. Der Sitz der Gesellschaft befindet sich in Baar im Kanton Zug/Schweiz. Die Gesellschaft ist an der SIX Swiss Exchange notiert. Forbo ist weltweit tätig und beliefert mit seinen beiden Geschäftsbereichen Forbo Flooring Systems und Forbo Movement Systems verschiedenste Branchen und Märkte.

Der Geschäftsbereich Movement Systems nimmt weltweit eine führende Stellung als Anbieter von hochwertigen Transport- und Prozessbändern, Plastikmodulbändern, erstklassigen Antriebsriemen sowie Zahn- und Flachriemen aus

synthetischen Materialien ein. Sie werden für unterschiedlichste Anwendungen in der Industrie sowie in Handels- und Dienstleistungsbetrieben eingesetzt, zum Beispiel als Förder- und Prozessbänder in der Lebensmittelindustrie, als Laufbänder in Fitnessstudios oder als Flachriemen in Briefverteilanlagen.

Movement Systems beschäftigt mehr als 2.200 Mitarbeitende und verfügt über ein internationales Netz von Gesellschaften und Landesvertretungen mit Materiallagern und Werkstätten in über 80 Ländern.





Die zunehmende Globalisierung der Märkte erfordert innovative Konzepte für Produktion, Materialfluss und Logistik, wobei Transport- und Prozessbänder sowie Antriebsriemen häufig eine zentrale Rolle spielen. Mit diesen Produkten halten wir die Welt am Laufen. Wir verbinden Güter- und Menschenströme in Industrie- und Dienstleistungsbetrieben, in Bäckereien und Flughäfen, in Logistikzentren, Druckereien, Fitnessstudios und überall dort, wo Bewegung eine entscheidende Rolle spielt.

## Unsere Produkte

### **siegling transilon** transport- und prozessbänder

... sind mehrschichtige, gewebebasierte oder aus homogenen Materialien hergestellte Bänder. Sie sichern rationellen Materialfluss und wirtschaftliche Prozessabläufe in allen Bereichen der Leichtfördertechnik.

### **siegling transtex** transportbänder

... sind mehrschichtige, gewebebasierte Bänder mit besonders robustem Aufbau und deshalb die Spezialbänder für ebensolche Anwendungen.

### **siegling extremultus** flachriemen

... sind mehrschichtige-, basierend auf Polyamidband oder Gewebe sowie aus homogenen Materialien hergestellte Riemen. Sie optimieren als Antriebs- und Transportelemente die Leistungsübertragung und viele Produktionsprozesse.

### **siegling prolink** modulbänder

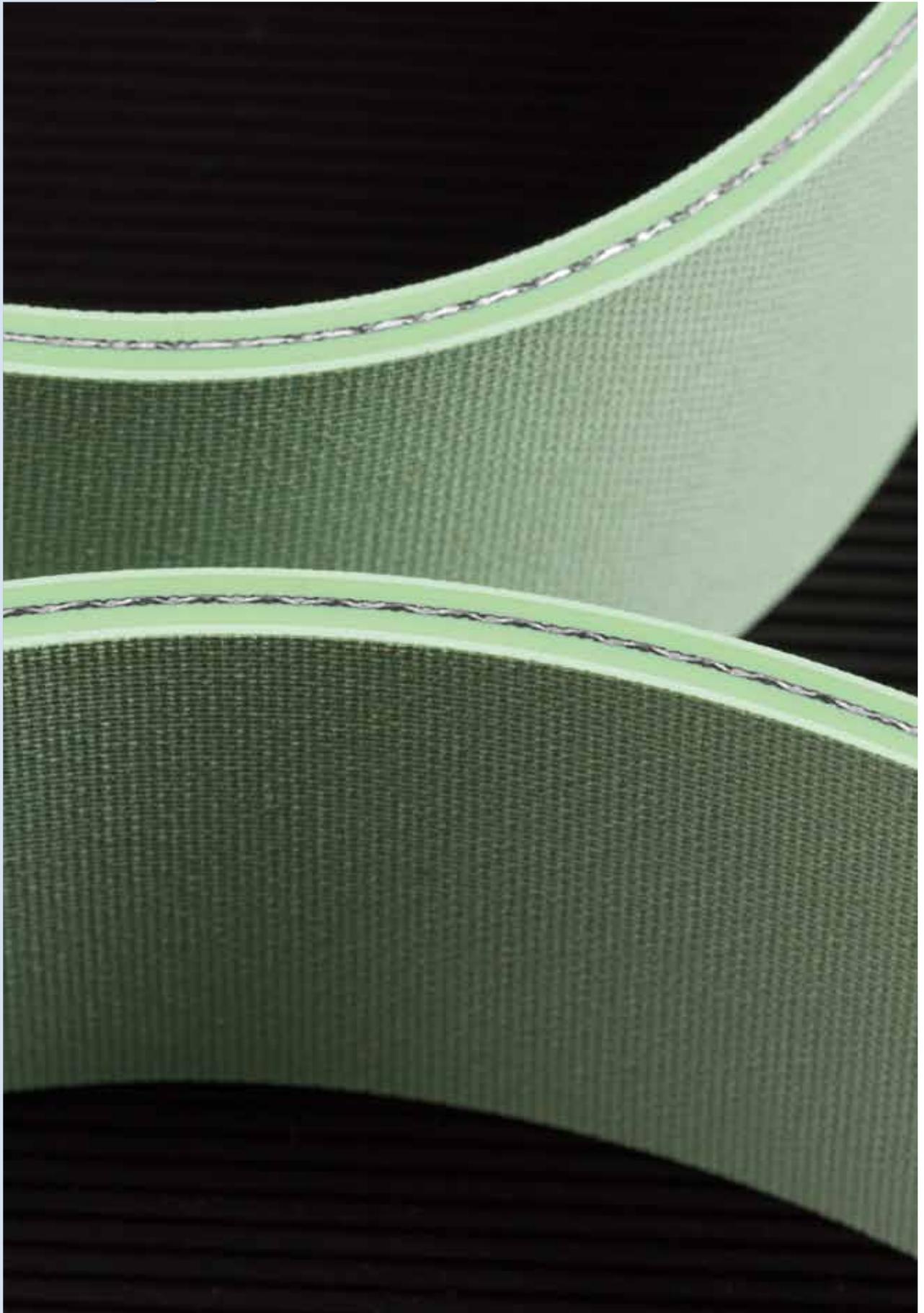
... sind aus homogenen Kunststoffen hergestellte und mit Scharnierösen verbundene Module unterschiedlicher Bauart. Mit ihrer Hilfe lassen sich Transport- und Prozessaufgaben oft besonders gut kombinieren.

### **siegling proposition** zahnriemen

... sind aus homogenen Kunststoffen hergestellte formschlüssige Riemen mit unterschiedlichen Zugträgern; insbesondere für den anspruchsvollen Einsatz beim Beschleunigen, Takten und Positionieren.

## Unsere wesentlichen Märkte sind

- Lebensmittelindustrie ▶ Lebensmittelverarbeitung, Landwirtschaft und Verpackungsindustrie
- Logistik, Flughäfen ▶ Intralogistik, Verteilzentren, Gepäckverarbeitung
- Industrielle Produktion ▶ Automotive, Reifen, sonstige Industrien
- Rohstoffe ▶ Baumaterialien, Holz und Stein
- Textilindustrie ▶ Garnherstellung, Nonwoven, Textildruck
- Papierindustrie ▶ Papier-, Karton- und Wellpappenherstellung und -verarbeitung sowie Briefverteilung
- Druckindustrie ▶ Rotationsdruck, Bogendruck, Digitaldruck und Weiterverarbeitung
- Sport und Freizeit ▶ Laufbänder, Ski-Transportbänder, Ski-Beschleunigungsbänder, Powerbelt
- Tabakindustrie ▶ Rohtabak und Zigarettenherstellung

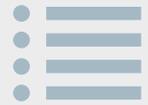




# 2 **SIEGLING** **EXTREMULTUS** FLACHRIEMEN

- 2.1 [Historie Flachriemen](#)
- 2.2 [Werkstoffe und Aufbau](#)
- 2.3 [Allgemeine Eigenschaften kraftschlüssiger Riemengetriebe](#)
- 2.4 [Kraftschlüssige Riemengetriebe im Vergleich](#)
- 2.5 [Besondere Stärken des Flachriemens](#)
- 2.6 [Anwendungsgruppen](#)

# 2.1 HISTORIE FLACHRIEMEN



## Die industrielle Revolution

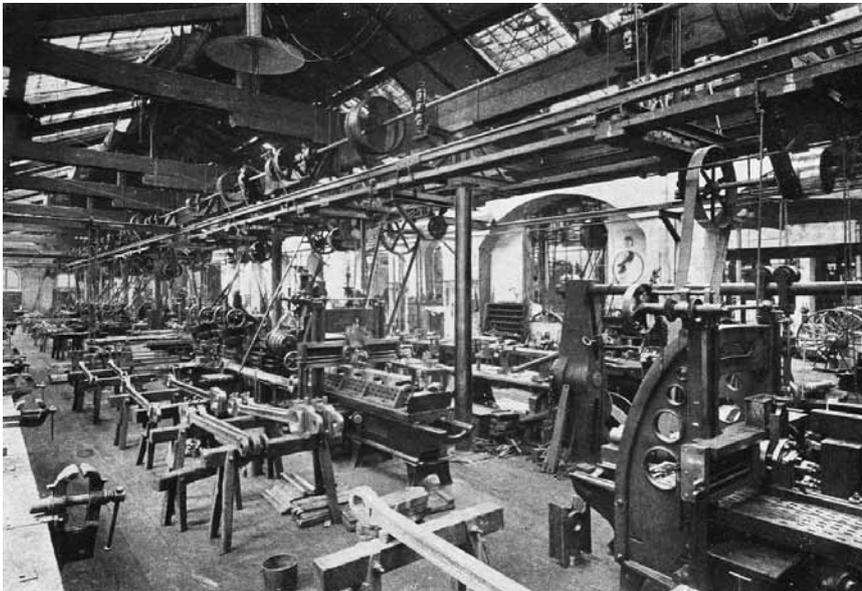
In vorindustrieller Zeit wurden die Kräfte der Natur durch Achsen, Zahnradgetriebe und Zugmittel wie Ketten und Seile nutzbar gemacht. Normalerweise wurde dafür eine Verbindung zwischen dem Erzeuger und einem einzigen Verbraucher hergestellt: vom Windmühlenflügel zum Mahlstein, vom Zugtier zum Schöpfrad, vom Wasserrad zum Schmiedehammer. Dieses Prinzip hatte jahrtausendlang Bestand – bis, völlig unabhängig von Wind- oder Wasserkraft, die Dampfmaschine mechanische Leistung auf Abruf bot, die so groß war, dass viele Verbraucher damit versorgt werden konnten.

Nach ihrer Erfindung zu Beginn des 18. Jahrhunderts hatten die ersten Dampfmaschinen noch einen schlechten Wirkungsgrad. Erst 1769 erhielt James Watt das Patent auf seine Erfindung des doppelwirkenden Kolbens, mit dem die Leistungsfähigkeit enorm gesteigert wurde. Im Lauf des 19. Jahrhunderts wurde der Wirkungsgrad durch eine Reihe von Erfindungen weiter verbessert, die Bauweise kompakter, der Einsatz immer effektiver. Die Verbreitung der Dampfmaschine entfachte in den Manufakturen die industrielle Revolution. Mit ihrem Siegeszug trat der Flachriemen in großem Stil auf den Plan. Über Stahlwellen an der Hallendecke, Riemenscheiben und flache

Transmissionsriemen aus Leder wurden die einzelnen Produktionsmaschinen angetrieben. Transmissionsriemen verbanden die Dampfmaschine unkompliziert und zuverlässig mit den neuen mechanischen Erfindungen jener Zeit, wie Werkzeugmaschinen, Spinnmaschinen oder mechanische Webstühle.

Auch Landmaschinen und Kraftfahrzeuge (die ersten wurden zunächst mit Dampfmaschinen betrieben) nutzten bis weit in das 20. Jahrhundert hinein Flachriemen zur Leistungsübertragung.





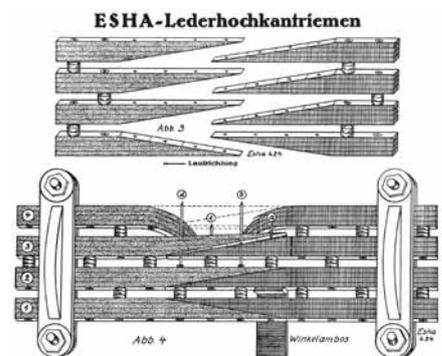
Produktionshalle 1906.  
Die einzelnen Bearbeitungsmaschinen werden über eine zentrale Transmissionswelle unter der Hallendecke angetrieben.

## Siegling prägt die Flachriemenentwicklung

1919 gründete Ernst Siegling unter seinem Namen eine Treibriemenfabrik in Hannover und begann kurz darauf mit der Produktion von Flachriemen aus Leder.

Anfang der 1920er Jahre verhalf er einer neuen Flachriemen-Bauweise zum Durchbruch: dem Chromleder-

Hochkantriemen. Hochkant gestellte Lederriemen wurden dabei mit Nietstiften quer zur Laufrichtung verbunden. Der Riemen war dadurch besonders robust, gleichmäßig und effizient. Bei geringerer Wellenbelastung bot er eine höhere Leistungsübertragung und geringeren Schlupf.



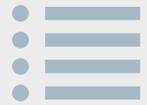
Oben:  
Aufbau des Chromleder-Hochkantriemens  
(Darstellung aus dem Jahr 1925).

Rechts: Ernst Siegling

Links:  
Ernst Siegling im Kreis der Belegschaft in den  
1920er Jahren.



## 2.1 HISTORIE FLACHRIEMEN



Nach wie vor schlugen aber die Nachteile des Naturproduktes Leder zu Buche: Leder längt sich mit der Zeit, was dazu führte, das die Riemen in regelmäßigen Abständen gekürzt werden mussten. Darüber hinaus waren sie nicht besonders formstabil und obendrein feuchtigkeitsempfindlich. Gleichzeitig stiegen die technischen Anforderungen der industriellen Abnehmer. Mit dem Aufkommen von Motoren wurde die Energieverteilung durch Transmissionen immer mehr verdrängt und der Einzelantrieb von Werkzeugmaschinen zum Normalfall. Damit standen Flachriemen in harter Konkurrenz zu anderen Getriebevarianten.

Ernst Siegling entwickelte sein Flachriemenprogramm deshalb konsequent weiter. Zu Beginn der 1930er Jahre wurden die ersten Flachriemen mit Adhäsionsbelag erfolgreich eingeführt, 1939 folgten unter dem Namen „Non-el-stat“ die ersten elektrisch leitfähigen Riemen für explosionsgefährdete Räume.



Ein technischer Meilenstein war zu Beginn der 1940er Jahre die Entwicklung eines mehrschichtigen Flachriemens aus Polyamid und Chromleder. Ein hochverstrecktes Polyamidband diente dabei als Zugträger, eine dünne Chromlederschicht als Lauffläche. Diese Riemenkonstruktion vereinte die Vorteile beider Materialien miteinander und wird in zahlreichen Varianten noch heute eingesetzt. Bei einem Wirkungsgrad von 98 % und mehr konnte damit die Energieeffizienz gegenüber herkömmlichen Riemen- und Kettenantrieben deutlich gesteigert werden. 1943 wurde diese Entwicklung patentiert, unter dem Namen Extremultus in den Markt eingeführt und ab Ende der 40er Jahre weltweit vermarktet.



**Siegling-Riemen**

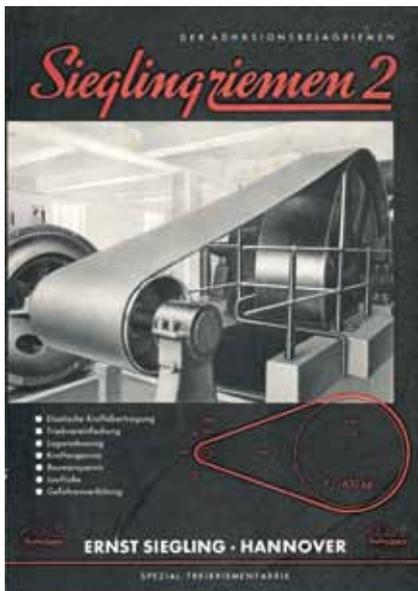
**Sieglingriemen**  
H A N N O V E R



Nach dem Tod Ernst Sieglings (1954) übernahm sein Sohn Hellmut Siegling die Geschäftsführung und führte das Konzept der mehrschichtig aufgebauten Flachriemen erfolgreich fort. Dabei kamen neben dem bewährten

Polyamidband verschiedene andere Gewebezugträger zum Einsatz. Auch die Chromlederbeschichtung erfuhr zahlreiche Alternativen. Durch Diversifikation entstanden neue Produkte, die aus verschiedensten Indus-

triezweigen auch heute nicht mehr wegzudenken sind. Auch die damals bahnbrechende Entwicklung eines gewebebasierten Kunststoffförderbandes für den innerbetrieblichen Materialfluss (Transilon) in den 60er



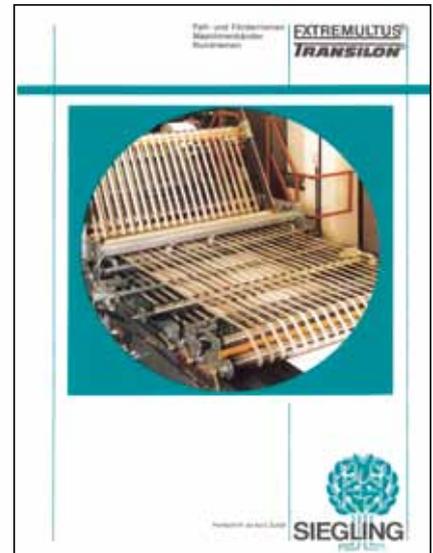
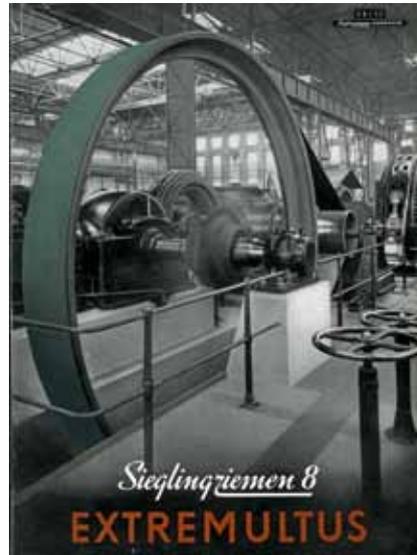
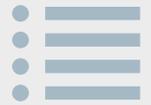
**Sieglingriemen** EXTREMULTUS

Der patentierte  
**FLACH-RIEMEN**  
aus Kunststoff und Leder



MOVEMENT SYSTEMS

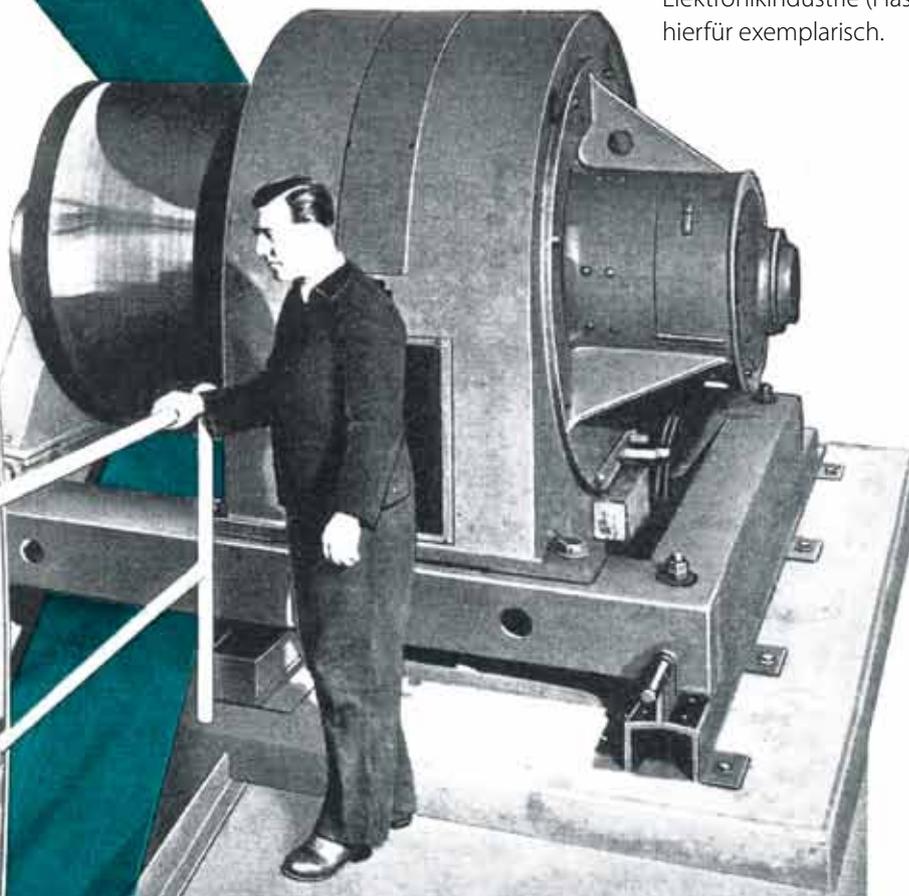
## 2.1 HISTORIE FLACHRIEMEN



Jahren basierte auf den Erfahrungen und Kenntnissen der langjährigen Beschäftigung mit Flachriemen.

1994 übernahm die Forbo Beteiligungs GmbH die bis dahin im Familienbesitz befindlichen Gesellschafteranteile. Mit neuen Produktions- und Konfektionierungsstandorten – unter anderem in China – wurde das Geschäft

weiter internationalisiert. Konsequente Forschungs- und Entwicklungsarbeit forcierte die Entwicklung von Flachriemen, die neben ihrer Funktion als Antriebselement auch die jeweiligen Produktionsprozesse optimal unterstützen. Siegling Extremultus Flachriemen mit besonders guten Mitnahmeeigenschaften für die Papier- und Kartonverarbeitung (Grip Star™) sowie Riemen für ESD-Bereiche in der Elektronikindustrie (Flash Star™) stehen hierfür exemplarisch.



## Flachriemen heute

Die Enkel und Urenkel der alten Leder-Transmissionsriemen sind heute Hightech-Produkte, die in vielen industriellen Antriebs- und Produktionsprozessen maßgeblich zu rationellem und störungsfreiem Betrieb beitragen. Ihre eindrucksvolle Entwicklungsgeschichte und ihr heutiger Entwicklungsstand lässt sich an einigen wenigen Eckdaten ablesen:

### Zugfestigkeit

Die Zugfestigkeit stieg von 30 N/mm<sup>2</sup> für Kernlederriemen auf ca. 500 N/mm<sup>2</sup> für Flachriemen mit einer Polyamid-Zugschicht. Beim Einsatz von Polyester-Werkstoffen werden heute ohne weiteres Werte von ca. 800 N/mm<sup>2</sup> erreicht. Diese Steigerung führte zwangsläufig zu wesentlich kompakteren, preisgünstigeren Riemengetrieben. Die Leistungsübertragung pro mm Riemenbreite liegt bei guten konstruktiven Voraussetzungen und entsprechenden Riemengeschwindigkeiten bereits bei ca. 30–40 kW/mm.

### Riemengeschwindigkeit

Bei Kernlederriemen war die Grenze für die höchste Riemengeschwindigkeit schon bei ca. 35 m/s erreicht. Für die heute üblichen Riemenkonstruktionen sind Geschwindigkeiten bis 100 m/s keine Seltenheit. Auf Motorprüfständen können bereits über einen längeren Zeitraum Geschwindigkeiten bis zu 200 m/s realisiert werden. Hierfür kommen Siegling Extremultus Flachriemen mit Zugträgern aus endlos gewickelten Cordfäden ohne Verbindung zum Einsatz.

### Biegefrequenzen

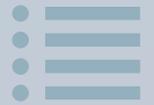
Für Kernlederriemen lag die Grenze bei ca. 40 Biegewechseln pro Sekunde. Siegling Extremultus Flachriemen mit Zugträgern aus endlos gewickelten Cordfäden (Polyestercord) erlauben heute ca. 250 Biegewechsel pro Sekunde ohne Einschränkung der Lebensdauer.

### Wartungsfreiheit und Nachspannen

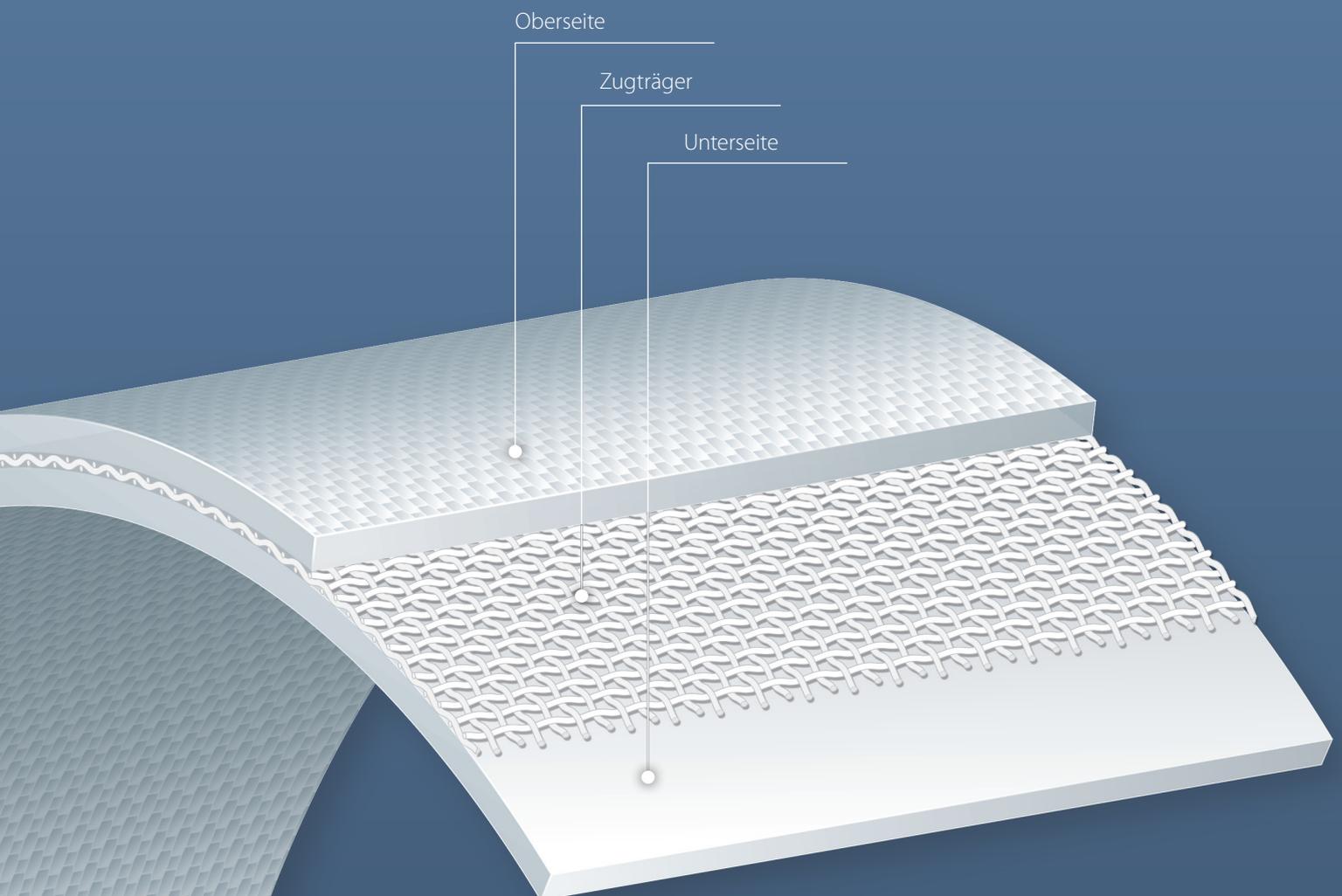
Die heute als Zugträger eingesetzten Werkstoffe Polyamid, Polyester und Aramid sind nach der Relaxation absolut spannungshaltend, sodass ein Nachspannen oder Kürzen der Siegling Extremultus Flachriemen im Betrieb entfällt. Gelungene Werkstoffkombinationen von Kunststoff-Zugträgern und Beschichtungen aus Elastomer benötigen keinerlei Wartung. Lediglich Flachriemen mit Chromlederbeschichtung müssen in gewissen Intervallen gepflegt werden. Mit dem entsprechenden Spezialspray ist das aber denkbar einfach und sauber.



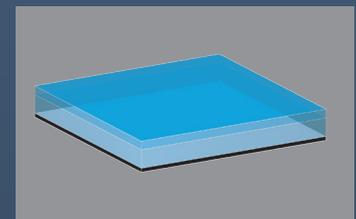
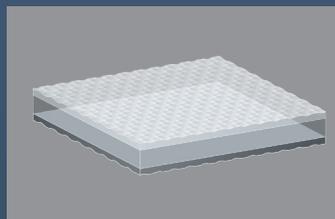
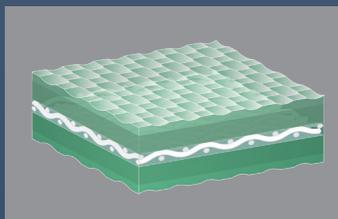
## 2.2 WERKSTOFFE UND AUFBAU

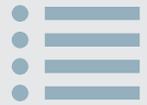


### Schematischer Aufbau von Flachriemen



Andere Bandaufbauten, z. B. in mehreren Schichten oder asymmetrisch sind ebenfalls möglich.





Die technischen Eigenschaften eines Flachriemens werden maßgeblich durch seinen Zugträger bestimmt. Siegling Extremultus Flachriemen mit gleichen Zugträgermaterialien sind deshalb in (Bau-) Reihen zusammengefasst.

- Polyester Reihe
- Aramid Reihe
- Polyamid Reihe
- Polyurethan Reihe

Innerhalb der Reihen können die Riemenkonstruktionen jedoch stark voneinander abweichen. Unterschieden wird vorrangig nach:

#### Zugträgerausführung

- Rollenmaterial, das auftragsbezogen konfektioniert und (ggf. erst in der Anlage) endlos verbunden wird.
  - Gewebe (Polyester, Aramid, Polyamid)
  - Homogenes, hochverstrecktes Zugband (Polyamid) oder homogene, elastische Folie (Polyurethan)
- Je nach Kundenauftrag individuell hergestellte Flachriemen mit Zugträgern aus endlos gewickelten Cordfäden. Die Riemen werden daher im endlosen Zustand geliefert und montiert (Polyester, Aramid).

#### Riemenaufbau

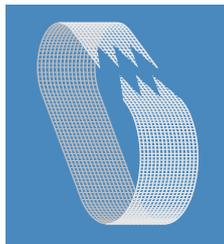
- Symmetrisch
- Asymmetrisch

#### Beschichtung

- Oberflächenstruktur
- Dicke
- Werkstoffeigenschaften

Durch diese Diversifizierungen werden die Riemen mit spezifischen Eigenschaften ausgestattet, die für den jeweiligen Einsatzbereich gefordert sind bzw. diesen optimal unterstützen.

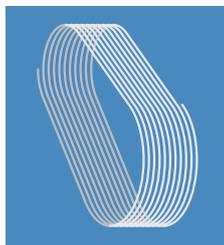
## Zugträgerausführungen



Gewebe



Zugband/Folie



Cordfäden

## Zugträgerwerkstoffe

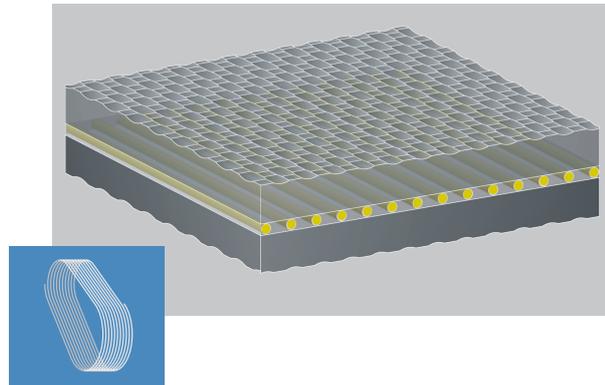
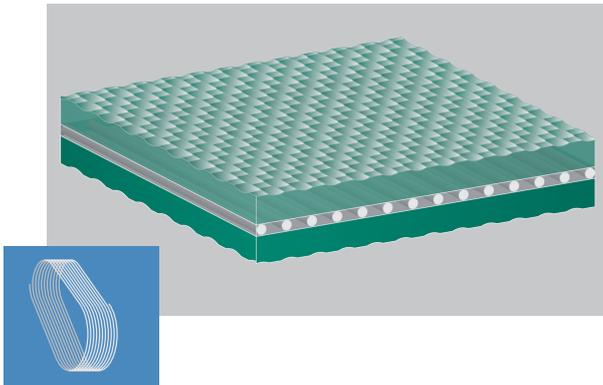
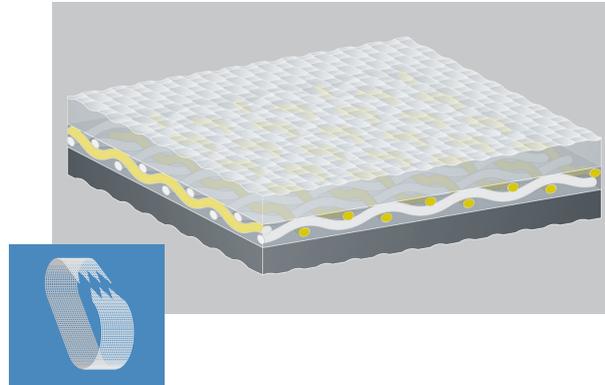
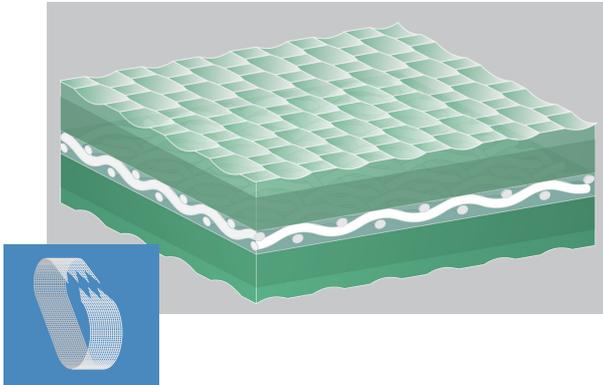
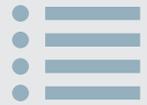
- E** = Polyester
- A** = Aramid
- P** = Polyamid
- U** = Polyurethan

## Beschichtungswerkstoffe

- G** = Elastomer G
- L** = Chromleder
- N** = Novo (Polyesterfaservlies)
- P** = Polyamid
- R** = High/Medium Grip
- T** = Gewebe (Polyamid-, Polyester-, Mischgewebe)
- U** = Polyurethan

## Übliche Beschichtungskombinationen

- GT** = Elastomer G Unterseite und Gewebe Oberseite
- GG** = Elastomer G Unterseite und Elastomer G Oberseite
- LT** = Chromleder Unterseite und Gewebe Oberseite
- LL** = Chromleder Unterseite und Chromleder Oberseite
- TU** = Gewebe Unterseite und Polyurethan Oberseite
- UU** = Polyurethan Unterseite und Polyurethan Oberseite
- UN** = Polyurethan Unterseite und NOVO (Polyesterfaservlies) Oberseite
- RR** = High/Medium Grip Unterseite und High/Medium Grip Oberseite



### Polyester Reihe

Flachriemen mit einem **Zugträger aus Polyestergewebe** sind für viele Anwendungen die richtige Wahl. Sie sind besonders flexibel bei gleichzeitig hoher Festigkeit und lassen sich in der Anlage verbinden.

Flachriemen mit einem **Zugträger aus endlos gewickeltem Polyester cord** sind Flachriemen ohne Verbindung für einen besonders ruhigen Lauf.

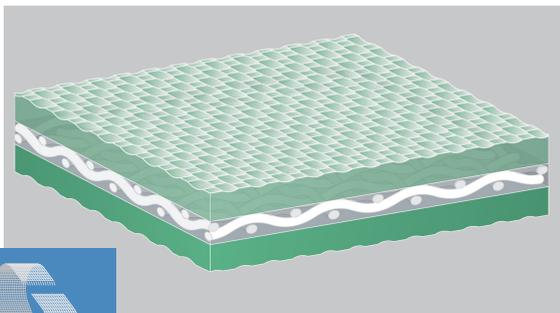
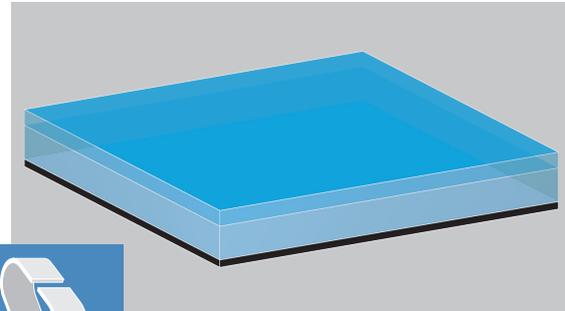
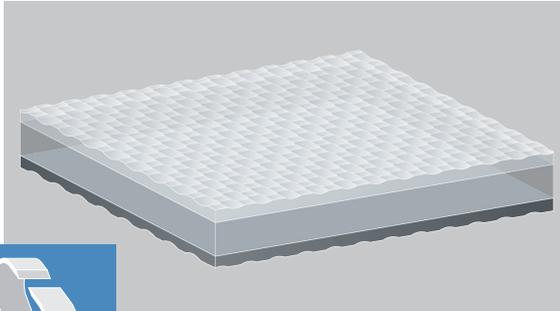
Siegling Extremultus Flachriemen der Polyester Reihe können hohe Umfangskräfte bei gleichzeitig kurzen Spannweiten übertragen. Zudem sind sie unempfindlich gegenüber Stößen und Klimaschwankungen.

### Aramid Reihe

Flachriemen mit einem **Zugträger aus Mischgewebe** mit Aramidgarn in Zugrichtung sind besonders flexibel bei gleichzeitig sehr hoher Festigkeit. Sie können direkt in der Anlage verbunden werden.

Flachriemen mit einem **Zugträger aus endlos gewickeltem Aramid cord** sind Flachriemen ohne Verbindung für einen besonders ruhigen Lauf.

Siegling Extremultus Flachriemen der Aramid Reihe sind für sehr hohe Umfangskräfte und extrem kurze Spannweiten konzipiert. Ein sorgfältiger Umgang beim Handling ist bei der Aramid Reihe eine wichtige Voraussetzung, da die Aramidfasern knickempfindlich sind.



## Polyamid Reihe

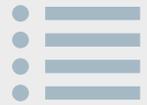
Flachriemen mit einem **Zugträger aus hochverstrecktem Polyamidband** sind besonders kantenstabil, quersteif und robust.

Flachriemen mit einem **Zugträger aus Polyamidgewebe** sind besonders flexibel und besitzen eine relativ hohe Zugfestigkeit.

Polyamid zeichnet sich durch seine guten Dämpfungseigenschaften aus. Aufgrund der hygroskopischen Eigenschaften des Polyamid-Werkstoffs sind extreme Klimaschwankungen während der Lagerung und des Einsatzes zu berücksichtigen.

## Polyurethan Reihe

Flachriemen mit einem **Zugträger aus hochelastischer Polyurethanfolie** sind elastisch, hochflexibel und zeichnen sich durch ihre sehr guten Dämpfungseigenschaften aus. Aufgrund ihrer Flexibilität besitzen Siegling Extremultus Flachriemen der Polyurethan Reihe gute Laufeigenschaften und sind besonders für Anlagen mit kurzen Achsabständen, manuellen Spannstationen und kleinen Umlenkdurchmessern geeignet.



## Beschichtungswerkstoffe

Kurzzeichen	Produktreihe	Zugträgerart	Beschichtungen
E	Polyester Reihe	Gewebe	G, N, P, R, T, U
		Cordfäden	G, L, T, U
A	Aramid Reihe	Gewebe	G, U
		Cordfäden	G, L, T
P	Polyamid Reihe	Gewebe	G, N, T, U
		Zugband	G, L, N, R, T, U
U	Polyurethan Reihe	Folie	G, R, U

Neben den unterschiedlichen Zugträgermaterialien stehen auch verschiedenste Materialien zur Beschichtung der Siegling Extremultus Flachriemen, sowohl auf der Unter- als auch der Oberseite, zur Verfügung (siehe Kapitelanfang). Allerdings sind nicht alle Kombinationen aus Zugträger- und Beschichtungsmaterialien sinnvoll. Jahrelange Erfahrung zum Einsatz von Flachriemen in diversen Anwendungen haben uns dazu veranlasst derzeit die nebenstehenden Kombinationen anzubieten.

Kurzzeichen	Oberflächenstruktur	
FSTR	Feinstruktur	
NSTR	Normalstruktur	
GSTR	Grobstruktur	
NP	Negative Pyramidenstruktur	
GL	Glatt	
FBRC	Gewebeoberfläche	
LTHR	Lederoberfläche	

Neben den Beschichtungsmaterialien sind auch die Strukturen der Oberflächen, sowohl der Unter- als auch der Oberseite, für viele Anwendungen von entscheidender Bedeutung. Aus diesem Grund stehen, in Abhängigkeit vom Beschichtungswerkstoff, die nebenstehenden Oberflächenstrukturen bei Siegling Extremultus Flachriemen zur Verfügung.

Siegling Extremultus Flachriemen sind standardmäßig, also ohne zusätzliche Bezeichnung, antistatisch ausgerüstet. In einigen Anwendungen sind Siegling Extremultus Flachriemen mit besonderen elektrostatischen Eigenschaften erforderlich.

Artikel mit der Bezeichnung „NA“ werden dort eingesetzt, wo leitfähige Komponenten die Anwendung stören könnten, z.B. in Metalldetektoren. Alle antistatisch ausgerüsteten Artikel enthalten Elemente, die die Leitfähigkeit in Längsrichtung gewährleisten. Artikel mit einer hochleitfähigen Oberfläche sind mit der Bezeichnung „HC“ gekennzeichnet. Die Bezeichnung „HC+“ kennzeichnet alle Siegling Extremultus Flachriemen die zusätzlich zu den hochleitfähigen Oberflächen in allen drei Raumrichtungen hochleitfähig sind. Diese Artikel sind auch der Produktlinie Flash Star™, also den ESD-konformen Flachriemen, zugeordnet.



In explosionsgefährdeten Bereichen, die nach ATEX eingestuft sein müssen, dürfen Siegling Extremultus Flachriemen unter bestimmten Voraussetzungen eingesetzt werden. Forbo-Siegling kann nach technischer Klärung und abschließender Beurteilung durch die Anwendungstechnik entsprechende ATEX-Hersteller-Erklärungen für einzelne Artikel liefern.

Die europäischen und jeweiligen nationalen Vorschriften zum Explosionsschutz sind zu beachten: RL 94/4 EG RL 2014/34/EU (ATEX), ISO 80079-36 und -37, BGR 132 der Berufsgenossenschaft Chemie „Richtlinien für die Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“.

Für den Einsatz von Siegling Extremultus Flachriemen in der Lebensmittelindustrie sind regional unterschiedliche Gesetzgebungen/Verordnungen zu beachten. Für den Kontakt mit unverpackten Lebensmitteln sind dabei insbesondere Flachriemen mit nebenstehender Kennzeichnung geeignet. Siegling Extremultus Flachriemen mit der Kennzeichnung „FDA“ sind geeignet für den Transport unverpackter Lebensmittel gemäß der FDA Verordnung 21 CFR. Darüber hinaus erfüllen diese Artikel in der Regel auch die Anforderungen der europäischen Verordnung (EU) 10/2011 und der Verordnung (EG) 1935/2004. Beachten Sie bitte stets die Hinweise auf den jeweiligen Datenblättern.

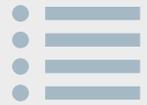
Kurzzeichen	Elektrostatische Eigenschaft
NA	Nicht Antistatisch
	Standard: Antistatisch – Leitfähigkeit in Längsrichtung
HC	Hochleitfähig (highly conductive) – Hochleitfähig in Längsrichtung
HC+	Hochleitfähig Plus (highly conductive plus) – Kompletter Flachriemen hochleitfähig in alle drei Raumrichtungen

Kurzzeichen	Lebensmitteleigenschaft
FDA	Geeignet für den Transport unverpackter Lebensmittel gemäß FDA Verordnung 21CFR
HACCP	Spezielle Konstruktion, die das HACCP Konzept unterstützt. Beständig gegenüber heißem Wasser; besonders geeignet für häufiges Reinigen.

## Nomenklatur

	Beschichtung Unterseite	Beschichtung Oberseite	Typenzahl	Zugträgermaterial	Gesamtdicke [1/10 mm]	Elektrostatische Eigenschaft	Oberflächenstruktur Gesamt bzw. Unterseite	Oberflächenstruktur Oberseite	Farbe Gesamt bzw. Unterseite	Farbe Oberseite	Lebensmittel-Konformität
Beispiel 1	U	U	40	U	– 12	NA	NP /	STR	blau		HACCP FDA
Beispiel 2	T	T	15	E	– 14	HC	FBRC		schwarz		
Beispiel 3	U	R	40	U	– 12		FSTR		blau		FDA

## 2.3 ALLGEMEINE EIGENSCHAFTEN KRAFTSCHLÜSSIGER RIEMENGETRIEBE



Kraftschlüssige Riemengetriebe gehören zur Gruppe der Zugmittelgetriebe. Aufgrund der Vorspann- oder Wellenkraft  $F_W$  und der Reibung  $\mu$  zwischen Riemen und Riemenscheibe, ist es möglich, eine Umfangskraft  $F_U$  von der treibenden Riemenscheibe (1) auf die getriebene Riemenscheibe (2) mithilfe des Zugmittels – dem Riemen – zu übertragen. Dabei entstehen im biegeweichen, elastischen Riemen Zugkräfte  $F_1$  und  $F_2$ , die von der Riemenkonstruktion aufgenommen werden müssen.

In kraftschlüssigen Riemengetrieben werden alternativ verschiedene Riementypen verwendet:

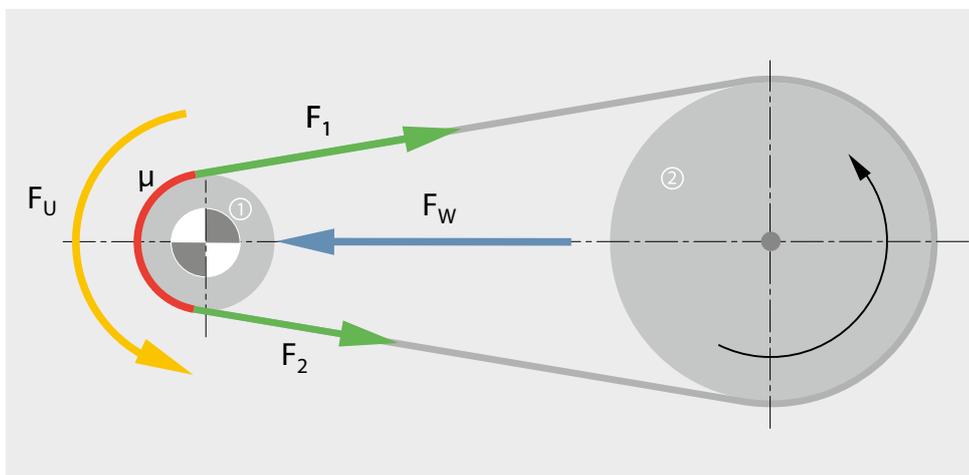
- Flachriemen
- Keilriemen
- Keilrippenriemen oder
- Rundriemen.

Unabhängig von der genauen Konstruktion und dem verwendeten Zugmittel weisen kraftschlüssige Riemengetriebe eine Reihe gemeinsamer Eigenschaften auf:

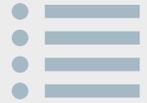
- technisch unkomplizierter sowie kompakter und kostengünstiger Aufbau
- große Achsabstände, geschränkte Achsen und Mehrscheibenantriebe möglich
- Zugmittel in der Regel einfach montier- und austauschbar
- nahezu wartungsfrei

- gute Dämpfungseigenschaften und damit eine gute Schwingungsisolierung
- geringerer Geräuschpegel als mechanische Getriebe
- keine Polygoneffekte bei der Leistungsübertragung (im Vergleich zu Ketten)

In allen kraftschlüssigen Riemengetrieben tritt das Phänomen auf, dass die Drehzahl – und damit auch die Umfangsgeschwindigkeit – an der Abtriebsscheibe geringfügig geringer ist, als der theoretisch berechnete Wert. Dieser lastabhängige Verlust wird als Schlupf bezeichnet. Bis zu einem Schlupf von 0,9% wird von dem sogenannten Dehnschlupf gesprochen. Dehnschlupf tritt im normalen Betrieb eines Riemengetriebes immer auf und beschreibt den Ausgleich der unterschiedlichen Kräfte und damit Spannungen in den beiden Riementrümen durch die Elastizität des Zugträgers. Bei Schlupfwerten über 0,9% wird von Gleitschlupf gesprochen. Der Riemen rutscht in diesem Fall über die Riemenscheibe. Hierbei leidet sowohl die Kraftübertragung als auch die Lebensdauer des Riemen. Der Betrieb des kraftschlüssigen Riemengetriebes im Gleitschlupfbereich ist daher unbedingt zu vermeiden.



Schematische Darstellung der Kraftübertragung an einem kraftschlüssigen Riemengetriebe.



Der Gleitschlupf bietet allerdings auch einen großen Vorteil gegenüber formschlüssigen Getrieben. Bei unvorhergesehenen Kraftspitzen rutschen die Riemen von kraftschlüssigen Riemengetrieben einfach durch, verhindern somit größere Schäden an den Anlagen und sind anschließend weiterhin funktionsbereit. Formschlüssige Getriebe wie Zahnriemengetriebe oder Zahnradgetriebe benötigen hierzu eine teure Kupplung, z. B. eine Rutschkupplung, um Kraftspitzen unbeschadet zu überstehen.

Abhängig von der Form und dem Aufbau des Zugmittels sowie der Geometrie der Riemenscheiben entstehen, neben dem Schlupf, noch weitere Verluste im Betrieb. Hierbei sind die Hysterese und die Flankenreibung zu nennen.

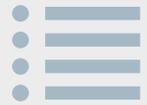
Die Flankenreibung tritt lediglich zwischen profilierten Riemen, wie den Keil- und Keilrippenriemen, und deren entsprechend geformten Riemenscheiben auf. Die Verluste entstehen durch den Effekt, dass der Keil bzw. die Keile beim Einlauf in die Nuten der Riemenscheibe eingreifen und beim Auslauf aus den Nuten herausgezogen werden müssen.

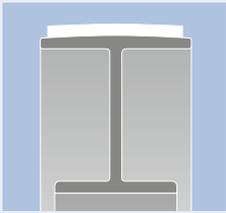
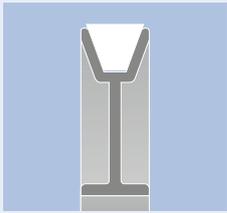
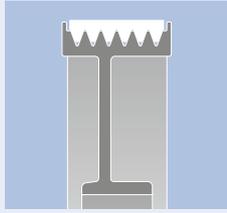
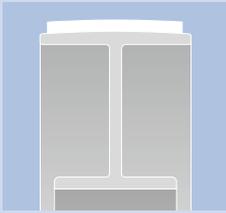
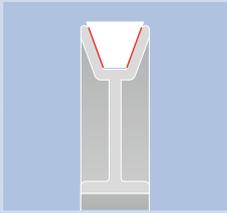
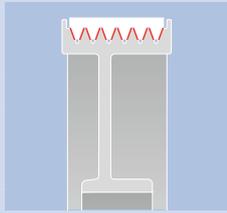
Die Hysterese ist wiederum bei allen Riemengetrieben zu beobachten und beschreibt die Umwandlung eines kleinen Teils der Bewegungsenergie in innere Energie bzw. Wärme innerhalb des Zugmittels.

Weiterhin stellt ein kraftschlüssiges Riemengetriebe stets ein schwingungsfähiges System dar, ähnlich einer gespannten Gitarrensaite. Bei der Auslegung des Getriebes sind daher auf äußere Einflüsse, die zu einer Schwingungsanregung des Systems führen könnten, zu achten. Wie eine gewissenhafte Auslegung eines Flachriemengetriebes durchgeführt wird, ist im [Kapitel 8](#) umfangreich beschrieben.

Neben diesen Gemeinsamkeiten, weisen die verschiedenen kraftschlüssigen Riemengetriebe auch deutliche Unterschiede auf, die vor allem infolge der unterschiedlichen Zugmittelkonstruktionen hervorgerufen werden. Eine Auflistung und Gegenüberstellung der wesentlichen Merkmale der kraftschlüssigen Riemengetriebe sind für Flach-, Keil- und Keilrippenriemen in Form einer Tabelle in [Kapitel 2.4](#) im Vergleich vorgenommen worden.

# 2.4 KRAFTSCHLÜSSIGE RIEMENGETRIEBE IM VERGLEICH



	Flachriemen	Keilriemen	Keilrippenriemen
			
max. Drehzahl [min <sup>-1</sup> ]	130000	10000	12500
Umfangsgeschw. max. [m/s]	200	50	60
Biegefrequenz max. [Hz]	>250	100	200
Temperaturbereich [C°]	-50/+100	-35/+80	-35/+80
Leistungsgrenze [kW]	5000*	3000	1000
Wirkungsgrad [%]	>98	96	96
Reibungsverluste			
– durch Schlupf	gering	gering	gering
– durch Flankenreibung	keine	relativ hoch	relativ hoch
			
– durch Hysterese	gering	relativ hoch	gering
Übersetzung	bis 1:12	bis 1:12	bis 1:35
Übersetzungsverhältnis	variabel (Konusgetriebe)	variabel (Verstellscheiben)	konstant
Endlosverbindung in der Anlage	möglich	möglich (15 % geringere Übertragungsleistung)	nicht möglich
Scheibengeometrie	einfach	komplex	komplex

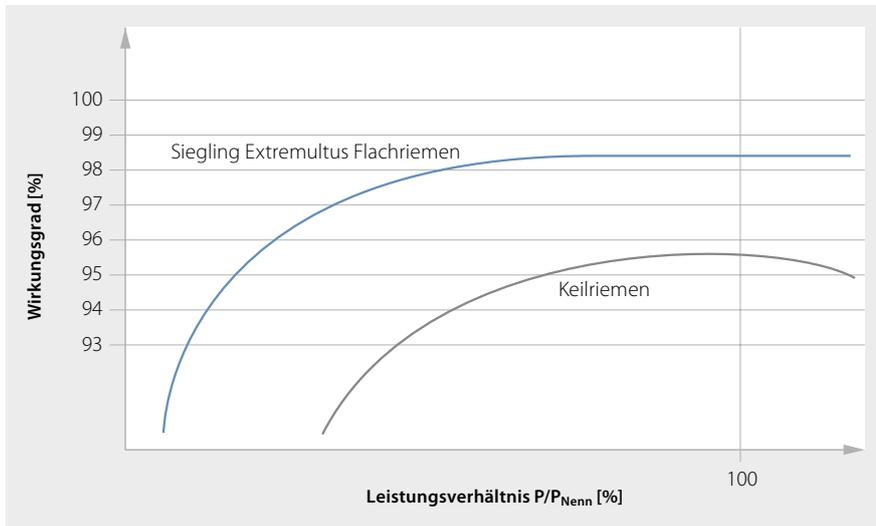
\* Generell möglich, Leistungsgrenze ist abhängig von den verwendeten Werkstoffen. Bitte Angaben der jeweiligen Flachriemen beachten. Bei Fragen bitte an Ansprechpartner von Forbo Movement Systems wenden.

Rundriemen dienen nicht zur Leistungsübertragung und werden daher im Vergleich nicht berücksichtigt.

Quellen:

– VDI 2758: Riemengetriebe (Juni 1993)

– Peecken, Troeder, Fischer: Wirkungsgradverhalten von Riemengetrieben im Vergleich, Antriebstechnik 28 (1989) Nr. 1, S. 42 – 45



Wirkungsgrad eines Flachriemens.  
Siegling Extremultus Flachriemen  
haben einen Wirkungsgrad von 98,6%.

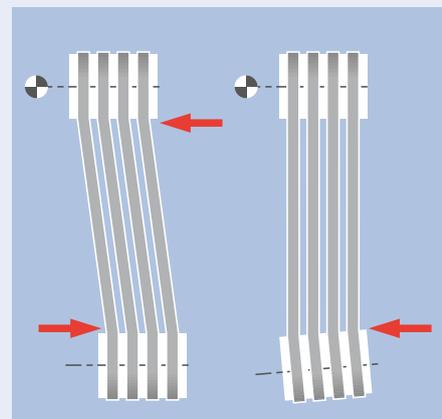
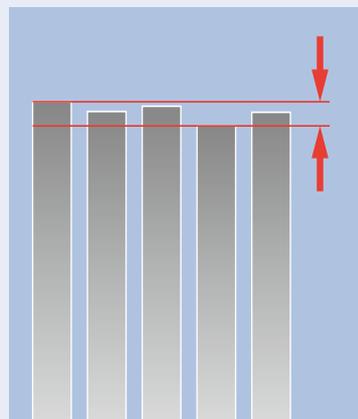
Quelle:  
Bundesanstalt für Materialprüfung:  
Untersuchungen an Riemengetrieben –  
Bericht zur Hannover Messe (1984)

### Im Satz laufende Keilriemen

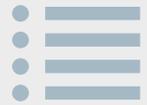
Leichte Abweichungen der einzelnen Riemenlängen zueinander bewirken:

- übermäßigen Schlupf
- unterschiedliche Wirkradien
- unterschiedliche Spannungen
- ggf. ruckartigen Dehnungsausgleich
- ungleichförmige Drehbewegung
- erhöhte Flankenreibung

Lageabweichung der Keilriemenscheiben führen zu erhöhten Reibungsverlusten.



# 2.5 BESONDERE STÄRKEN DES FLACHRIEMENS



Flachriemengetriebe sind für hohe Drehzahlbereiche einsetzbar, können hohe Kräfte übertragen und haben einen sehr guten Wirkungsgrad. Neben den in [Kapitel 2.4](#) gezeigten technischen Eckdaten bieten sie weitere interessante Vorteile:

## Vielfältige und einfache Getriebekonstruktion

Durch die hohe Flexibilität und die Möglichkeit beide Riemenseiten für Antriebsaufgaben zu nutzen, lassen sich mit Flachriemen die unterschiedlichsten Getriebekonfigurationen realisieren (siehe Abbildungsreihe rechts).

Da Flachriemen individuell konfektioniert werden entfällt die Bindung an genormte Längen und Breiten bei der Auslegung des Getriebes. Aufgrund des flachen Aufbaus der Flachriemen lassen sich relativ geringe Umlenkdurchmesser realisieren. Die ebene Lauffläche führt zudem dazu, dass Antriebs- und Umlenkscheiben einfach und deshalb kostengünstig herzustellen sind.

## Hohe Standzeiten

Durch ihre generell hohe Abriebfestigkeit haben Flachriemen hohe Standzeiten. Durch ihren konstanten Reibwert garantieren sie eine sichere Drehzahleinhaltung über die gesamte Lebensdauer. Die als Zugträger verwendeten Werkstoffe Polyester, Aramid und Polyamid bieten eine hervorragende Spannungshaltung, die ein Nachspannen der Flachriemen nur in Ausnahmefällen erfordern. In der Kombination aus Kunststoff-Zugträgern und Elastomerbeschichtungen sind Flachriemen wartungsfrei.

Chromlederb beschichtungen, die hauptsächlich bei Schwerlastantrieben Verwendung finden, müssen von Zeit zu Zeit mit spezieller Sprühpaste behandelt werden um ihre Laufruhe und ihr Schlupfverhalten zu bewahren (siehe [Kapitel 5.4](#)).

## Hoher Wirkungsgrad

Bei Flachriemen ist der Wirkungsgrad im Vergleich zu Keilriemen und Keilrippenriemen deutlich höher. Maßgeblich dafür sind die Reibungsverluste. Neben den Verlusten infolge von Schlupf und Hysterese, die bei Flachriemen sehr gering, bei Keil- und Keilrippenriemen zum Teil deutlich höher sind, führt bei Keil- und Keilrippenriemen die Flankenreibung ebenfalls zu Reibungsverlusten. Je ausgeprägter der Keil ist, desto höher ist auch die Berührfläche zwischen den Flanken des Keils und den Riemenscheiben. Mit der Berührfläche wächst dann die Flankenreibung und zwangsweise deren Reibungsverluste.

Bei Flachriemen ist der Wirkungsgradverlust infolge des Schlupfs derart gering, dass der Wirkungsgrad mit > 98 % im Bereich von formschlüssigen Getrieben, wie z. B. Zahnriemengetriebe und Zahnradgetriebe, teilweise sogar darüber liegt.

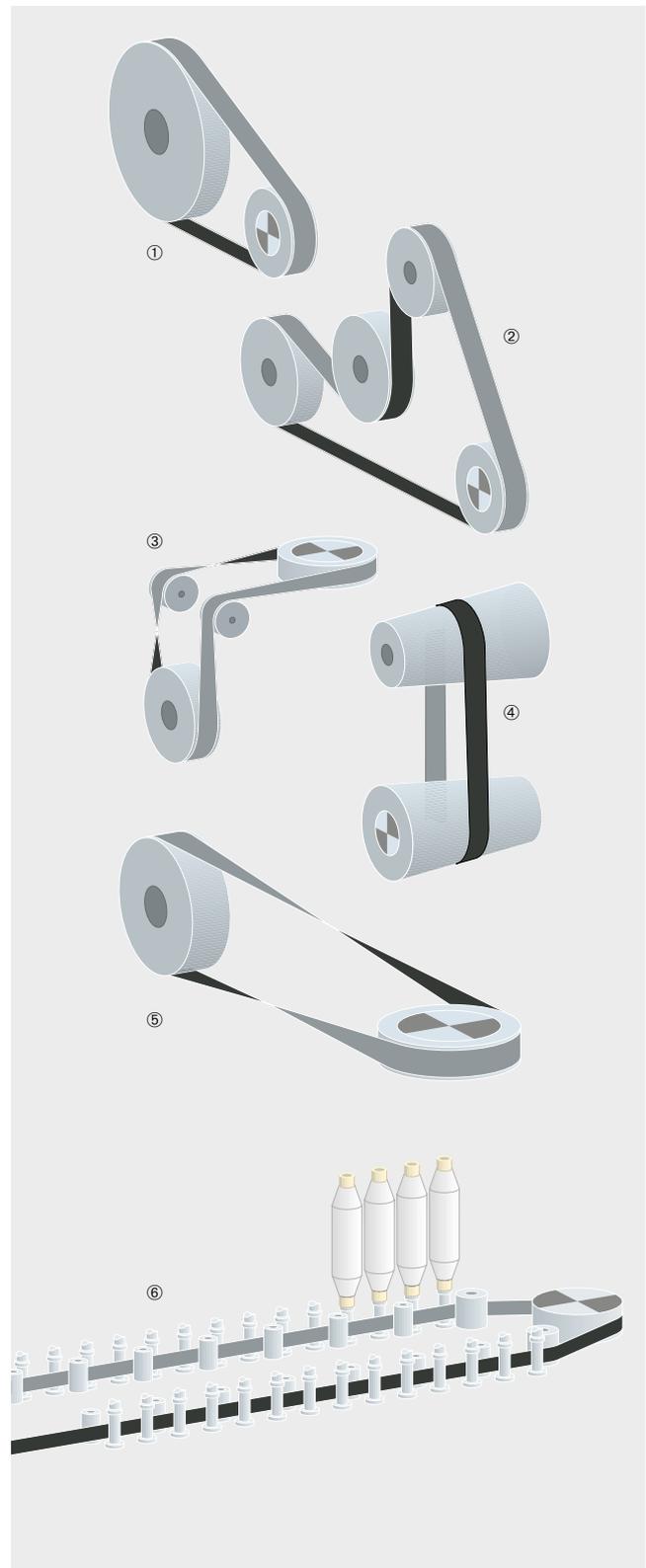
## Laufgeräusche

Flachriemen bewirken eine Schallanregung mit hoher Frequenz und geringer Amplitude. Sie lässt sich durch die Gestaltung der Unterseitenbeschichtung, z. B. durch Wahl einer Chromlederschicht oder durch eine Strukturierung der Elastomer-Schicht minimieren. Daher weisen Flachriemen deutlich weniger Laufgeräusche auf als Keil- oder Keilrippenriemen.

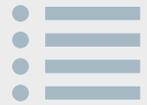
## Großes Einsatzspektrum

Flachriemen als reine Antriebselemente zu betrachten greift in der Praxis oft zu kurz. Neben der klassischen Antriebsfunktion übernehmen sie in großem Stil die Unterstützung industrieller (Produktions-) Prozesse; z. B. bei der Verarbeitung von Kartonagen. Auch Transportaufgaben, vor allem im Bereich der Elektronik- und Lebensmittelindustrie, wie z. B. bei der Solarzellen- oder Backwarenherstellung, werden seit Jahren auch von Flachriemen übernommen. Die Komplexität dieser Prozesse übersteigt die Möglichkeiten anderer Riementypen bei Weitem.

- Ausschließlich mit Flachriemen lassen sich die dafür notwendigen, zum Teil hochkomplexen, Bandverläufe realisieren
- Ausschließlich für Flachriemen steht ein derart großes Portfolio unterschiedlicher Eigenschaftsprofile zur Verfügung, inklusive Lebensmitteltauglichkeit, ESD-Tauglichkeit usw.
- Ausschließlich Flachriemen können so individuell dimensioniert und konfektioniert werden, einschließlich der Möglichkeit von Bandkantenversiegelungen, dem Aufbringen von Profilen usw.



- ① Klassischer Zweiseibenantrieb
- ② Mehrscheibenantrieb
- ③ Winkelantrieb
- ④ Konusantrieb
- ⑤ Geschränkter Antrieb
- ⑥ Vielstellenantrieb

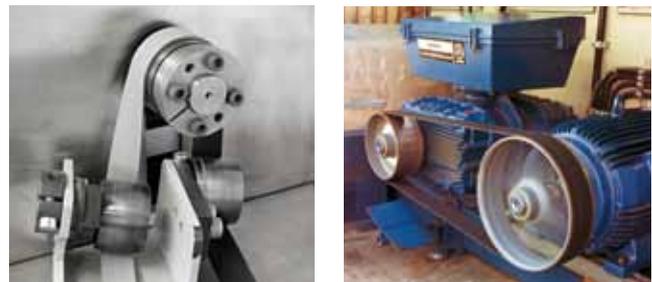


Material und Aufbau des Zugträgers sowie die Beschichtungen der Ober- und Unterseite bestimmen das Eigenschaftsprofil jedes Flachriemens. Mit unterschiedlichen Zugträgern und diversen Beschichtungsvarianten bietet das Siegling Extremultus Programm ein breites Spektrum unterschiedlichster Artikel für die Anwendungsgruppen:

- Antriebsriemen
- Rollenbahnantriebsriemen
- Tangentialriemen
- Doppelgurtriemen
- Faltschachtelriemen
- Maschinenbänder

Besonders in den drei letztgenannten Gruppen vermischt sich die Antriebsfunktion oft mit z.T. sehr anspruchsvollen Prozessaufgaben. Siegling Extremultus Flachriemen unterstützen diese Prozessformen aufgrund der vielfältigen Bändeigenschaften ideal.

### Siegling Extremultus Antriebsriemen



**Siegling Extremultus Antriebsriemen** überzeugen im Vergleich zu anderen Antriebselementen durch ihren Wirkungsgrad ( $\geq 98\%$ ), ihre hohe Gleichlaufgenauigkeit und ihr einfaches Handling.

Sie zeichnen sich darüber hinaus aus durch:

- sichere Drehzahleinhaltung und hohe Standzeiten
- kurze Spannwege, geringen Dehnschlupf
- gute Dämpfungseigenschaften
- Belastbarkeit bis zu einer Leistung von 1850 kW
- einfache Realisierung von Winkel- und Konusantrieben bei denen der Riemen auch um seine Längsachse verdreht wird

## Siegling Extremultus Rollenbahnantriebsriemen



## Siegling Extremultus Tangentialriemen



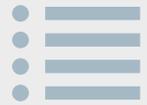
**Siegling Extremultus Rollenbahnantriebsriemen** sind energiesparende und langlebige Antriebselemente für hohe Geschwindigkeit und Sicherheit im Distributionsprozess.

Sie zeichnen sich aus durch:

- langlebige Unterseiten mit konstantem Grip
- klimaunabhängige, konstante Spannung (Aramid- und Polyester Reihe)
- hohe Flexibilität bei gleichzeitiger Zugfestigkeit
- geringe Verlustleistung durch reduzierte Walkarbeit
- geringe Stillstandzeiten durch schnelle Montage

**Siegling Extremultus Tangentialriemen** sind für verschiedene Verfahren der Garnherstellung und unterschiedliche Antriebsgeometrien optimiert. Sie leisten einen erheblichen Beitrag zu gleichbleibend hoher Garnqualität und rationeller Produktion durch:

- hochabriebfeste Beschichtungen aus Elastomer G oder Polyurethan mit konstantem Reibwert und hoher Standzeit
- optimierte Oberflächenstrukturen für Ober- und Unterseite
- reduzierten Riemenschlupf und höchste Leistungsübertragung
- energieeffiziente Zugträger aus Polyester oder Aramid
- Zugträger aus hochverstrecktem Polyamidband mit guten Dämpfungseigenschaften
- geräusch- und schwingungsarmen Betrieb
- antistatische Ausrüstung



### Siegling Extremultus Doppelgurtriemen



**Siegling Extremultus Doppelgurtriemen** sind Spezialentwicklungen mit besonderen mechanischen und elektrostatischen Eigenschaften, die Transport und Handling z. B. von elektronischen Bauteilen effizienter und sicherer machen:

- durch HC bzw. HC+ Eigenschaften (highly conductive bzw. highly conductive plus) kann die im Fördersystem entstehende statische Elektrizität besser kontrolliert abgeleitet werden
- durch vereinfachten Staubetrieb mit TT-Typen, die dauerhaft niedrige Reibwerte auf Ober- und Unterseite aufweisen
- durch besonders hohe Abriebfestigkeit sowie stabile, flusenfreie Bandkanten

### Siegling Extremultus Faltschachtelriemen



Bei der Herstellung und Verarbeitung von Kartonagen und Wellpappen tragen **Siegling Extremultus Faltschachtelriemen** entscheidend dazu bei, dass Qualitäts- und Produktivitätspotenzial der Anlage voll auszuschöpfen. Das Siegling Extremultus Typenprogramm bietet für jede Anwendung den optimalen Riemen mit spezifischem Eigenschaftsprofil:

- durch spannungsstabile Zugträger aus Polyester- oder Aramidgewebe, Polyamidband oder elastischem Polyurethan
- durch ‚Grip nach Maß‘ mit verschiedenen produkt-schonenden Oberseiten – auch in lebensmitteltauglicher Qualität
- durch konstante Mitnahme und hohe Standzeiten

## Siegling Extremultus Maschinenbänder



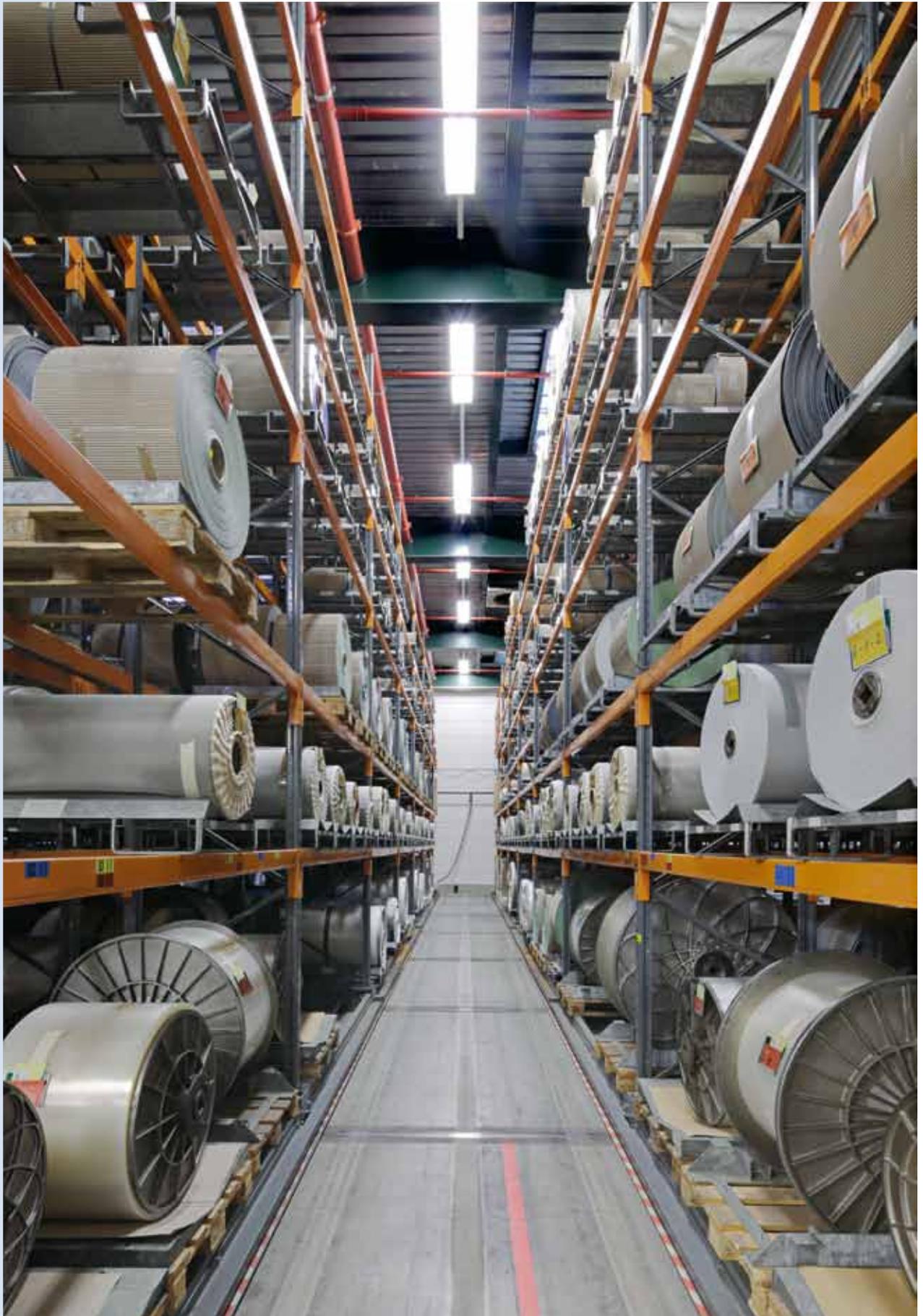
**Siegling Extremultus Maschinenbänder** sind in vielen industriellen Anwendungen unverzichtbare Maschinenelemente. Zugträger aus Polyestergewebe, Polyamidband oder elastischem Polyurethan qualifizieren sie für unterschiedlichste Einsatzbereiche.

Siegling Extremultus Maschinenbänder bieten:

- hochabriebfeste Beschichtungen mit konstantem Reibwert und hoher Standzeit
- anforderungsgerechte Oberflächenstrukturen, -beschichtungen und elektrostatische Eigenschaften
- anforderungsgerechte Dämpfungseigenschaften (abhängig vom Zugträger)
- niedrige Auflegedehnung, geringe Wellenbelastung

Typabhängig sind sie:

- lebensmitteltauglich; FDA- und EU konform
- in blauer Farbe erhältlich, um die Qualitätssicherung zu optimieren (Kontrast zu Lebensmitteln)
- für kleine Umlenkdurchmesser/Messeranten geeignet
- leicht zu reinigen
- mit High Grip Beschichtung lieferbar
- thermisch und chemisch beständig

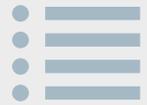




# 3 RIEMENAUSWAHL

- 3.1 [Allgemeine Hinweise](#)
- 3.2 [Zugträger](#)
- 3.3 [Beschichtungsmaterialien](#)
- 3.4 [Product Finder Extremultus](#)
- 3.5 [B Rex Berechnungsprogramm](#)

# 3.1 ALLGEMEINE HINWEISE



Siegling Extremultus Artikel sind in unterschiedlichen Materialkombinationen erhältlich.

Damit eine geeignete, anwendungsspezifische Auswahl eines Siegling Extremultus Artikels erfolgen kann, sind die Eigenschaften des Zugträgers und die des Beschichtungsmaterials maßgeblich. Die erforderlichen Eigenschaften hängen vom gesamten Kontext des Einsatzes ab. Für eine fundierte Riemenauswahl müssen deshalb alle Parameter umfassend ermittelt werden.

Das grundlegende Vorgehen bei der Riemenauswahl erfolgt daher meistens nach folgendem Schema:

- Sammlung aller Einsatzbedingungen
- Festlegung der Reihe und der Zugträgerausführung
- Festlegung der Beschichtungsmaterialien
- Dimensionierung

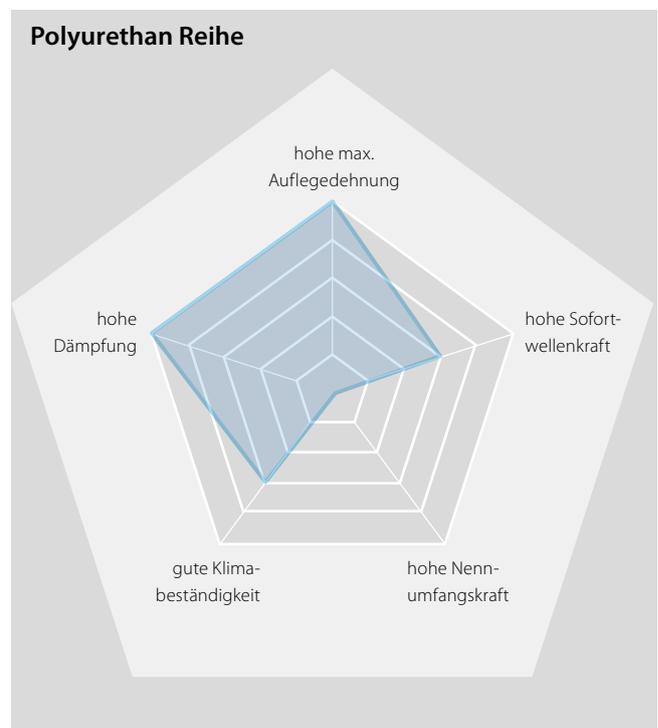
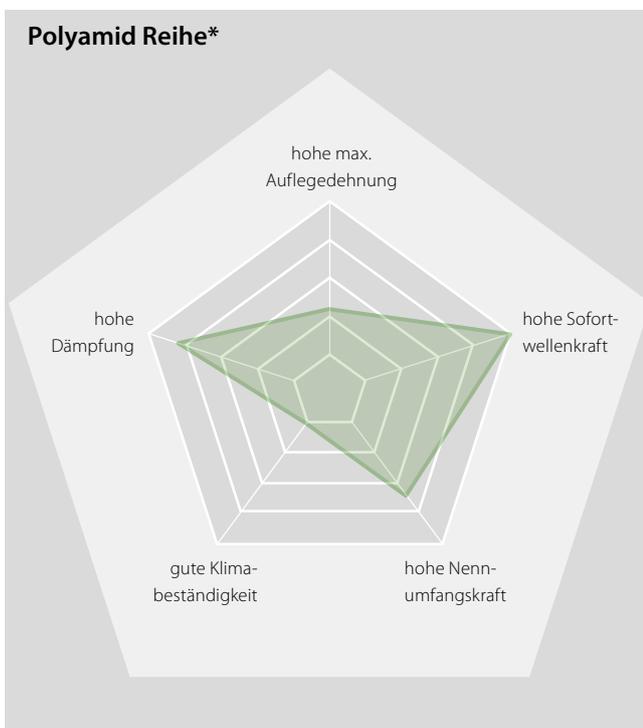
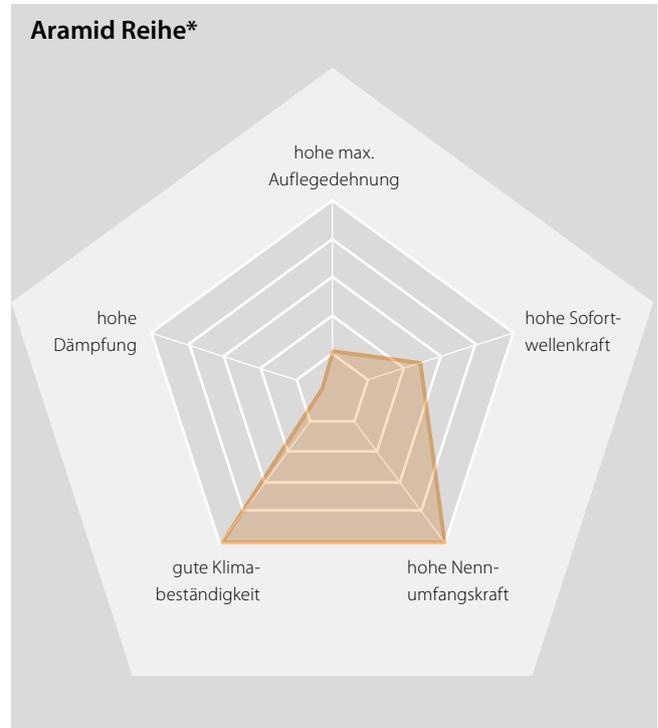
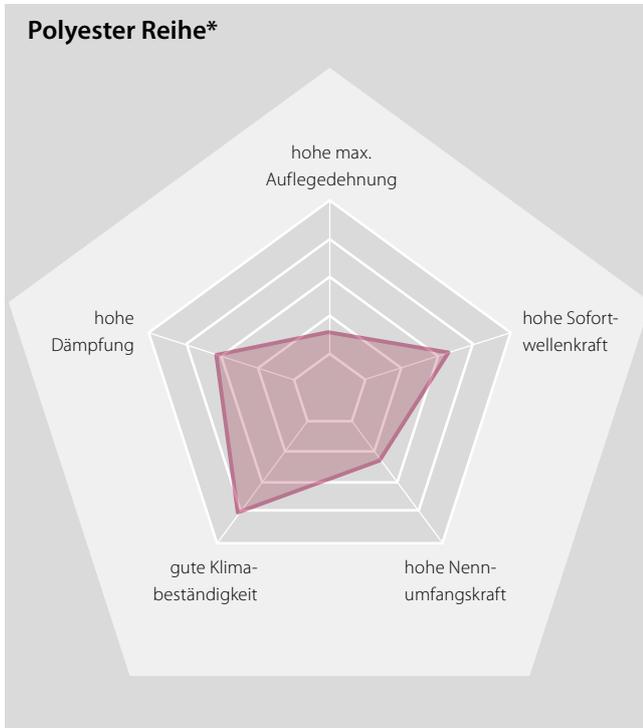
Die Riemenauswahl ist ein sehr komplexes Unterfangen, welches umfangreiches Wissen im Bereich der Werkstoffkunde erfordert. Um die unterschiedlichen Siegling Extremultus Artikel im Hinblick auf die Anwendung miteinander vergleichen zu können und um ein grundlegendes Verständnis über das Materialverhalten der Zugträger- sowie Beschichtungsmaterialien zu entwickeln, werden die Materialien auf den folgenden Seiten grundlegend nach wichtigen Eigenschaften klassifiziert und in Netzdiagrammen übersichtlich dargestellt. Im Anschluss daran erfolgt die kurze Vorstellung zweier Werkzeuge (Product Finder Extremultus und B\_Rex), die von Forbo Movement Systems entwickelt wurden, um u. a. bei der Riemenauswahl zu unterstützen.

Aufgrund produktionstechnischer Limitierungen sowie werkstoff- und anwendungsspezifischen Besonderheiten sind nicht alle Materialkombinationen möglich oder sinnvoll. Falls Sie Fragen zu der Auswahl der Siegling Extremultus Artikel hinsichtlich einer spezifischen Anwendung haben, wenden Sie sich bitte an Ihren lokalen Ansprechpartner:

[www.forbo.com/movement](http://www.forbo.com/movement) > Kontakt

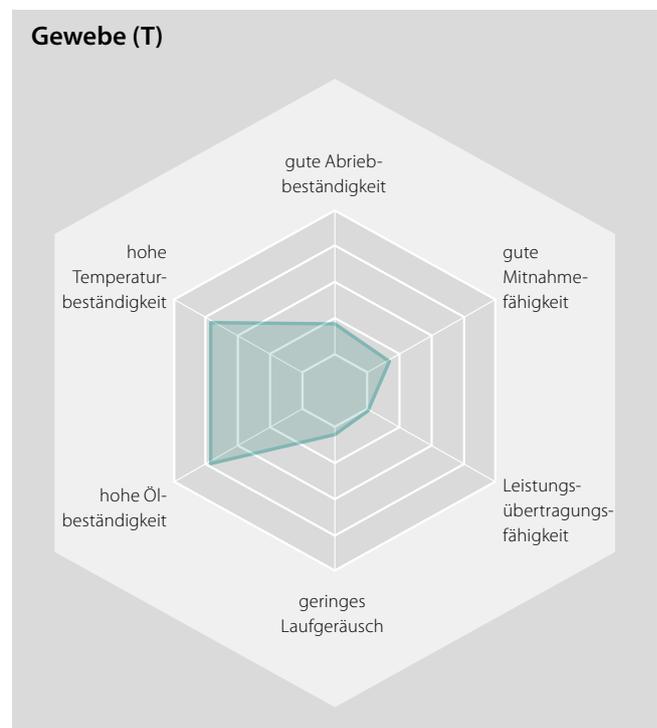
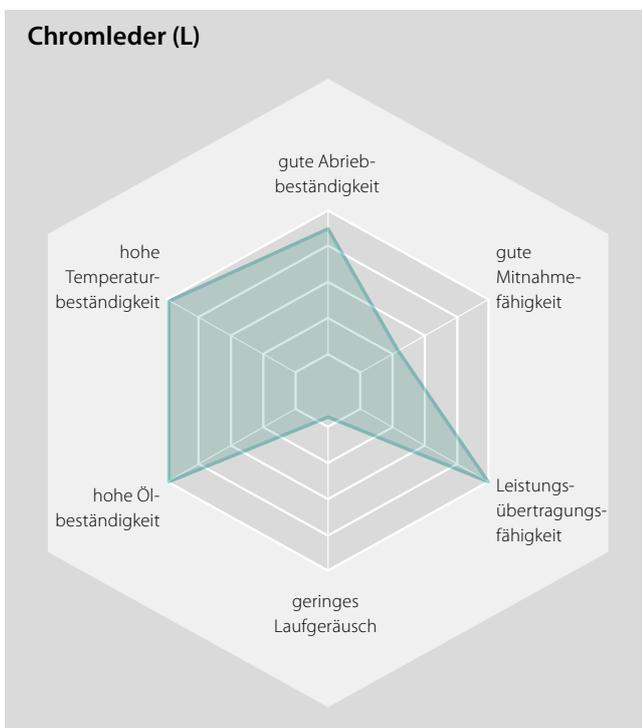
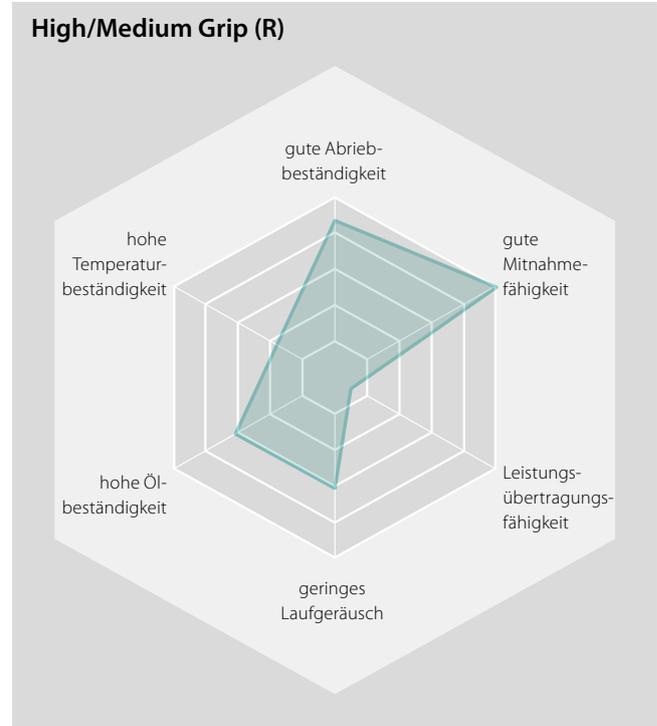
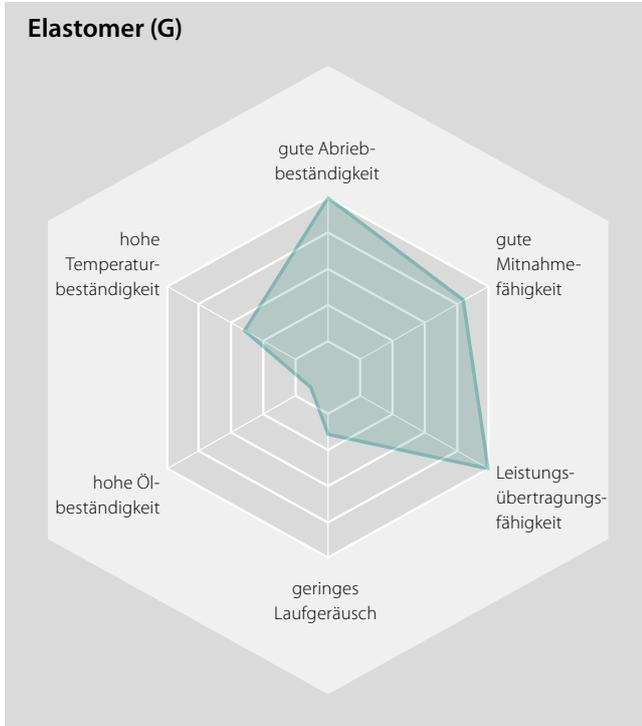
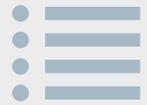
Wir helfen Ihnen gerne weiter.

# 3.2 ZUGTRÄGER



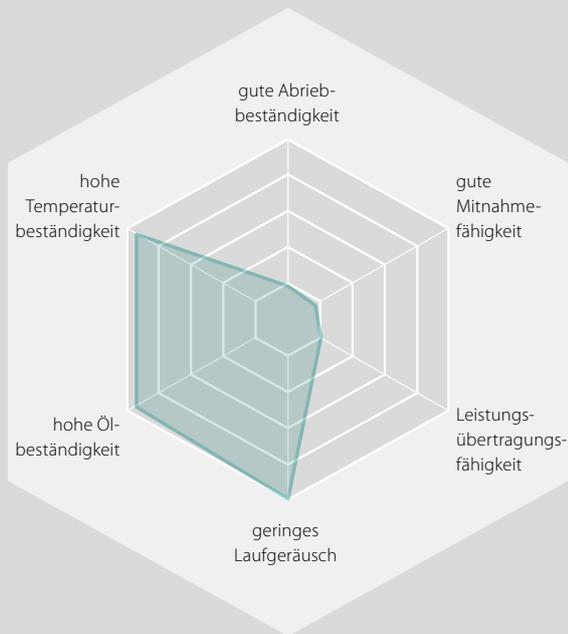
\* Die gezeigten materialspezifischen Eigenschaften gelten sowohl für Gewebezugträger als auch für Zugband bzw. endlos gewickelte Cordfäden.

# 3.3 BESCHICHTUNGSMATERIALIEN

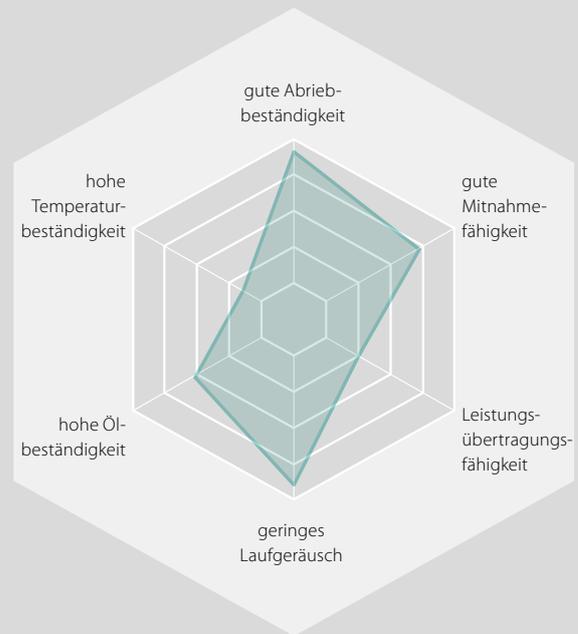




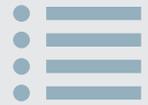
### Polyesterfaservlies (N)



### Polyurethan (U)



# 3.4 PRODUCT FINDER EXTREMULTUS

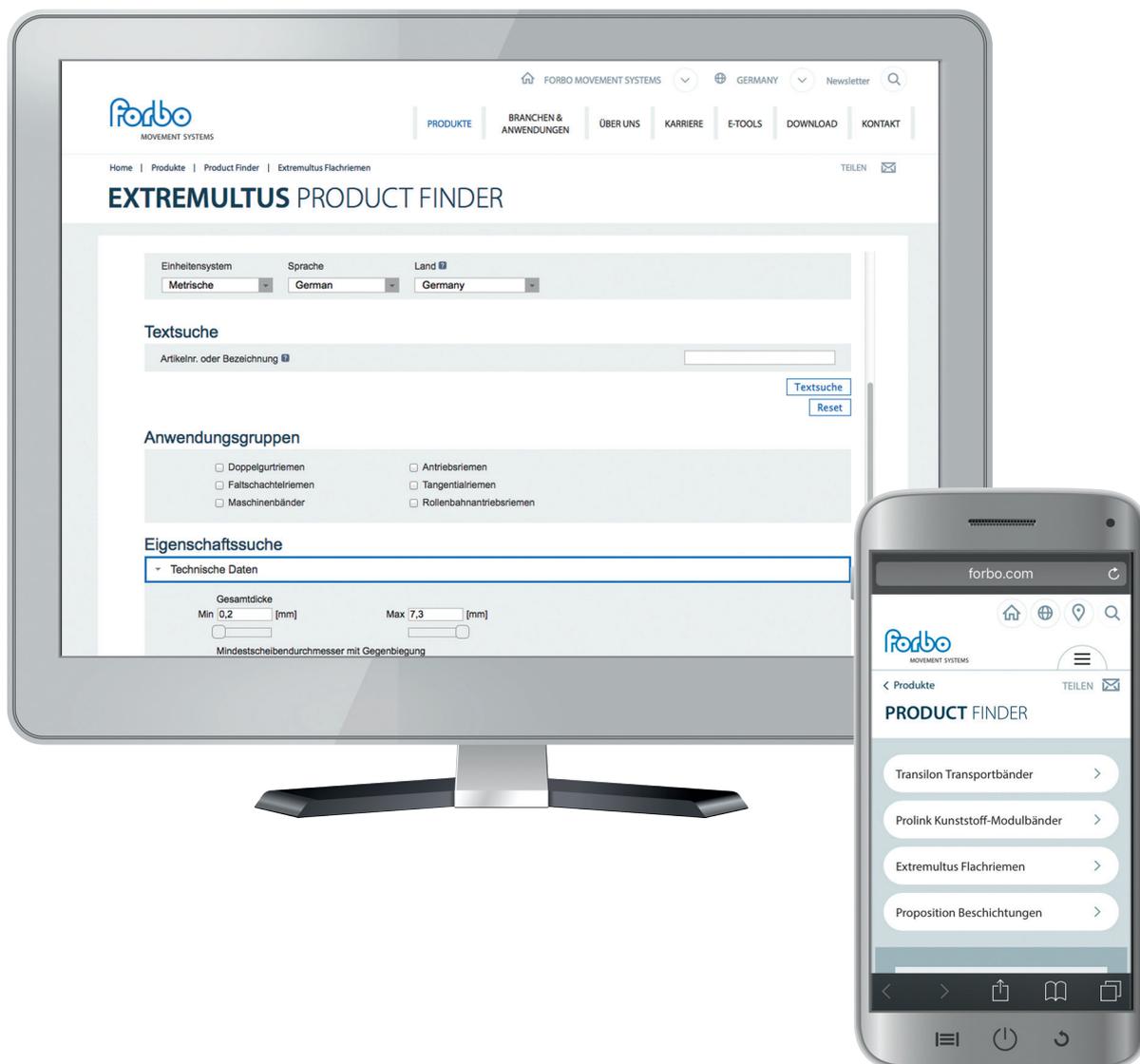


Eine pragmatische Möglichkeit der Riemenauswahl liefert der Extremultus Product Finder. Dieses komfortable Werkzeug steht online auf der Forbo Movement Systems Homepage zur Verfügung:

[www.forbo.com/movement](http://www.forbo.com/movement) > E-Tools

Der Extremultus Product Finder ist eine Suchmaschine, mit der sämtliche Siegling Extremultus Artikel anhand ihrer technischen Daten, signifikanten Parameter und spezifischen Eigenschaften durchsucht, gefiltert und letztendlich ausgegeben werden können. Eine Filterung nach Anwendungsgruppen sowie eine Textsuche kann ebenfalls durchgeführt werden.

Nach der erfolgreichen Suche oder Filterung wird eine Ergebnisliste ausgegeben. Für sämtliche Artikel der Ergebnisliste stehen Ihnen dann die Artikelnummern, Typenbezeichnungen sowie die Datenblätter im PDF-Format zur Verfügung. Konkrete Anfragen können unmittelbar per E-Mail platziert werden.









# 4 FERTIGUNGS- DATEN

4.1 [Fertigungstoleranzen](#)

4.2 [Lieferformen](#)

# 4.1 FERTIGUNGSTOLERANZEN



Grundsätzlich gelten die Fertigungstoleranzen wie in den nachfolgenden Tabellen angegeben. Sie beinhalten keine Geometrieänderungen, die nach der Fertigung durch klimatische Schwankungen oder andere äußere Einwirkungen auftreten können. In einigen Fällen sind auf Wunsch auch Sondertoleranzen möglich. Bitte wenden Sie sich hierzu an Ihren lokalen Ansprechpartner: [www.forbo.com/movement](http://www.forbo.com/movement) > [Kontakt](#)

## Längentoleranzen

Polyester Reihe und Aramid Reihe (Gewebe)	
300 – 5000 mm	± 0,30 %
5000 – 15000 mm	± 0,20 %
> 15000 mm	± 0,15 %
Polyester Reihe und Aramid Reihe (Cordfäden)	
500 – 1000 mm	± 0,50 %
1000 – 5000 mm	± 0,40 %
> 5000 mm	± 0,30 %
Polyamid Reihe (Zugband und Gewebe)	
300 – 5000 mm	± 0,50 %
5000 – 15000 mm	± 0,30 %
> 15000 mm	± 0,20 %
Polyurethan Reihe	
300 – 5000 mm	± 0,30 %
5000 – 15000 mm	± 0,20 %
> 15000 mm	± 0,15 %

## Breitentoleranzen

Polyester Reihe und Aramid Reihe (Gewebe)	
10 – 120 mm	+ 0,2/–0,3 mm
120 – 500 mm	± 1,5 mm
> 500 mm	± 5,0 mm
Polyester Reihe und Aramid Reihe (Cordfäden)	
20 – 50 mm	± 1,0 mm
50 – 100 mm	± 1,5 mm
100 – 250 mm	± 2,0 mm
> 250 mm	± 3,0 mm
Polyamid Reihe (Zugband und Gewebe)	
10 – 50 mm	± 1,0 mm
50 – 120 mm	± 2,0 mm
120 – 5000 mm	± 3,0 mm
500 – 1000 mm	± 10,0 mm
Polyurethan Reihe	
10 – 120 mm	+ 0,2/–0,3 mm
120 – 500 mm	± 1,5 mm
> 500 mm	± 5,0 mm

## Dickentoleranzen

Siegling Extremultus Flachriemen können, je nach Kombination aus Zugträger- und Beschichtungsmaterial, unterschiedliche Dickentoleranzen aufweisen. Beachten Sie bitte stets die Hinweise auf den jeweiligen Datenblättern.

## Toleranzen für Lochungen

alle Reihen	
Lochdurchmesser	± 0,5 mm
Lochabstand	± 1,0 mm

Grundsätzlich werden die Siegling Extremultus Artikel in großen Breiten und als Rollenware in sehr großen Längen hergestellt. Die Auslieferung kann dann kundenspezifisch in unterschiedlichen Lieferformen erfolgen, abhängig von den Produktions- bzw. Standardliefermaßen.

## Lieferformen

Alle Siegling Extremultus Flachriemen können als offene Rollenware, mit vorbereiteter Endlosverbindung oder bereits endlos verbunden geliefert werden.

### Offen

Alle Siegling Extremultus Flachriemen können – abgesehen von Flachriemen mit Zugträgern aus endlos gewickelten Cordfäden – offen als Rollenmaterial geliefert werden. Die Lieferlängen variieren dabei von einigen Zentimetern bis zu 150 m (in Einzelfällen). Die Breiten können zudem von einigen Millimetern bis zu 500 bzw. 1000 mm, abhängig von der Standardlieferbreite, ausgeliefert werden.

In einigen Fällen sind auf Wunsch auch andere Abmessungen möglich. Bitte wenden Sie sich dazu an Ihren lokalen Ansprechpartner:

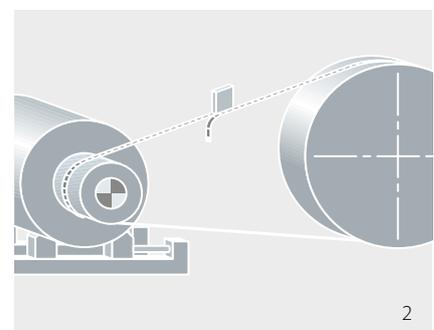
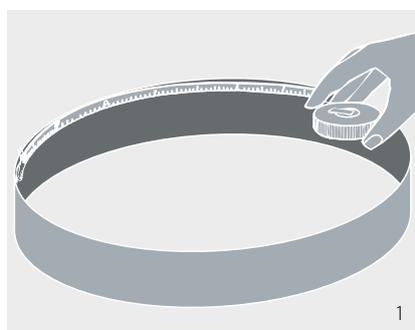
[www.forbo.com/movement](http://www.forbo.com/movement) > Kontakt

Wir helfen Ihnen gerne weiter.

## Bestelllänge ermitteln

Die Bestelllänge endlos verbundener Flachriemen wird innen, d.h. auf der Unterseite gemessen.

Dazu Flachriemen hochkant stellen und Ende des Stahlbandmaßes innen festklammern (1) oder direkt mit dem Bandmaß über die Riemenscheiben messen (2).



### Vorbereitet

Alle Siegling Extremultus Flachriemen können – abgesehen von Flachriemen mit Zugträgern aus endlos gewickelten Cordfäden – vorbereitet für die Montage vor Ort geliefert werden. Hierbei sind folgende Varianten bestellbar:

- im 90°- oder 60°-Winkel zugeschnitten
- einseitig vorbereitet zum Endlosmachen
- beidseitig vorbereitet zum Endlosmachen

Auf Anfrage übernimmt unser Forbo Movement Systems Service in Ihrer Nähe auch gern die Montage des Flachriemens.

### Endlos

Alle Siegling Extremultus Flachriemen können als endlose Riemen fertig zum Einbau ausgeliefert werden.

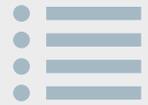




# 5 UMGANG MIT FLACHRIEMEN

- 5.1 Lagerung
- 5.2 Zustand der Anlage
- 5.3 Auflegen und Spannen
- 5.4 Pflege und Umgang

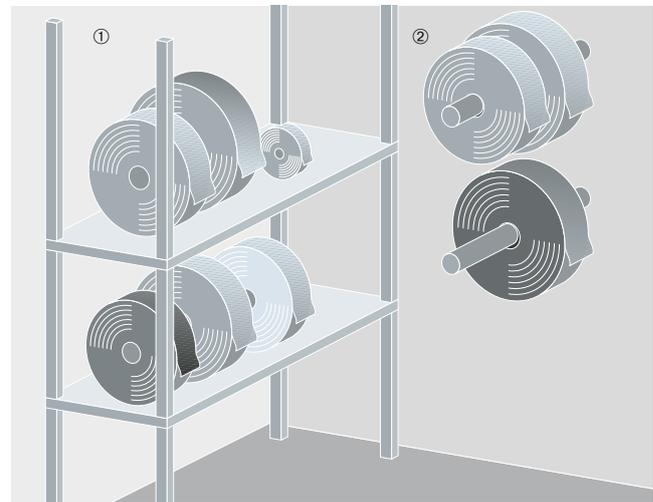
# 5.1 LAGERUNG



Aufgrund der spezifischen Eigenschaften der Siegling Extremultus Flachriemen, sind einige Hinweise zu den Lagerungsbedingungen zu berücksichtigen:

- Lagerung sollte bei Normklima (23 °C, 50 % Luftfeuchte) nach DIN EN ISO 291 erfolgen
- Material nicht auf die Bandkante legen, sondern stehend lagern (Abb. 1) oder besser mit Papphülse auf ein Rohr oder dergleichen aufhängen (Abb. 2)
- hochwertige Flachriemen (z. B. Tangentialriemen) mit Polyamidzugträger werden nach Absprache ab Werk in klimadichter Spezialverpackung geliefert. Verpackung erst bei Montage öffnen
- Flachriemen keiner direkten Sonnenbestrahlung aussetzen (besonders bei G-, R- oder U-Beschichtung beachten)

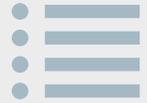
Insbesondere bei der Polyamid Reihe kann sich das Material durch einseitigen Einfluss von Feuchtigkeit oder Wärme leicht verformen. Bei 0,2 bis 0,4% Dehnung tritt jedoch eine Egalisierung ein, sodass ein einwandfreier Lauf gewährleistet ist. Siegling Extremultus Flachriemen mit Polyamidzugträger weisen eine besondere Feuchtigkeitsabhängigkeit auf. Beim Einsatz in feuchter Umgebung oder bei Kontakt mit Wasser



können sich der E-Modul und damit die wesentlichen Eigenschaften des Flachriemens signifikant ändern. Sollen Flachriemen mit diesem Zugträger unter extremen klimatischen Bedingungen eingesetzt werden, empfiehlt sich eine Rücksprache mit der Anwendungstechnik von Forbo Movement Systems.

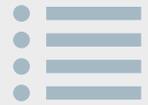


## 5.2 ZUSTAND DER ANLAGE



Ein wichtiger Faktor zur Maximierung der Lebensdauer der Siegling Extremultus Flachriemen ist der Zustand der Anlage, auf der die Flachriemen betrieben werden sollen. Die maximale Lebensdauer der Flachriemen und damit ein störungsfreier Betrieb kann nur gewährleistet werden, sofern sich die Anlage in einem einwandfreien Zustand befindet. Die folgende Aufzählung zeigt einige Punkte, die bei Nichtbeachtung einen vorzeitigen Ausfall des Flachriemens begünstigen:

- Lauffläche der Riemenscheiben von Korrosionsschutzmitteln, Schmutz und Öl säubern
- Parallelität der Wellen und Flucht der Riemenscheiben prüfen, ggf. nach Herstellerangaben justieren
- Leichtgängigkeit sämtlicher Umlenk- und Unterstützungsrollen überprüfen und sicherstellen
- Möglichkeiten zum Anlaufen des Flachriemens im Betrieb eliminieren, wie z. B. Riemenscheiben ohne Bordscheiben verwenden ([siehe auch Kapitel 7](#)) oder Abstände von Anlagenrahmen und -gehäusen zum Flachriemen überprüfen und ggf. anpassen
- Sauberkeit der Anlage und der Umgebung sicherstellen. Schmutz/Anhaftungen auf der Unterseite des Flachriemens kann zu übermäßiger mechanischer Belastung und/oder übermäßigem Schlupf führen und den Flachriemen somit zerstören



## Auflegen

Beim Auflegen der Siegling Extremultus Flachriemen besteht die Gefahr die Flachriemen bei unsachgemäßer Behandlung derart vorzuschädigen, dass eine Dauerfestigkeit der Flachriemen im Betrieb nicht mehr gegeben ist. Daher sollte das Auflegen sowie das Spannen möglichst von fachkundigem Personal durchgeführt werden. Gerne vereinbaren wir mit Ihnen einen Termin zur Montage des Flachriemens vor Ort.

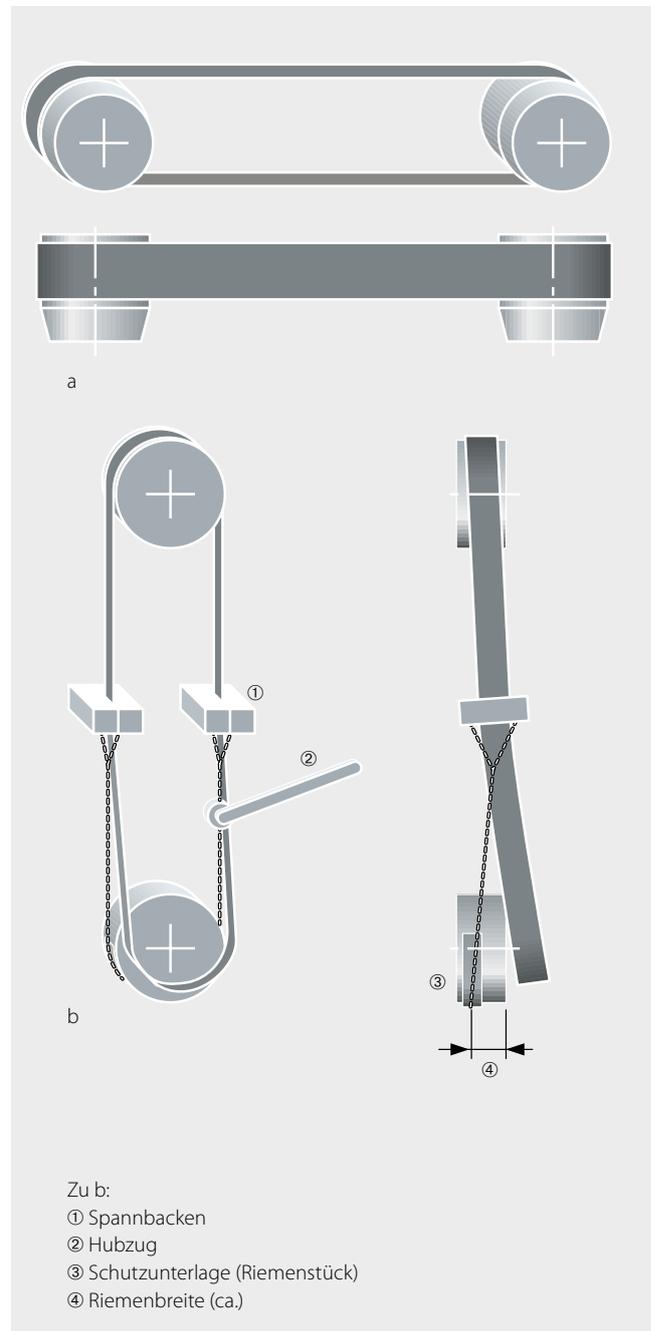
Grundsätzlich ist beim Auflegen der Siegling Extremultus Flachriemen die Anleitung des Anlagenherstellers zu berücksichtigen. Wichtig ist zudem, dass die Flachriemen nie über Scheibenkanten oder mit Hilfsmitteln aufgedreht werden, die Kantenbeschädigungen am Flachriemen verursachen und zum Knicken bzw. Einreißen führen.

Insbesondere Flachriemen der Aramid Reihe sind (bedingt durch den Aramid-Zugträger) anfällig für diese Art der Beschädigung.

Die meisten Anlagen besitzen eine Spannvorrichtung, die ein Verringern der Achsabstände der Riemenscheiben zum Auflegen des Flachriemens ermöglicht. Ist dies nicht der Fall oder ist der Spannweg der Spannvorrichtung nicht groß genug, ist der Flachriemen derart zu Dimensionieren, dass nach dem Auflegen die erforderliche Spannung erreicht wird.

Mögliche Hilfsmittel dafür sind:

- Aufdrehkegel (a)
- Hubzug (b – nur bei Polyamid Reihe verwenden)



## Spannen

Zum Übertragen eines bestimmten Drehmoments ohne Gleitschlupf müssen Flachriemen vorgespannt sein. Das Aufbringen dieser Spannung erfolgt in der Regel über die Spannvorrichtung der Anlage und wird über die Auflegedehnung des Flachriemens eingestellt. Die Auflegedehnung ergibt sich dazu aus der Berechnung/Auslegung des Siegling Extremultus Flachriemens für den jeweiligen Anwendungsfall und stellt eine Längenänderung des Flachriemens im Vergleich zum ungedehnten Ausgangszustand dar. Der Wert der Auflegedehnung wird dazu in Prozent angegeben.

Beispiel: Messmarkenabstände bei einer erforderlichen Auflegedehnung von 2%.

ungedehnt	gedehnt
1000 mm	1020 mm
500 mm	510 mm
250 mm	255 mm

**Hinweis:** Nach dem ersten Dehnen ist es sinnvoll den Antrieb mehrere Male durchzudrehen, anschließend den Dehnungswert zu kontrollieren und ihn ggf. zu korrigieren. Erst mit dem Durchdrehen wird die Dehnung auf die komplette Bandlänge verteilt.

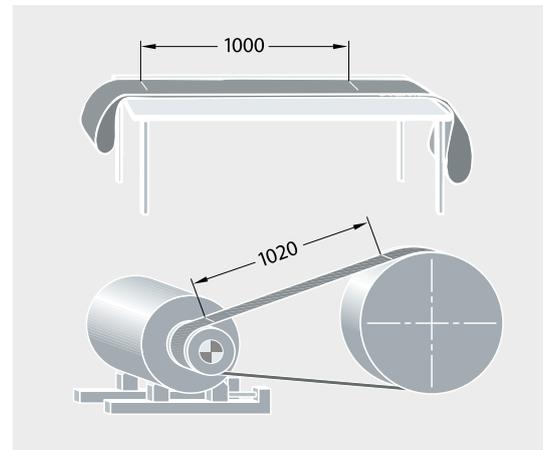
Das Spannen bzw. Aufbringen der Dehnung auf den Siegling Extremultus Flachriemen kann mithilfe unterschiedlicher Methoden und Hilfsmittel durchgeführt werden.

### Messmarken

Auf der Oberseite des glatt ausgelegten Flachriemens werden zwei dünne Messmarken in einem definierten Abstand, z.B. 1000 mm, aufgetragen. Nach dem Auflegen wird der Flachriemen so lange durch Vergrößern des Wellenabstandes gedehnt, bis der Messmarkenabstand den errechneten Wert erreicht hat, siehe obenstehende Tabelle.

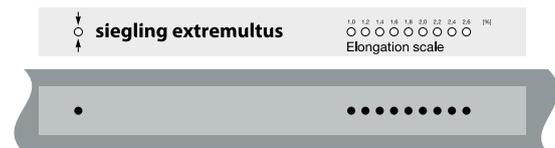
Zur Kontrolle wird der Antrieb mehrere Male durchgedreht und erneut gemessen.

**Hinweis:** Die Messung nicht über der Verbindung durchführen!



### Dehnungsschablone

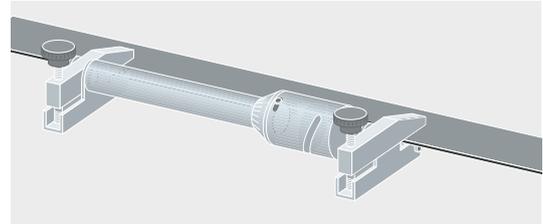
Als besonderen Service von Forbo Movement Systems kann die Oberseite des bestellten Siegling Extremultus Flachriemens bereits mit Referenz-Messmarken versehen werden. Nach dem Dehnen wird der Dehnungswert nach mehrmaligem Durchdrehen mit der mitgelieferten Dehnungsschablone kontrolliert.



### Mechanisches Dehnungsmessgerät

Zum direkten Messen der Auflegedehnung kann ein entsprechendes mechanisches Dehnungsmessgerät von Forbo Movement Systems eingesetzt werden. Das Gerät wird auf die Bandkante geklemmt und die Ableseskala auf den Wert Null gestellt. Während des Dehnens kann der Dehnungswert kontinuierlich abgelesen werden.

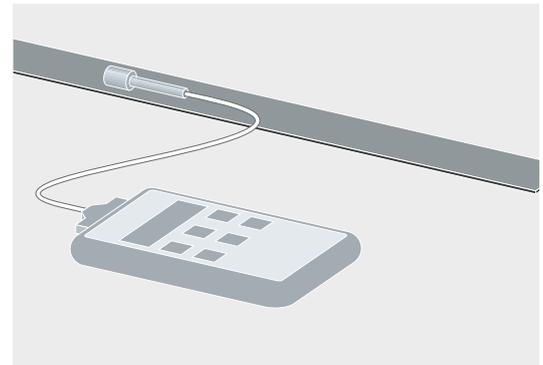
Vor dem Durchdrehen des Antriebes muss das Gerät entfernt werden. Eine spätere Kontrolle kann nur erfolgen, wenn die Kanten der Bandklemmen vor dem Abnehmen präzise markiert wurden.



### Elektronisches Schwingungsmessgerät

Mit einem handelsüblichen elektronischen Schwingungsmessgerät (Auflösung  $> 1/10$  Hz) wird die Riemen Spannung indirekt über das Schwingungsverhalten des Trums ermittelt. Die Frequenz, die der Flachriemen bei einer definierten Dehnung zeigt, muss vor dem Messvorgang rechnerisch ermittelt werden.

Durch ein mechanisches Anschlagen, z. B. einen Hammerschlag, wird ein Trum in Schwingung versetzt und seine Frequenz gemessen. Der Flachriemen wird so lange gespannt, bis die errechnete Schwingungsfrequenz erreicht ist. Zur Kontrolle wird der Antrieb mehrere Male durchgedreht und die Frequenz erneut gemessen.



Beim erstmaligen Auflegen jungfräulicher Flachriemen ist das Einlaufverhalten (Relaxation) des Zugträgers zu berücksichtigen. Nähere Informationen finden Sie nachfolgend im Abschnitt Installation starker Flachriemen. In Abhängigkeit des Zugträgers sind daher anfangs geringfügig höhere Frequenzen als für den eingelaufenen Betrieb berechnet einzustellen.

**Hinweis:** Sowohl die korrekte Berechnung der Frequenz des Riementrums als auch die Durchführung einer verlässlichen Schwingungsmessung am Siegling Extremultus Flachriemen mit dem elektronischen Schwingungsmessgerät erfordert ein hohes Maß an Fachwissen und Erfahrung. Für die korrekte Durchführung des Spannens nach dieser Methode wenden Sie sich daher bitte an Forbo Movement Systems.



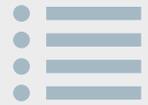
## Abnehmen und Wiederauflegen gelaufener Flachriemen

Wenn ein bereits gelaufener Flachriemen abgenommen wird, muss dieser nach dem Auflegen bei Wiederinbetriebnahme mit derselben Dehnung arbeiten wie vorher.

Wir empfehlen daher, vor dem Entspannen und Abnehmen den Flachriemen mit definierten Messmarken zu versehen oder alternativ die Arbeitsstellung der Spannvorrichtung zu markieren. Beim erneuten Auflegen des Flachriemens ist dann der ursprüngliche Messmarkenabstand bzw. die ursprüngliche Arbeitsstellung der Spannvorrichtung wiederherzustellen.

Bei Verwendung eines elektronischen Schwingungsmessgeräts kann die Frequenz des Riementrums im ursprünglichen Spannungszustand vor dem Entspannen ermittelt und beim Wiederauflegen erneut eingestellt werden. Aufgrund der Messungenauigkeiten wird jedoch zur Verwendung von Messmarken für das Spannen der Siegling Extremultus Flachriemen beim Wiederauflegen geraten.

***Hinweis:** Zwischen dem Abnehmen und Wiederauflegen des Siegling Extremultus Flachriemens sollte möglichst ein gewisses Zeitfenster (>24 h) eingehalten werden, damit sich der Flachriemen entspannen kann.*



## Installation starker Flachriemen

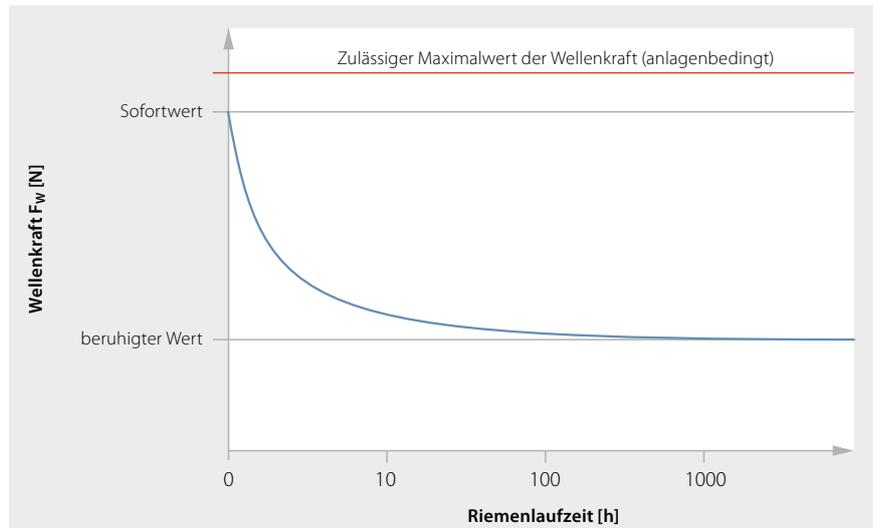
Bei der Installation von Siegling Extremultus Flachriemen mit einer hohen breitenbezogenen Wellenkraft  $F'_w$  ist, in vielen Fällen, das Einlaufverhalten der Flachriemen, speziell der Zugträger, zu berücksichtigen. Durch diesen Effekt können beim erstmaligen Auflegen eines Siegling Extremultus Flachriemens Kräfte auf die Wellen und Lager ausgeübt werden, die deutlich höher sind als die berechneten Kraftwerte.

### Konstante Dehnung

Beim Auflegen von Siegling Extremultus Flachriemen mit einer definierten Dehnung stellt sich zunächst eine höhere Wellenkraft ein. Dieser sogenannte Sofortwert der Wellenkraft fällt im Laufe der ersten Betriebsstunden auf den beruhigten Wert ab, der als konstant angesehen werden kann.

Je nach Zugträgermaterial und -bauart ändern sich das Verhältnis zwischen dem Sofortwert der Wellenkraft und dem beruhigten Wert sowie die Dauer des Einlaufvorganges.

Die Dauer des Einlaufvorganges ist zudem von einer Vielzahl weiterer Einflussfaktoren abhängig und kann kaum vorhergesagt werden.

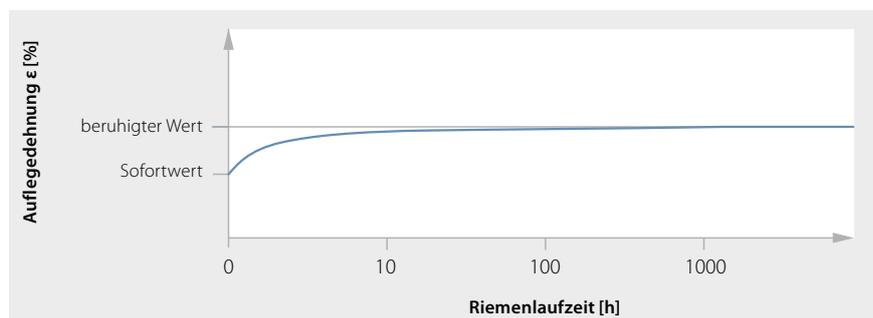


Verlauf der Wellenkraft bei konstanter Dehnung

**Hinweis:** Der beruhigte Wert der Wellenkraft dient als Grundlage für die Berechnung der Leistungsübertragung eines Flachriemens. Der höhere Sofortwert der Wellenkraft ist vom Konstrukteur aber zumindest bei der statischen Dimensionierung der Wellenlager zu berücksichtigen.

### Konstante Vorspannkraft

Pneumatische, gefederte oder gewichtsbelastete Spannvorrichtungen müssen den Flachriemen mindestens mit der berechneten dynamischen Wellenkraft  $F_{wd}$  spannen. Die zugehörige berechnete Auflegedehnung  $\epsilon$  wird aufgrund des Einlaufverhaltens der Zugträger erst nach einer gewissen Einlaufzeit erreicht. Der Wellenabstand vergrößert sich während der Einlaufzeit geringfügig.



Verlauf der Auflegedehnung bei konstanter Wellenkraft (Vorspannkraft)

Produktreihe	Zugträger	Verhältnis $c_{\text{Sofort}}$ sofort/beruhigt Wert
Polyester Reihe	Gewebe	1,8
	Cordfäden	1,5
Aramid Reihe	Gewebe	1,4
	Cordfäden	1,5
Polyamid Reihe	Zugband	2,2

## Einlaufverhalten von Kunststoff-Zugträgern

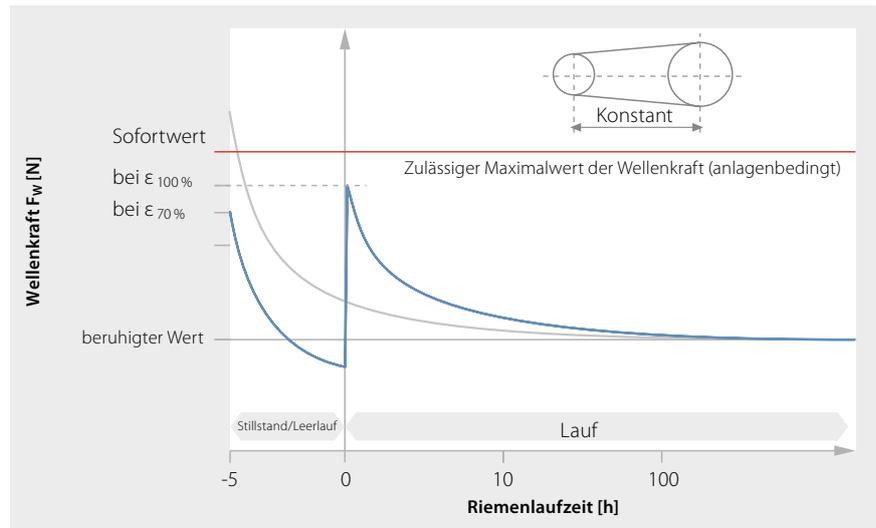
Sämtliche Kunststoffe weisen bei dynamischer Belastung ein Einlaufverhalten, auch Relaxation genannt, auf. Bei Flachriemen mit Kunststoff-Zugträgern wirkt sich dieses Verhalten in Form einer höheren Wellenkraft beim erstmaligen Auflegen aus.

### Spannen in zwei Stufen

Die Installation von Flachriemen mit einer hohen breitenbezogenen Wellenkraft kann für tragende Anlagenteile problematisch sein. Aufgrund des Einlaufverhaltens des Kunststoff-Zugträgers kann die zulässige Belastung der Wellen und/oder Lager der Anlage durch den hohen Sofortwert der Wellenkraft überschritten werden und ein Schaden an der Anlage entstehen.

Forbo Movement Systems empfiehlt daher in diesen Fällen nach einer Zwei-Stufen-Spannmethode zu verfahren:

**1. Stufe:** Den Siegling Extremultus Flachriemen nur auf etwa 50% (in Einzelfällen bis max. 70%) der erforderlichen Auflegedehnung spannen ( $\epsilon_{50\%} = 0,5 \cdot \epsilon$ ). Anschließend sollte die Anlage mit geringer Last und moderater Geschwindigkeit betrieben werden. Nach etwa 10 Stunden sollte keine signifikante Veränderung der Wellenkraft mehr zu verzeichnen sein (in einigen Fällen kann dieser Punkt auch bereits früher oder etwas später eintreten).

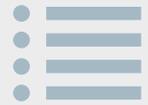


Verlauf der Wellenkraft bei Zweischritt-Spannmethode

**2. Stufe:** Den Siegling Extremultus Flachriemen nun auf die erforderliche Auflegedehnung spannen ( $\epsilon_{100\%} = \epsilon$ ). Im Betrieb wird der Flachriemen sich noch weiter einlaufen bis er den beruhigten Wert der Wellenkraft erreicht hat. Hierfür sind keine weiteren Handlungen erforderlich.

Durch diese Zwei-Stufen-Spannmethode kann ein Überschreiten des zulässigen Maximalwerts der Wellenkraft ( $F_{w,max}$ ) für die Anlage vermieden werden (in der oben stehenden Grafik hellgrau eingezeichnet). Die Zwei-Stufen-Spannmethode hat keinen negativen Einfluss auf die des Siegling Extremultus Flachriemens und auf die max. mögliche Kraftübertragung durch den Flachriemen.

**Hinweis:** Forbo Movement Systems rät dringend davon ab, die Flachriemen in mehr als zwei Stufen zu spannen, da sich sonst das Wellenkraft-Dehnungsverhalten der Zugträger ändern kann und der Flachriemen somit unbrauchbar wird (Totspannen des Flachriemens).



### **Pflege**

Grundsätzlich sind die meisten Siegling Extremultus Flachriemen wartungsfrei.

Die Chromlederschicht verliert ohne regelmäßige Pflege (und bei übertriebener Pflege) ihre besonderen Eigenschaften. Sie sollte deshalb alle 2 bis 3 Wochen kontrolliert werden.

Bei der Kontrolle ist darauf zu achten, dass die Lederoberfläche weich, fettig und matt ist. Wenn der Fettfilm seit der letzten Prüfung spürbar abgenommen hat, Siegling Extremultus Sprühpaste auftragen. Sollte das Leder bereits eine härtere, glänzende und trockene Oberfläche aufweisen oder stark verschmutzt sein, vorher mittels einer weichen Drahtbürste aufräuen. Während dieser Servicezeit die Scheiben gegebenenfalls reinigen. Bei auffälliger Veränderung des Riemenbildes bzw. ungewöhnlicher Geräuschentwicklung empfehlen wir eine sofortige Kontaktaufnahme mit Forbo Movement Systems.

**Hinweis:** Für die Chromlederoberflächen der Siegling Extremultus Flachriemen ausschließlich Siegling Extremultus Sprühpaste verwenden!

Die Sauberkeit im Anlagenbereich sowie der technische Zustand der Anlage können ebenfalls eine Rolle spielen und sollten daher in regelmäßigen Abständen überprüft und sichergestellt werden.

### **Chemische Beständigkeit**

Siegling Extremultus Flachriemen mit den Beschichtungsmaterialien G, N, P, T, U, R (also alle Produkte ohne Lederbeschichtung) sind chemisch unempfindlich gegen Öle und Fette, sowie die meisten der handelsüblichen Lösungsmittel. Für eine einwandfreie Funktion müssen sie jedoch frei von Fett und Öl gehalten werden.

**Hinweis:** Diese Siegling Extremultus Flachriemen dürfen nicht mit Riemenpflegemitteln behandelt werden.

Siegling Extremultus Flachriemen mit dem Beschichtungsmaterial Chromleder (L) sind unempfindlich gegen Maschinenöle, Dieseltreibstoffe, Benzin, Benzol, gebräuchliche Lösungsmittel wie Äthylacetat, Aceton und dgl., Chlorkohlenwasserstoffe wie Perchloräthylen u.a. Ausführungen mit ein- oder beidseitiger Lederbeschichtung können bei Öl- und Fetteinfluss eingesetzt werden.

Sämtliche Siegling Extremultus Flachriemen sind nicht beständig gegen organische und anorganische Säuren.

Genauere Angaben über die chemische Beständigkeit eines speziellen Artikels erhalten Sie auf Anfrage. Auf Wunsch untersuchen wir unsere Siegling Extremultus Flachriemen auch hinsichtlich der Beständigkeit gegenüber Ihrem Reinigungsmittel.



### Zulässige Betriebstemperaturen

Forbo Movement Systems empfiehlt, für den dauerhaften Betrieb von Siegling Extremultus Flachriemen die Einhaltung der untenstehenden Richtwerte.

Innerhalb der in den Produktdatenblättern angegebenen Grenzen der Einsatztemperaturen bleiben die Kraft-Dehnungswerte der Zugträger und die minimalen Umlenkdurchmesser im Rahmen der üblichen Produkt-Toleranzen erhalten. Einsätze bei tieferen Temperaturen, z. B. in Tiefkühlagern, sind möglich, erfordern dann jedoch größere Rollendurchmesser, ggf. bestimmte Reibbeschichtungen und meistens Laborversuche bei Forbo Movement Systems.

**Hinweis:** Bitte unbedingt die Angaben der zulässigen Betriebstemperaturen in den jeweiligen Datenblättern der Siegling Extremultus Flachriemen beachten, da diese in Einzelfällen von den in der Tabelle angegebenen Pauschalwerten abweichen können.

Produktreihe	Zugträgerart	Beschichtungen	Zulässige Betriebstemperatur [°C]
Polyester Reihe	Gewebe	alle	-20/+70
	Cordfäden	alle	-40/+60
Aramid Reihe	Gewebe	alle	-20/+70
	Cordfäden	alle	-20/+60
Polyamid Reihe	Gewebe	alle	-20/+80
	Zugband	LL, LT und unbeschichtet	-40/+80
	Zugband	restliche Beschichtungen (GG, GT, TT, TG, RR, UU, NN)	-20/+80
Polyurethan Reihe	Folie	alle	-20/+60





# 6 VERBINDUNGS- UND KONFEKTIONIERUNGSTECHNIK

6.1 Allgemeine Hinweise

6.2 Verbindungsarten

6.3 Möglichkeiten der Konfektionierung

# 6.1 ALLGEMEINE HINWEISE



Bei allen als Rollenware hergestellten Siegling Extremultus Flachriemen ist die präzise hergestellte Endlosverbindung eine wesentliche Voraussetzung für gute Laufeigenschaften und eine lange Lebensdauer.

Außer beim Einsatz von mechanischen Verbindern werden die Verbindungsarten nach der geometrischen Form unterschieden in der die Enden des Flachriemens vorbereitet sind, z. B. Keilverbindung, Z-Verbindung oder Stoßverbindung. Die vorbereiteten Enden des Flachriemens werden je nach verwendetem Zugträgermaterial entweder miteinander verklebt oder verschmolzen. Das Verschmelzen der Zugträgermaterialien erfordert allerdings thermoplastische Werkstoffe wie z. B. Aramid, Polyester und Polyurethan.

In enger Zusammenarbeit mit Anwendern und Geräteherstellern hält Forbo Movement Systems die Verfahrens- und Gerätetechnologie auf dem aktuellen Stand der Flachriemenentwicklung und bietet aufeinander abgestimmte Konfektionierungssysteme für rationelle und sichere Endlosverbindungen an:

- hochwertige Geräte mit allem Zubehör
- ausführliche Verfahrensanleitungen
- umfassende Serviceleistungen

Je nach Anwendungsfall und Kundenwunsch kann die Herstellung einer Endlosverbindung direkt vor Ort in der Anlage erfolgen. Alternativ wird die Endlosverbindung in einem unserer Konfektionierungszentren hergestellt und der endlos verbundene Siegling Extremultus Flachriemen ausgeliefert.

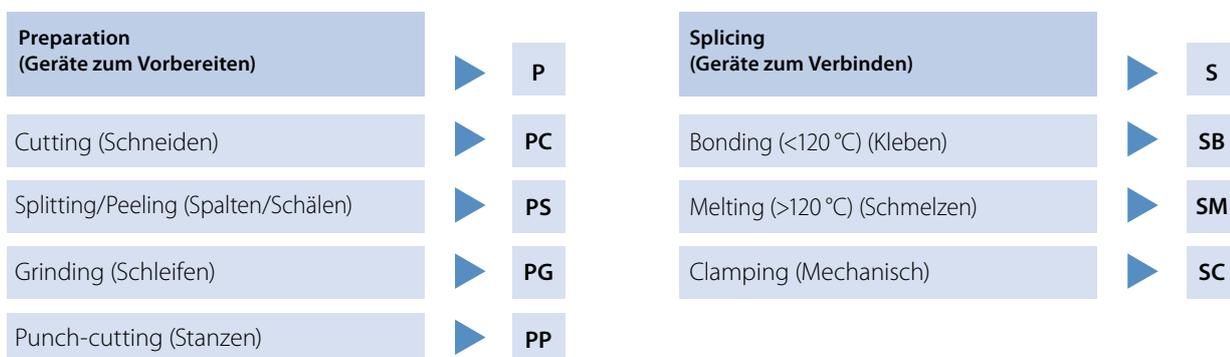
Neben der Herstellung von Endlosverbindungen sind unsere Konfektionierungszentren ebenfalls in der Lage die Siegling Extremultus Flachriemen auf Wunsch mit Lochungen, Profilen oder Bandkantenversiegelungen zu versehen. Analog zur Verbindungstechnik ist auch hierbei im Einzelfall zu prüfen, ob die gewünschte Zusatzbearbeitung technisch machbar und von Forbo Movement Systems freigegeben ist.

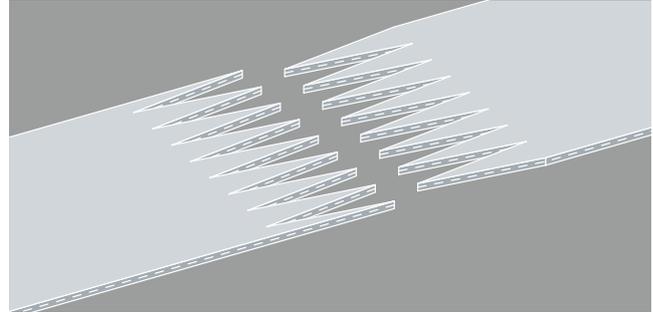
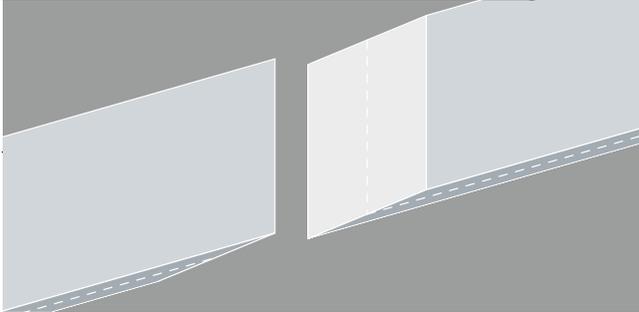
Die folgenden Beschreibungen illustrieren die grundsätzliche Beschaffenheit der unterschiedlichen Verbindungstypen und deren Herstellung. Sofern Sie eine Arbeitsanleitung zum Herstellen einer Endlosverbindung für einen spezifischen Siegling Extremultus Flachriemen benötigen, kontaktieren Sie bitte Ihren lokalen Ansprechpartner bei Forbo Movement Systems:

[www.forbo.com/movement](http://www.forbo.com/movement) > Kontakt

Wir helfen Ihnen gerne weiter.

## Vorbereitungs- und Verbindungsmethoden





## Keilverbindung

Die Keilverbindung ist eine Verbindung, bei der die Enden des abgelängten Flachriemens keilförmig angeschliffen werden. Zur Verbindung der angeschliffenen Enden des Flachriemens werden diese übereinandergelegt, mit Kleber eingestrichen und in einem Heizgerät miteinander verbunden.

Die Verbindung erfolgt im Klebeverfahren und wird bei Siegling Extremultus Flachriemen der Polyamid Reihe eingesetzt. Das Ablängen und Anschleifen des Flachriemens kann generell in einem 90° oder 60° Winkel erfolgen. Zudem kann über die Steigung des Keils die Verbindungslänge variiert werden. Die exakte Wahl des Winkels sowie der Keillänge wird jedoch anwendungsspezifisch für jeden einzelnen Fall getroffen.

### Vorbereiten

- keilförmiges Anschleifen der Bandenden mit entsprechenden Vorbereitungsgeräten

### Endlosverbindung im Klebeverfahren

- passgenaues Einlegen der Bandenden in einen Formschuh
- Benetzen des Verbindungsbereiches mit Kleber, z.T. werden mehrere unterschiedliche Kleber für die verschiedenen Schichten des Bandkörpers verwendet
- Einlegen des Formschuhes in ein Heizgerät, Verklebung unter Hitze (< 120 °C) und Druck mit definierter Haltezeit

## Z-Verbindung

Für eine Z-Verbindung werden die Enden des abgelängten Flachriemens mit einer geeigneten Stanze Z-förmig gestanzt. Anschließend werden die gestanzten Enden ineinandergeschoben und in einem Heizgerät verbunden.

Die Verbindung erfolgt im Schmelzverfahren und ist somit lediglich für thermoplastische Werkstoffe zugelassen (Polyester, Aramid und Polyurethan Reihe sowie einige Artikel der Polyamid Reihe mit Gewebezugträger (nur mit Folie U)). Die Z-Verbindungen stehen für Siegling Extremultus Flachriemen in vier verschiedenen Ausführungen zur Verfügung, die sich in Flankenlänge und/oder -breite der Z-Flanken unterscheiden:

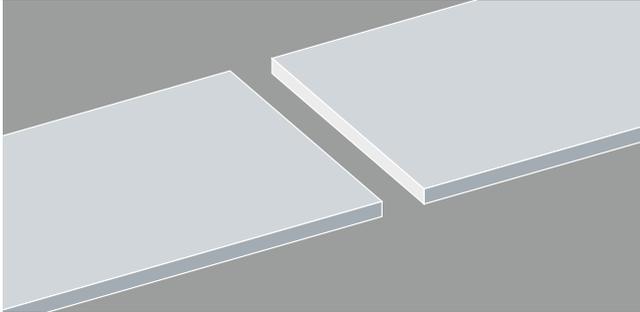
- 35 x 5,75 mm                      – 35 x 11,5 mm
- 70 x 11,5 mm                     – 110 x 11,5 mm

### Vorbereiten

- Z-förmiges Stanzen der Bandenden mit Handstanzmessern oder Stanzgeräten

### Endlosverbindung im Schmelzverfahren

- Einlegen von Strukturfolie in den Formschuh (ermöglicht ein Nachbilden der Oberflächenstruktur und ein Ausgasen der Kunststoffe)
- passgenaues Einlegen der Bandenden (ggf. samt Folie U) in den Formschuh
- Auflegen von Strukturfolie auf den Verbindungsbereich (ermöglicht ein Nachbilden der Oberflächenstruktur und ein Ausgasen der Kunststoffe)
- Einlegen des Formschuhes in ein Heizgerät, Verschmelzung unter Hitze (> 120 °C) und Druck mit definierter Haltezeit



### Stoßverbindung

Bei der Stoßverbindung müssen die Enden des Flachriemens vorher möglichst exakt im 90° Winkel und gerade abgelängt werden. Anschließend werden die Enden aufgeschmolzen und gegeneinandergedrückt.

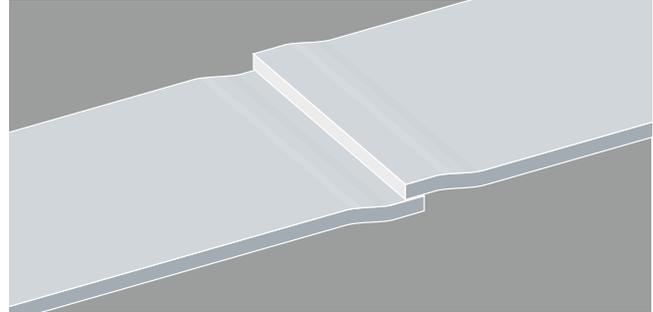
Eine Stoßverbindung erfolgt daher stets im Schmelzverfahren. Aufgrund der geringen Verbindungsfläche zwischen den Enden des Flachriemens ist diese Verbindung nur für Anwendungen geeignet, in denen relativ geringe Kräfte auf den Flachriemen wirken. Daher werden ausschließlich Siegling Extremultus Flachriemen der Polyurethan Reihe mit einer Stoßverbindung verbunden.

#### Vorbereiten

- senkrecht schneiden der Bandenden im 90° Winkel

#### Endlosverbindung im Schmelzverfahren

- Enden des Flachriemens an gegenüberliegenden Seiten der Heizplatte positionieren
- Enden des Flachriemens aufschmelzen
- Heizplatte entfernen und Enden gegeneinander pressen



### Überlappungsverbindung

Bei der Überlappungsverbindung müssen die Enden des Flachriemens vorher möglichst exakt im 90° Winkel und gerade abgelängt werden. Anschließend werden die Enden mit einer Überlappungslänge von etwa 2 mm übereinander gelegt und in einem Heizgerät verbunden.

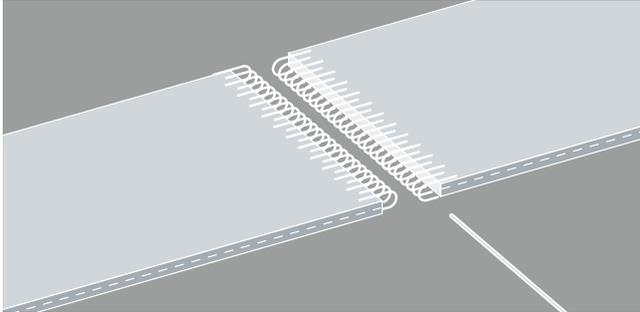
Die Überlappungsverbindung wird daher stets im Schmelzverfahren hergestellt. Zwar ist die Verbindungsfläche größer als bei einer Stoßverbindung, im Vergleich zur Keil- oder Z-Verbindung ist die Verbindungsfläche jedoch sehr gering. Daher wird die Überlappungsverbindung, analog zur Stoßverbindung, ebenfalls ausschließlich für Siegling Extremultus Flachriemen der Polyurethan Reihe durchgeführt.

#### Vorbereiten

- senkrecht schneiden der Bandenden im 90° Winkel

#### Endlosverbinden im Schmelzverfahren

- Einlegen von Strukturfolie in einen Formschuh (ermöglicht ein Nachbilden der Oberflächenstruktur und ein Ausgasen der Kunststoffe)
- passgenaues Einlegen der Bandenden in den Formschuh
- Auflegen von Strukturfolie auf den Verbindungsbereich (ermöglicht ein Nachbilden der Oberflächenstruktur und ein Ausgasen der Kunststoffe)
- Einlegen des Formschuhes in ein Heizgerät, Verschmelzung unter Hitze (> 120°C) und Druck mit definierter Haltezeit



## Mechanischer Verbinder

Mechanische Verbinder sind Drahtklammern oder Scharnierkonstruktionen die in die Enden der Siegling Extremultus Flachriemen eingepresst und anschließend mit einem Verbindungsdraht oder Pin zusammengehalten werden.

Die mechanischen Verbinder sind generell als Metall- und Kunststoffausführung verfügbar.

Diese Verbindungsart entstand in den Anfängen der Industrialisierung und war zu der Zeit die einzige Möglichkeit einer adäquaten Verbindung von Flachriemen. Heutzutage sind die mechanischen Verbinder aufgrund hochfester Materialien, bei gleicher Leistungsfähigkeit, deutlich filigraner geworden. Zudem sind mit den zuvor beschriebenen Verbindungstechniken alternative Möglichkeiten zur Verbindung von Flachriemen im Laufe der Zeit hinzugekommen. Bei Siegling Extremultus Flachriemen wird daher die mechanische Verbindung nur noch, sofern überhaupt möglich, als Sonderlösung auf Anfrage und speziellen Wunsch eingesetzt.

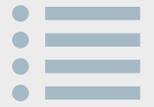
### Vorbereiten

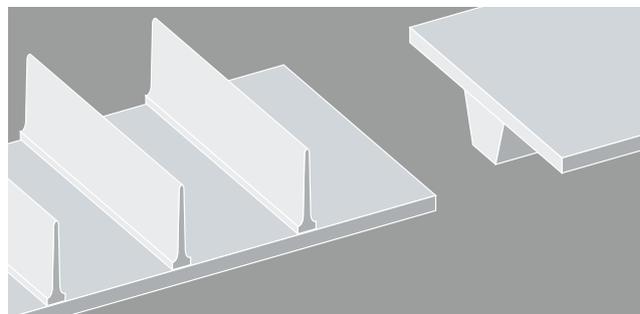
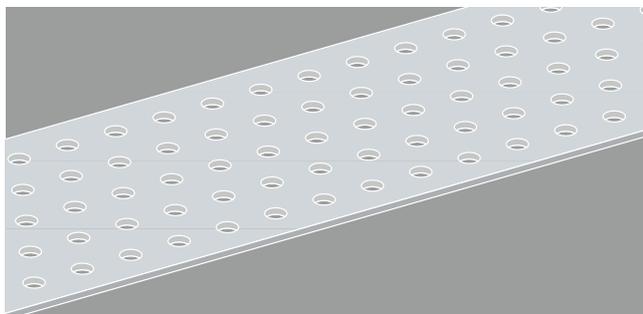
- senkrecht schneiden der Bandenden im 90° Winkel
- Anbringen der Verbindungselemente an den Bandenden

### Endlosverbinden mit mechanischem Verbinder

- Zusammenlegen der Bandenden, sodass die Ösen der Verbindungselemente in einer Reihe angeordnet sind
- Einführen des Verbindungsdrahts/Pins in die Ösen der Verbindungselemente

## 6.3 MÖGLICHKEITEN DER KONFEKTIONIERUNG





Weitere Aufgaben der Konfektionierung, neben der Herstellung von Endlosverbindungen, sind das Anbringen von Profilen, Erstellen von Lochungen oder das spezielle Bearbeiten der Bandkanten.

Da nicht jede Bearbeitung für alle Siegling Extremultus Flachriemen sinnvoll und technisch möglich ist, ist bei entsprechenden Sonderwünschen eine detaillierte Absprache mit Ihrem lokalen Ansprechpartner erforderlich:

[www.forbo.com/movement](http://www.forbo.com/movement) > Kontakt

Wir helfen Ihnen gerne weiter.

## Profile

Profile werden nur äußerst selten auf die sehr dünnen Extremultus Bänder geschweißt. Vor allem bei Antriebsriemen sind Profile nicht üblich. Generell können zwar sowohl Längsprofile für eine bessere Führung als auch Querprofile abhängig von der Oberseite eines Flachriemens aufgebracht werden. Anwendung finden Profile jedoch lediglich bei Flachriemen, die Transportaufgaben übernehmen.

## Lochungen

Lochungen können kundenspezifisch in jeder denkbaren Art ausgeführt werden. Meist werden Lochungen von Siegling Extremultus Flachriemen vorgenommen, die als Vakuumbänder zum Einsatz kommen. Forbo Movement Systems liefert diese Bänder vorzugsweise in die Druck- und Papierindustrie.

## Bandkantenversiegelung

Eine Bandkantenversiegelung bei Siegling Extremultus Flachriemen mit Gewebe-Zugträger ist grundsätzlich möglich, kommt jedoch nur in Spezialfällen z. B. im Lebensmittelbereich oder bei Textilmaschinen zur Anwendung. Dabei geht es vorrangig um einen flusenfreien Lauf und damit um einen leichten Schutz des Zugträgers gegen ein Anlaufen des Flachriemens an Anlagenteilen.

## Bandkantenausführungen

Eine spezielle Form der Bandkantenausführung ist die „gesägte Kante“ an schweren Riemen der Polyamid Reihe. Sinnvoll ist diese Art der Bandkantenausführung sofern der Flachriemen seitlich geführt oder in Transmissionen im Lauf seitlich verschoben werden muss, da die gesägte Kante bei seitlichem Anlauf deutlich robuster als die geschnittene Kante des Polyamid-Zugträgers ist.

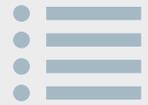




# 7 RIEMENSCHLEIBEN

- 7.1 [Geometrien von Riemenscheiben](#)
- 7.2 [Abmessungen und Qualität von Riemenscheiben](#)
- 7.3 [Einsatz balliger Riemenscheiben](#)

# 7.1 GEOMETRIEN VON RIEMENSCHLEIBEN



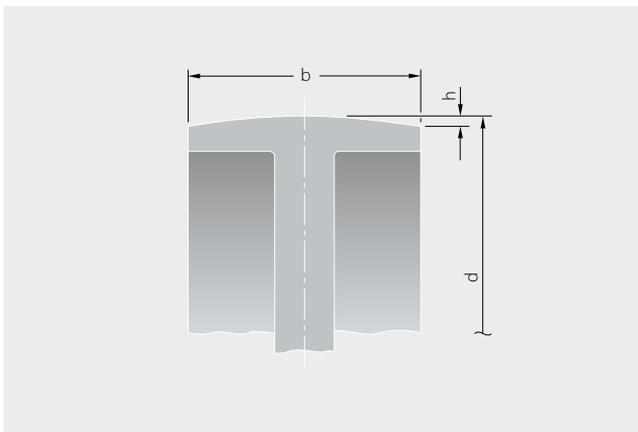
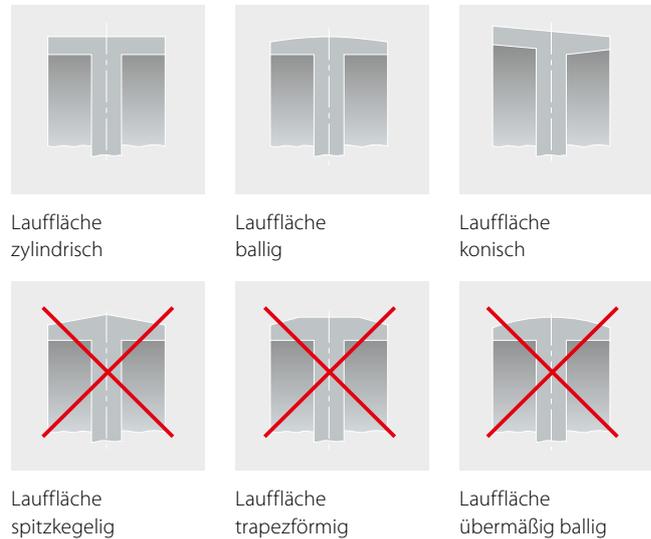
Ein wesentlicher Vorteil bei Flachriemengetrieben ist die einfache Geometrie der Riemenscheiben, die im Gegensatz zu Getrieben mit Keil- und Keilrippenriemen, verwendet wird. Forbo Movement Systems empfiehlt den Einsatz zylindrischer oder ballig ausgeführter Riemenscheiben. In speziellen Einsatzfällen (z. B. einem Konusantrieb) sind auch konisch ausgeführte Riemenscheiben zulässig.

Scharfe Kanten an und auf den Riemenscheiben müssen hingegen unbedingt vermieden werden. Aus diesem Grund sind Riemenscheiben mit trapezförmiger bzw. zylindrisch-konischer oder gar spitzkegeliger Ausführung nicht geeignet.

Auch eine übermäßige Balligkeit ist zu vermeiden, um eine maximale Lebensdauer des Flachriemens zu gewährleisten. Die von Forbo Movement Systems empfohlenen Wölbhöhen „h“ für die Balligkeiten der Riemenscheiben sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

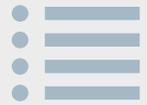
Durch den Einsatz von Riemenscheiben nach ISO 22 wird eine lange Lebensdauer des Flachriemens, eine optimale Leistungsübertragung, ein guter Riemenlauf und eine niedrige Wellenbelastung gewährleistet.

**Hinweis:** Bei Scheibendurchmessern > 2000 mm empfehlen wir bezüglich der Wölbhöhe eine Rücksprache mit Forbo Movement Systems.



## Wölbhöhe „h“ nach ISO 22

Riemenscheibendurchmesser d [mm]			Wölbhöhe h [mm] für Riemenscheibenbreite	
			b ≤ 250 mm	b > 250 mm
40	bis	112	0,3	0,3
125	bis	140	0,4	0,4
160	bis	180	0,5	0,5
200	bis	224	0,6	0,6
250	bis	280	0,8	0,8
315	bis	500	1,0	1,0
560	bis	710	1,2	1,2
800	bis	1000	1,2	1,5
1120	bis	1400	1,5	2,0
1600	bis	2000	1,8	2,5

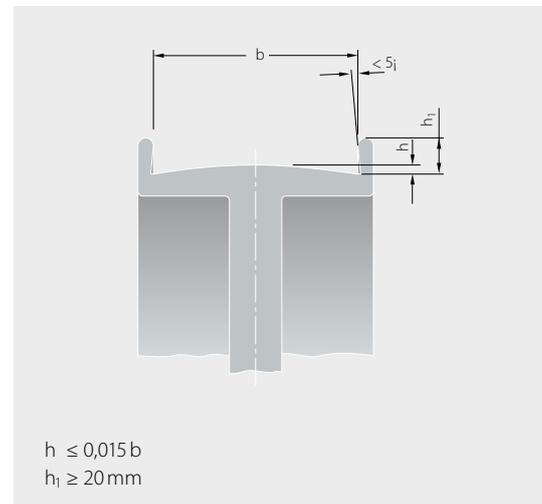


### Riemenscheiben mit Bordscheiben

In einigen Anwendungsfällen kann der Einsatz von Bordscheiben an den Riemenscheiben erforderlich sein. Grundsätzlich rät Forbo Movement Systems jedoch vom Einsatz der Bordscheiben ab.

Sollte der Einsatz von Bordscheiben unumgänglich sein, ist darauf zu achten, dass die Lauffläche der Riemenscheibe ballig nach ISO 22 ausgeführt ist (siehe Tabelle auf vorheriger Seite). Zudem müssen die Innenflanken der Bordscheiben eine Hinterschneidung von  $5^\circ$  aufweisen und sämtliche Kanten abgerundet sein. Durch diese Maßnahmen soll sichergestellt werden, dass der Flachriemen in keinem Fall an die Bordscheiben anläuft, da dies den Flachriemen beschädigt.

**Hinweis:** Bordscheiben dürfen nicht zum Steuern des Flachriemens verwendet werden!



# 7.2 ABMESSUNGEN UND QUALITÄT VON RIEMENSCHLEIBEN



Die Breite der Riemenscheiben  $b$  ergibt sich aus der Breite des verwendeten Flachriemens  $b_0$ . In Anlehnung an ISO 22 empfiehlt Forbo Movement Systems die nebenstehenden Breiten  $b$  der Riemenscheiben für die diversen Riemenbreiten.

Die minimalen Durchmesser der Riemenscheiben, die in einer Anlage verwendet werden dürfen sind abhängig vom verwendeten Flachriemen und in den jeweiligen Produktdatenblättern der Siegling Extremultus Flachriemen angegeben.

Grundsätzlich sollten die Laufflächen der Riemenscheiben eine mittlere Rauheit von  $R_a \leq 6,3 \mu\text{m}$  (nach DIN EN ISO 4287 und DIN EN ISO 4288) aufweisen. Oberflächen mit einer mittleren Rauheit von  $R_a \leq 3,2 \mu\text{m}$  sind, vor allem als Antriebsscheiben, jedoch nicht zu empfehlen. Hierbei besteht die Gefahr von Schluffeffekten, die zu einer verminderten Leistungsübertragung führen können.

Für Geschwindigkeiten bis zu  $v_{\text{max}} = 40 \text{ m/s}$  sind gewöhnliche Riemenscheiben verwendbar. Bei höheren Geschwindigkeiten sollten Sonderscheiben (z. B. Stahl, gewuchtet) zum Einsatz kommen.

$b_0$ [mm]	$b$ [mm]	$b_0$ [mm]	$b$ [mm]
20	25	180	200
25	32	200	225
30	40	220	250
35	40	250	280
40	50	280	315
45	50	300	315
50	63	320	355
55	63	350	400
60	71	380	400
65	71	400	450
70	80	450	500
75	90	500	560
80	90	550	630
85	100	600	630
90	100	650	710
95	112	700	800
100	112	750	800
120	140	800	900
140	160	900	1000
160	180	1000	1120





## Zweischeibentriebe

Grundsätzlich sollten beide Riemenscheiben in einem Zweischeibentrieb mit einer Balligkeit nach DIN 111 ausgeführt sein. Bei waagrecht liegenden Wellen und Übersetzungsverhältnissen, die größer sind als 1:3, kann die kleine Riemenscheibe jedoch zylindrisch ausgeführt werden.

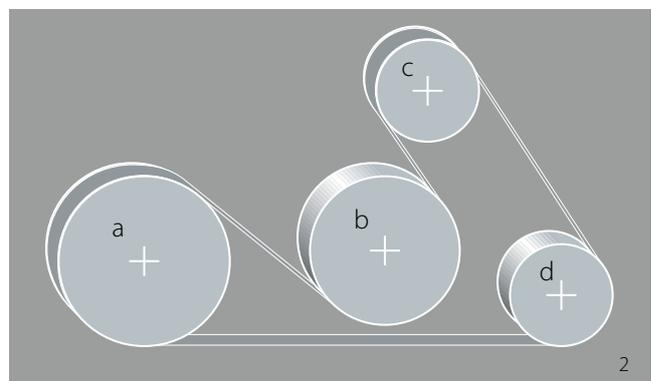
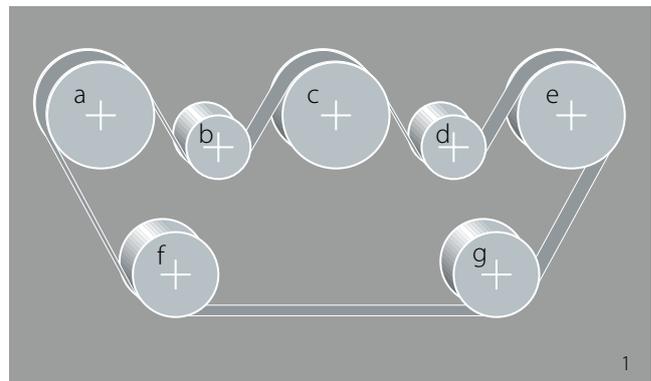
## Mehrscheibenantriebe

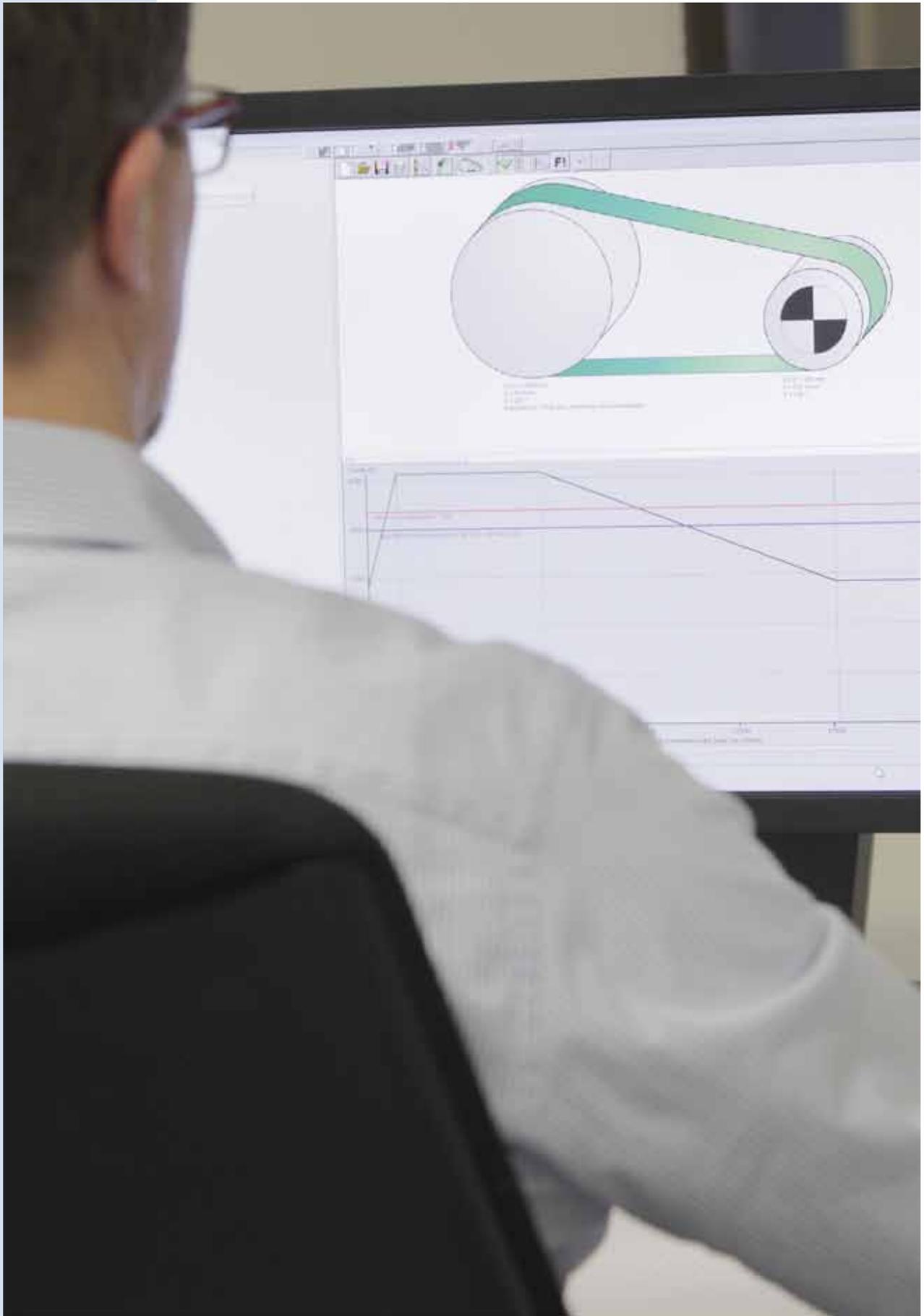
Bei Mehrscheibenantrieben grundsätzlich nur die Riemenscheiben gewölbt ausführen, die den Flachriemen in gleicher Richtung biegen. In der Regel eignen sich hierfür die „innen“ liegenden Riemenscheiben besonders.

Bei kürzeren Riemenlängen reicht es jedoch häufig, lediglich die größte Riemenscheibe ballig auszuführen, um eine sichere Riemenführung zu gewährleisten.

Im Beispiel 1 empfehlen wir, die Riemenscheiben a, c, e, f und g gewölbt auszuführen. Bei kürzeren Flachriemen genügt es, nur a und e gewölbt auszuführen.

Im Beispiel 2 empfehlen wir, die Riemenscheiben a, c und d gewölbt auszuführen. Bei kurzen Riemenlängen ist a in gewölbter Ausführung ausreichend.







# 8 BERECHNUNG DER ANTRIEBSRIEMEN

- 8.1 [Allgemeine Hinweise](#)
- 8.2 [Kraftübertragung am Flachriemen](#)
- 8.3 [Terminologie](#)
- 8.4 [Rechengang](#)
- 8.5 [Betriebsfaktor  \$c\_2\$](#)
- 8.6 [Grundauflegedehnung  \$c\_4\$](#)
- 8.7 [Dehnungszuschlag für Fliehkraft  \$c\_5\$](#)
- 8.8 [Schwingungsberechnung](#)
- 8.9 [Berechnungsbeispiel](#)



# 8.1 ALLGEMEINE HINWEISE

Die in diesem Kapitel verwendeten Formeln, Werte und Empfehlungen entsprechen dem derzeitigen Stand der Technik und unseren langjährigen Erfahrungen. Sie gelten für die Kraftübertragung zwischen Unterseiten aus Elastomer G oder Chromleder und Stahl/Grauguss-Scheiben. Die Berechnungsergebnisse können jedoch von denen unseres Berechnungsprogramms B\_Rex ([siehe Kapitel 3.5](#)) abweichen.

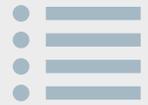
Diese Abweichungen ergeben sich aus den grundsätzlich unterschiedlichen Ansätzen: während B\_Rex auf empirischen Messungen beruht und eine detaillierte Anlagenbeschreibung erfordert, basieren die hier gezeigten

Rechenwege auf allgemeinen, einfachen physikalischen Formeln und Ableitungen, ergänzt durch Faktoren (z. B.  $c_2$ ), 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.

**Hinweis:** *Siegling Extremultus Flachriemen der Polyurethan Reihe sind primär nicht zur Leistungsübertragung gedacht und können nicht nach diesen Formeln berechnet werden.*

# 8.2 KRAFTÜBERTRAGUNG AM FLACHRIEMEN



Zur kraftschlüssigen Übertragung eines bestimmten Drehmoments  $M$  und damit einer Umfangskraft  $F_U$  muss der Hochleistungs-Flachriemen auf die Riemenscheiben einen entsprechenden Anpressdruck ausüben. Durch das Spannen des Flachriemens zwischen den Riemenscheiben erzeugt der Flachriemen dabei eine Kraft auf die Wellen der Riemenscheiben, die Wellenkraft  $F_W$ .

Über die Kontaktfläche zwischen dem Flachriemen und den Riemenscheiben wird dann mithilfe der Reibung die Umfangskraft bzw. das Drehmoment von der Antriebs- zur Abtriebsscheibe übertragen.

In Abhängigkeit dieser Kontaktfläche – wiederum abhängig von der Riemenbreite und dem kleinsten Riemenscheibendurchmesser –, der Wellenkraft sowie der zu übertragenden Umfangskraft  $F_U$ , entstehen im Riemen Kräfte, die so genannten Trumkräfte  $F_1$  und  $F_2$ . Der Unterschied zwischen der Kraft im Lasttrum  $F_1$  und der Kraft im Leertrum  $F_2$  – in der Regel ist die Kraft  $F_1$  höher – führt zu Dehnungsunterschieden im Flachriemen, die durch Schlupf  $s$  ausgeglichen werden.

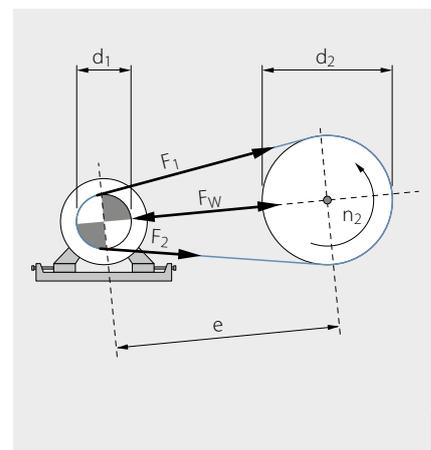
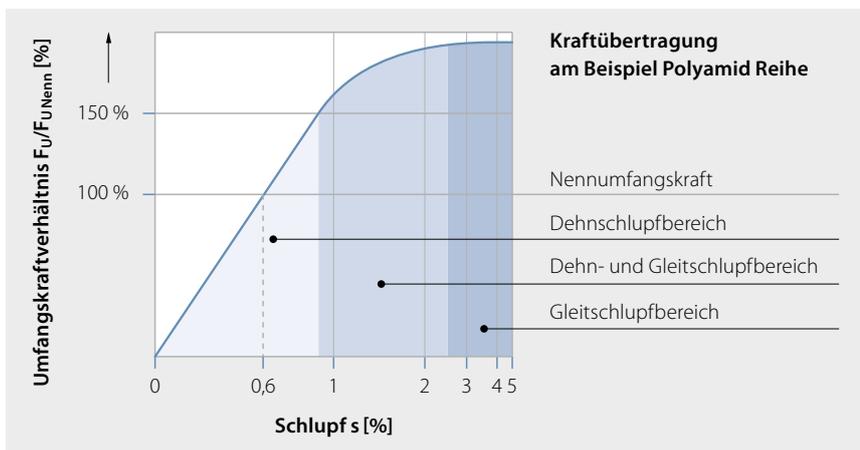
Wie das unten stehende Diagramm zeigt, gibt es drei Schlupfbereiche, den Dehnschlupfbereich, den Dehn- und Gleitschlupfbereich sowie den Gleitschlupfbereich. Gleitschlupf bedeutet in diesem Fall, dass der Flachriemen auf der Riemenscheibe gleitet, also durchrutscht. Ein Betrieb von Flachriemen im Gleitschlupfbereich ist unbedingt zu vermeiden, da dies die Lebensdauer des Flachriemens deutlich verkürzt. Auch beim Betrieb im Dehn- und Gleitschlupfbereich kann Gleitschlupf nicht vollständig ausge-

schlossen werden, sodass auch dieser Betriebsbereich vermieden werden sollte.

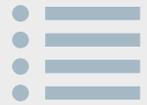
Dehnschlupf hingegen bedeutet, dass die durch die Umfangskraft  $F_U$  entstehenden Kraft- und Dehnungsunterschiede in den Riementrümen ( $F_1$  und  $F_2$ ) durch das elastische Materialverhalten des Flachriemens ausgeglichen werden. Hierbei entsteht kein übermäßiger Verschleiß am Flachriemen.

Die Siegling Extremultus Flachriemen (Polyamid Reihe) werden in der Form entwickelt, dass sie ihre Nennumfangskraft  $F_{UNenn}$  bei einem Schlupfwert von  $s = 0,6\%$  erreichen. Werden die Flachriemen in ihrem vorgesehenen Arbeitspunkt betrieben, arbeiten sie stets sicher im Dehnschlupfbereich. Dieser Bereich reicht bis zu einem Schlupf von etwa  $s = 0,9\%$ , sodass die Siegling Extremultus Flachriemen im Extremfall bis zu 150% ihrer Nennumfangskraft  $F_{UNenn}$  übertragen können. Dadurch wird sichergestellt, dass Siegling Extremultus Flachriemen stets ihre Aufgabe der sicheren Kraftübertragung zur vollsten Kundenzufriedenheit erfüllen. Da abhängig vom Anwendungsfall unterschiedliche Breiten der Flachriemen benötigt werden, wird zur Kategorisierung der Flachriemen die Nennumfangskraft im Datenblatt als breitenbezogene Nennumfangskraft  $F'_{UNenn}$  – bezogen auf 1 mm Breite – angegeben.

**Hinweis:** Die Schlupfbereiche sind abhängig vom Material des verwendeten Flachriemens. Siegling Extremultus Flachriemen der Aramid Reihe sowie der Polyester Reihe arbeiten daher bei anderen Schlupfwerten als Flachriemen der Polyamid Reihe.

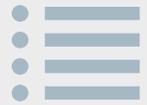


# 8.3 TERMINOLOGIE



Kurzzeichen	Einheit	Bezeichnung
b	mm	Kranzbreite der Riemenscheibe
b <sub>0</sub>	mm	Breite des Flachriemens
c <sub>2</sub>	–	Betriebsfaktor
c <sub>4</sub>	%	Grundauflegedehnung
c <sub>5</sub>	%	Dehnungszuschlag für Fliehkraft
c <sub>R</sub>	N/m	Federkonstante des Flachriemens
c <sub>sofort</sub>	–	Einlaufverhältnis
d <sub>1</sub>	mm	Durchmesser der treibenden Riemenscheibe
d <sub>2</sub>	mm	Durchmesser der getriebenen Riemenscheibe
d <sub>klein</sub>	mm	Durchmesser der kleinsten Riemenscheibe
e	mm	Abstand der Wellen/Riemenscheiben
F <sub>1</sub>	N	Trumkraft Lasttrum
F <sub>2</sub>	N	Trumkraft Leertrum
F <sub>B</sub>	N	Bemessungskraft
F <sub>U</sub>	N	Zu übertragende Umfangskraft
F' <sub>U</sub>	N/mm	Breitenbezogene Umfangskraft
F' <sub>UNenn</sub>	N/mm	Breitenbezogene Nennumfangskraft
F <sub>UNenn</sub>	N	Nennumfangskraft
F <sub>W</sub>	N	Wellenkraft
F' <sub>W</sub>	N/mm	Breitenbezogene Wellenkraft
F <sub>Wd</sub>	N	Dynamische Wellenkraft
F <sub>Ws</sub>	N	Statische Wellenkraft
F <sub>Wsofort</sub>	N	Sofortwert der Wellenkraft
F <sub>Wmax</sub>	N	Zulässiger Maximalwert der Wellenkraft (anlagenbedingt)
f <sub>1</sub>	Hz	Transversale Eigenfrequenz Lasttrum
f <sub>2</sub>	Hz	Transversale Eigenfrequenz Leertrum
f <sub>err</sub>	Hz	Erregerfrequenz
h	mm	Wölbhöhe
J <sub>1</sub>	kgm <sup>2</sup>	Massenträgheitsmoment der treibenden Riemenscheibe
J <sub>2</sub>	kgm <sup>2</sup>	Massenträgheitsmoment der getriebenen Riemenscheibe
l	mm	Geometrische Riemenlänge
l <sub>1</sub>	mm	Bogenlänge an der treibenden Riemenscheibe
l <sub>2</sub>	mm	Bogenlänge an der getriebenen Riemenscheibe
l <sub>s</sub>	mm	Frei schwingende Riemenlänge
M	Nm	Drehmoment
m'	kg/m <sup>2</sup>	Flächengewicht des Flachriemens
m' <sub>R</sub>	kg/m	Metergewicht des Flachriemens
n <sub>1</sub>	1/min	Drehzahl der treibenden Riemenscheibe
n <sub>2</sub>	1/min	Drehzahl der getriebenen Riemenscheibe
P	kW	Zu übertragende Leistung
v	m/s	Riemengeschwindigkeit
z <sub>err</sub>	–	Anzahl der Erregungen pro Riemenumlauf
β <sub>1</sub>	mm	Umschlingungswinkel der treibenden Riemenscheibe
β <sub>2</sub>	mm	Umschlingungswinkel der getriebenen Riemenscheibe
ε	%	Auflegedehnung

# 8.4 RECHENGANG



Bekannt sind P [kW], d<sub>1</sub> [mm], n<sub>1</sub> [1/min], d<sub>2</sub> [mm] sowie e [mm]

<p>1 Umschlingungswinkel β<sub>1</sub> und β<sub>2</sub></p>	$\beta_1 = 2 \cdot \arccos \left( \frac{d_2 - d_1}{2e} \right) \quad [^\circ]$ $\beta_2 = 2 \cdot \arccos \left( \frac{d_1 - d_2}{2e} \right) \quad [^\circ]$
<p>2 Riemengeschwindigkeit v Zu übertragende Umfangskraft F<sub>U</sub></p>	$v = \pi \cdot \frac{d_1}{1000} \cdot \frac{n_1}{60} \quad [\text{m/s}]$ $F_U = \frac{P \cdot 1000}{v} \quad [\text{N}]$
<p>3 Bemessungskraft F<sub>B</sub> Betriebsfaktor c<sub>2</sub></p>	$F_B = F_U \cdot c_2 \quad [\text{N}]$ <p>c<sub>2</sub> aus Tabelle Betriebsfaktor (<a href="#">siehe Kapitel 8.5</a>)</p>
<p>4 Breitenbez. Umfangskraft F'<sub>U</sub> Breitenbez. Nennumfangskraft F'<sub>UNenn</sub> Grundaufgelegedehnung c<sub>4</sub></p>	<p>Im Diagramm von d<sub>klein</sub> senkrecht nach oben bis zum Schnittpunkt mit β, nach links F'<sub>U</sub>, nach rechts c<sub>4</sub> und F'<sub>UNenn</sub> ablesen</p>
<p>5 Breite des Flachriemens b<sub>0</sub></p>	$b_0 = \frac{F_B}{F'_U} \quad [\text{mm}]$
<p>6 Bogenlänge an der treibenden Riemenscheibe l<sub>1</sub> und getriebenen Riemenscheibe l<sub>2</sub> Freischwingende Länge l<sub>s</sub> Geometrische Riemenlänge l</p>	$l_1 = \pi \cdot \frac{d_1}{2} \cdot \frac{\beta_1}{180} \quad [\text{mm}]$ $l_2 = \pi \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \frac{\beta_2}{180} \quad [\text{mm}]$ $l_s = \sqrt{e^2 - \frac{(d_2 - d_1)^2}{4}} \quad [\text{mm}]$ $l = l_1 + l_2 + 2l_s \quad [\text{mm}]$ <p>Hinweis: Die Bestelllänge des Flachriemens hängt von der Aufgelegedehnung ab (<a href="#">siehe Kapitel 5.3</a>)</p>
<p>7 Aufgelegedehnung ε Dehnungszuschlag für Fliehkraft c<sub>5</sub></p>	$\epsilon = c_4 + c_5 \quad [\%]$ <p>c<sub>5</sub> aus den Tabellen Dehnungszuschlag für Fliehkraft für den gewählten Siegling Extremultus Flachriemen ablesen (<a href="#">siehe Kapitel 8.7</a>)</p>
<p>8 Wellenbelastung F<sub>W</sub>: im Stillstand (statisch) F<sub>Ws</sub> im Betrieb (dynamisch) F<sub>Wd</sub> Sofortwert der Wellenkraft beim Hochspannen F<sub>Wsofort</sub> Einlaufverhältnis c<sub>sofort</sub></p>	$F_{Ws} = \epsilon \cdot F'_{UNenn} \cdot b_0 \quad [\text{N}]$ $F_{Wd} = c_4 \cdot F'_{UNenn} \cdot b_0 \quad [\text{N}]$ $F_{Wsofort} = c_{sofort} \cdot \epsilon \cdot F'_{UNenn} \cdot b_0 \quad [\text{N}]$ <p>c<sub>sofort</sub> aus der Tabelle im <a href="#">Kapitel 5.3</a> ablesen</p>
<p>9 Schwingungsberechnung Erregerfrequenz f<sub>err</sub> Metergewicht des Flachriemens m'<sub>R</sub> Riemenkraft im Lasttrum F<sub>1</sub> Riemenkraft im Leertrum F<sub>2</sub> Transversale Eigenfrequenz: im Lasttrum f<sub>1</sub> im Leertrum f<sub>2</sub></p>	$f_{err} = \frac{n}{60} \cdot Z_{err} \quad [\text{Hz}]$ <p>Die Drehzahl der Riemenscheibe mit der höchsten Umwulterregung einsetzen</p> $m'_R = m' \cdot \frac{b_0}{1000} \quad [\text{kg/m}]$ <p>m' aus dem Datenblatt des jeweiligen Siegling Extremultus Flachriemens ablesen</p> $F_1 = \frac{F_{Ws} + F_U}{2} \quad [\text{N}]$ $F_2 = \frac{F_{Ws} - F_U}{2} \quad [\text{N}]$ $f_1 = \frac{1000}{l_s} \sqrt{\frac{F_1}{4 \cdot m'_R}} \quad [\text{Hz}]$ $f_2 = \frac{1000}{l_s} \sqrt{\frac{F_2}{4 \cdot m'_R}} \quad [\text{Hz}]$

# 8.5 BETRIEBSFAKTOR $c_2$



Art des Antriebes	Antriebsbeispiele	Betriebsfaktor $c_2$
gleichmäßiger Betrieb geringe zu beschleunigende Massen lastfreier Anlauf	Generatoren geringer Leistung Zentrifugalpumpen Drehautomaten leichte Textilmaschinen	1,0
fast gleichmäßiger Betrieb mittlere zu beschleunigende Massen meistens lastfreier Anlauf	kleine Ventilatoren bis 8 kW Werkzeugmaschinen Drehkolbengebläse Holzbearbeitungsmaschinen, leicht und mittel Generatoren Getreidewalzenstühle Gruppenvorgelege Karden, Krempel Extruder Steinsägegatter Schraubenkompressoren	1,2
ungleichmäßiger Betrieb mittlere zu beschleunigende Massen Stöße	Kolbenpumpen, Kompressoren, Ungleichförmigkeitsgrad > 1:80 Zentrifugen Großpresspumpen Ventilatoren Knetmaschinen Holländer Mahlgänge Kugelmühlen Rohrmühlen Webstühle Holzsägegatter Rührwerke Zerspaner Holzindustrie Karosseriepressen Konusriemen Papierindustrie	1,35
ungleichmäßiger Betrieb große zu beschleunigende Massen starke Stöße Anlauf unter Last	Kolbenpumpen, Kompressoren, Ungleichförmigkeitsgrad < 1:80 Rüttelmaschinen Baggerantriebe Kollergänge Rollapparate Ziegelpressen Schmiedepressen Scheren Stanzen Walzwerke Steinbrecher Hacker	1,7

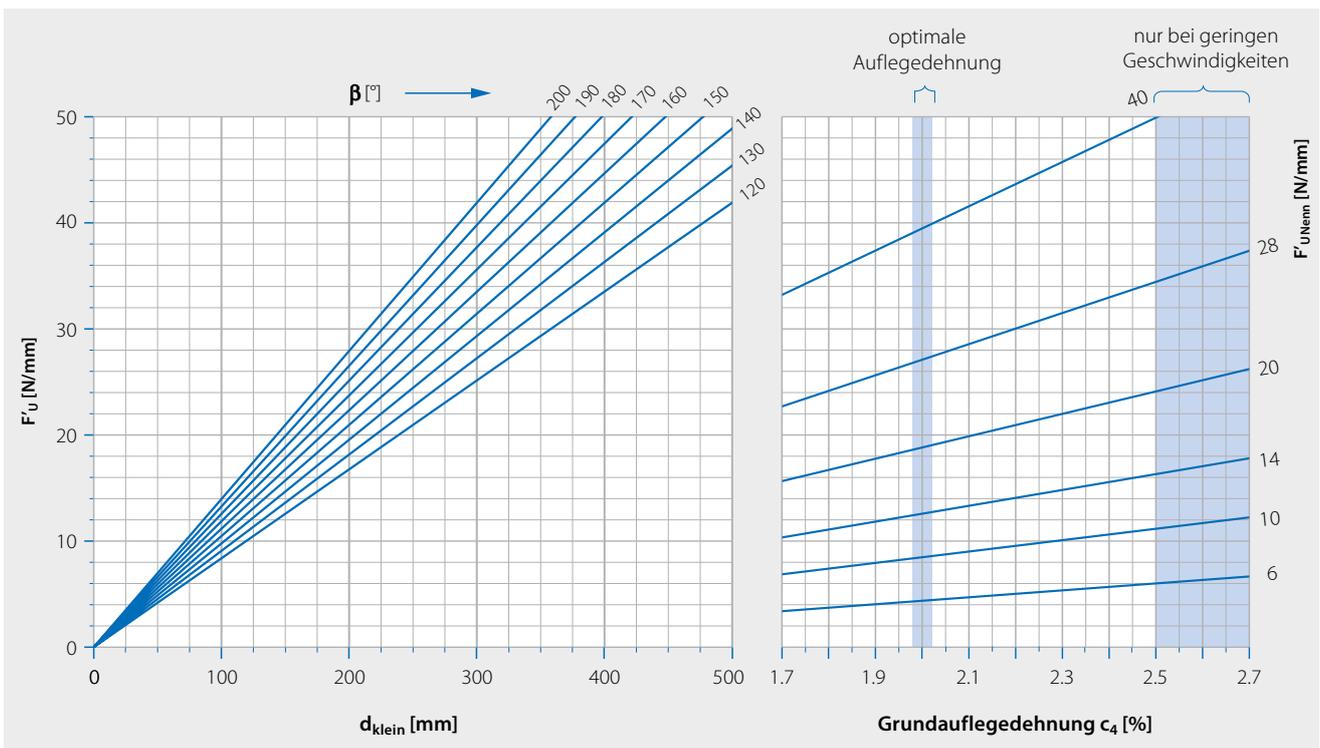
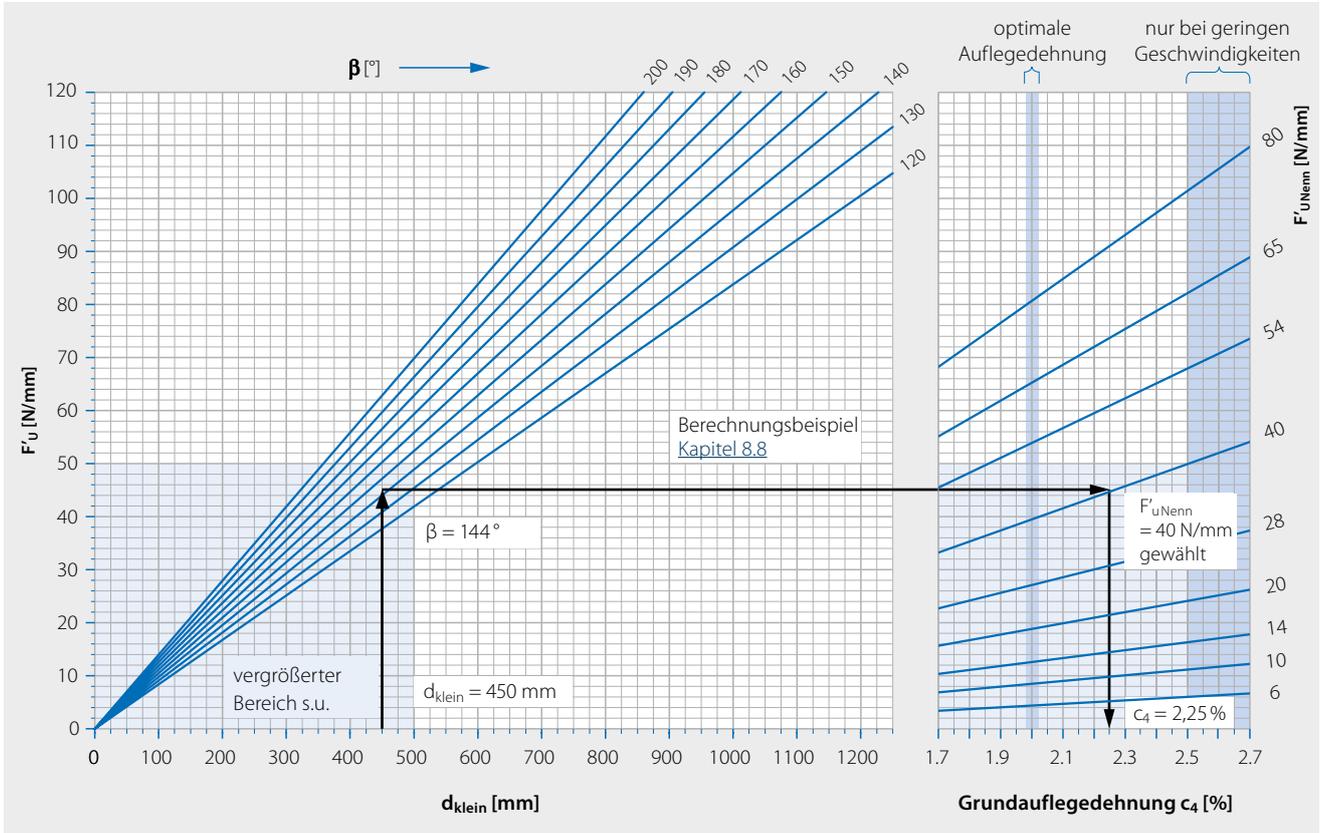
In Abhängigkeit von der Drehmomentcharakteristik der Antriebsmaschine sollten folgende Betriebsfaktoren nicht unterschritten werden:

Antriebsmaschine	Mindestwert $c_2$
drehzahlgeregelte Elektromotoren (z. B. Frequenzumrichter)	1,0
Elektromotoren mit Stern-Dreieck-Umschaltung Elektromotoren mit mechanischer oder hydrodynamischer Kupplung polumschaltbare Elektromotoren Verbrennungsmotoren Wasserturbinen	1,3
direkt eingeschaltete Elektromotoren ohne Anlaufkupplung	1,7

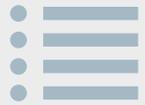
# 8.6 GRUNDAUFLEGEDEHNUNG $c_4$



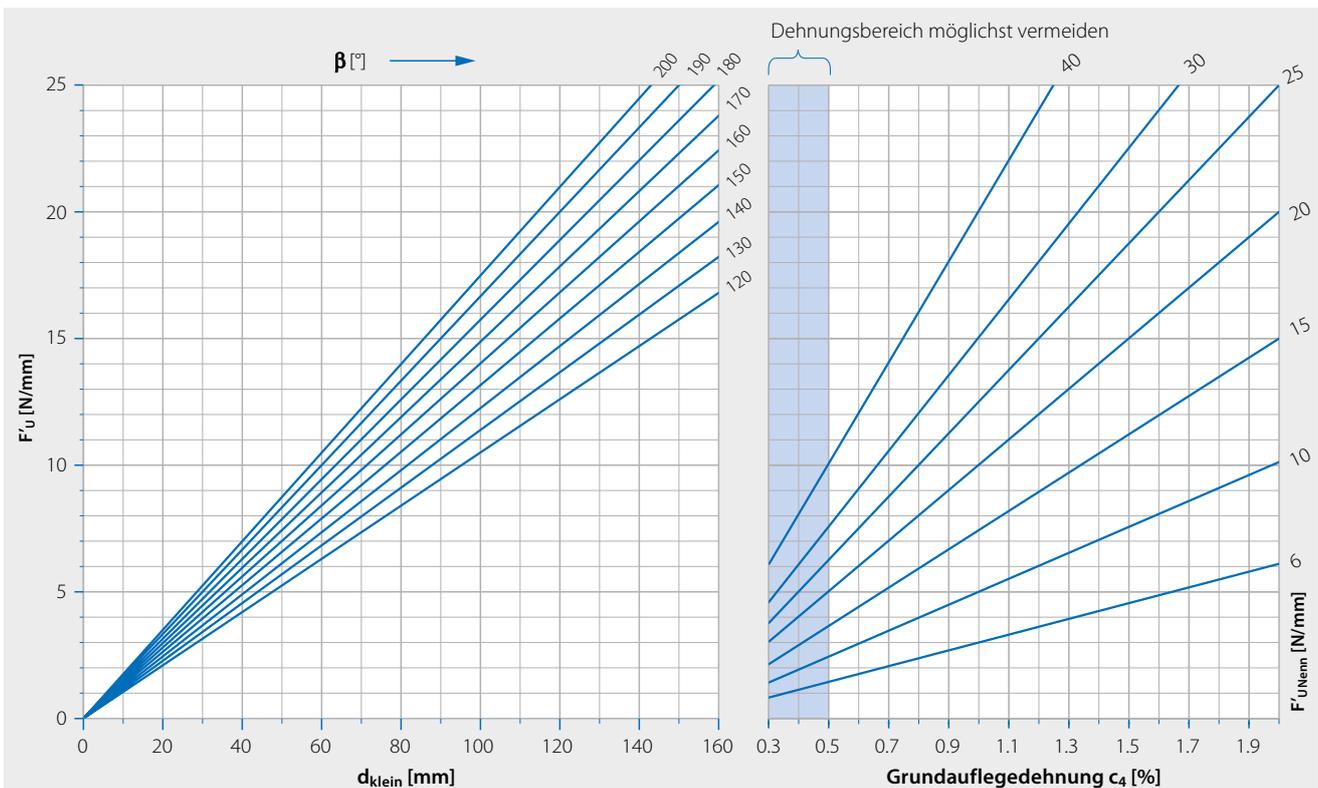
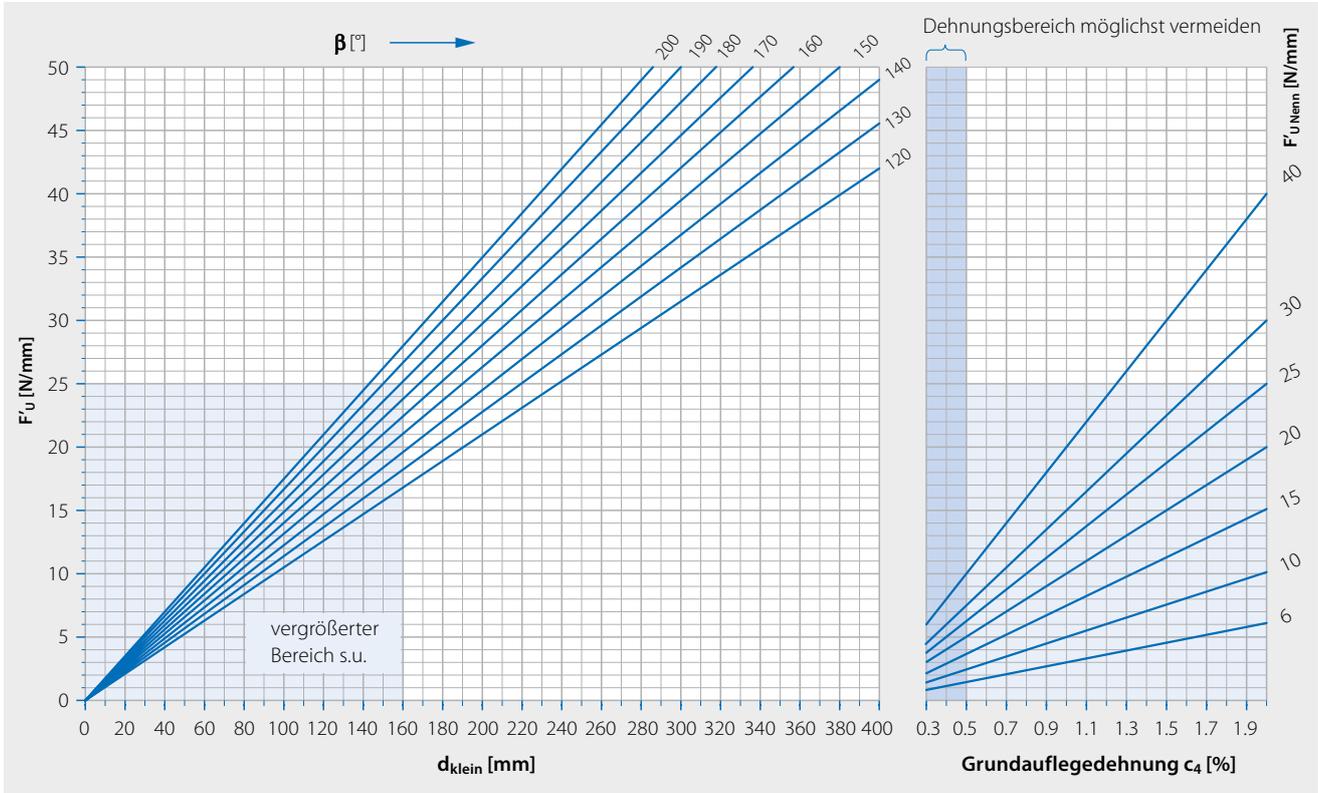
## Polyamid Reihe – Zugband



# 8.6 GRUNDAUFLEGEDEHNUNG $c_4$



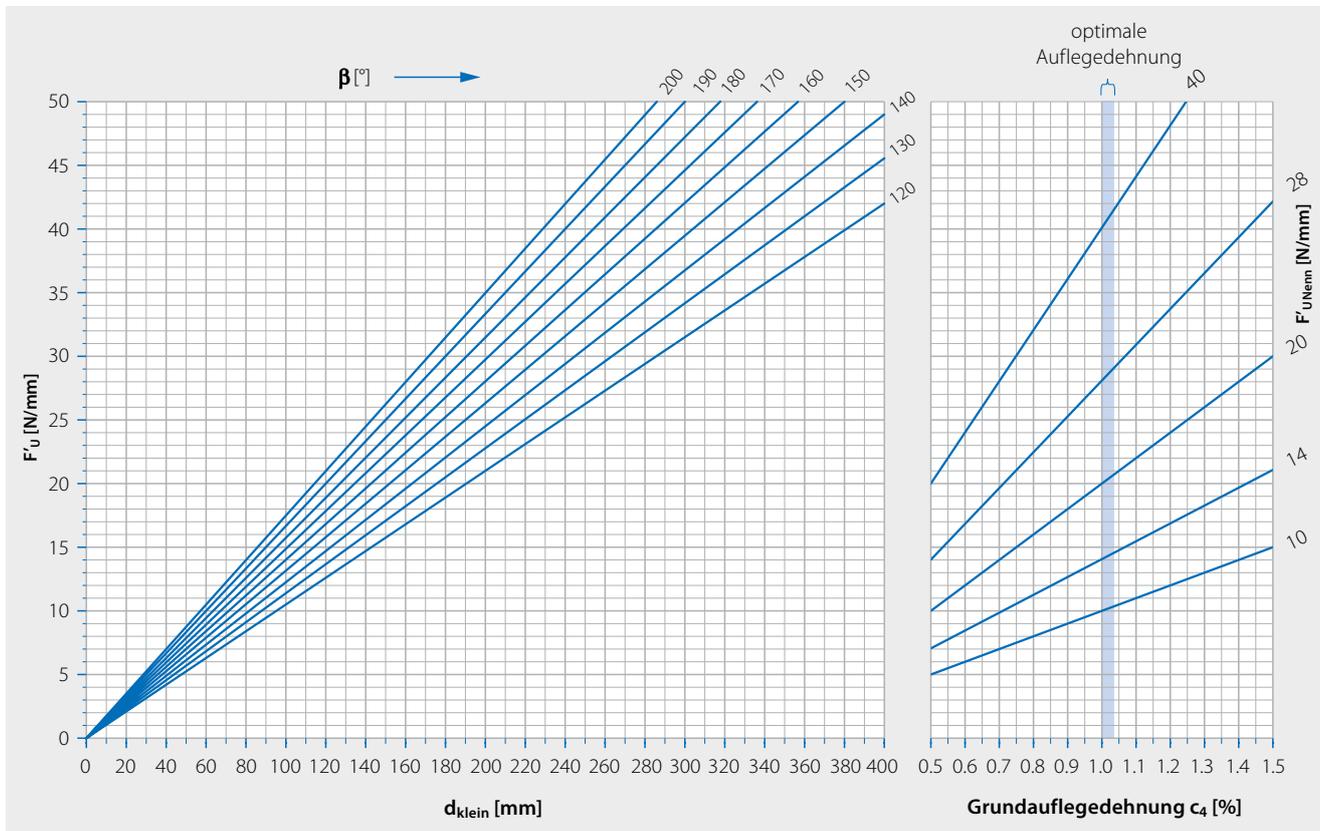
## Polyester Reihe – Gewebe



Hinweise zur Polyester Reihe: Für Riemen mit U-Beschichtung ist wegen der geringeren Strukturfestigkeit des Polyurethans die übertragbare Umfangskraft um 1/3 zu reduzieren. Eine Grundauflegedehnung von > 2,0% ist typabhängig möglich, jedoch sollte die Forbo Movement Systems Anwendungstechnik konsultiert werden.

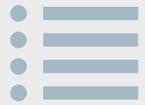


## Polyester Reihe – Cordfäden

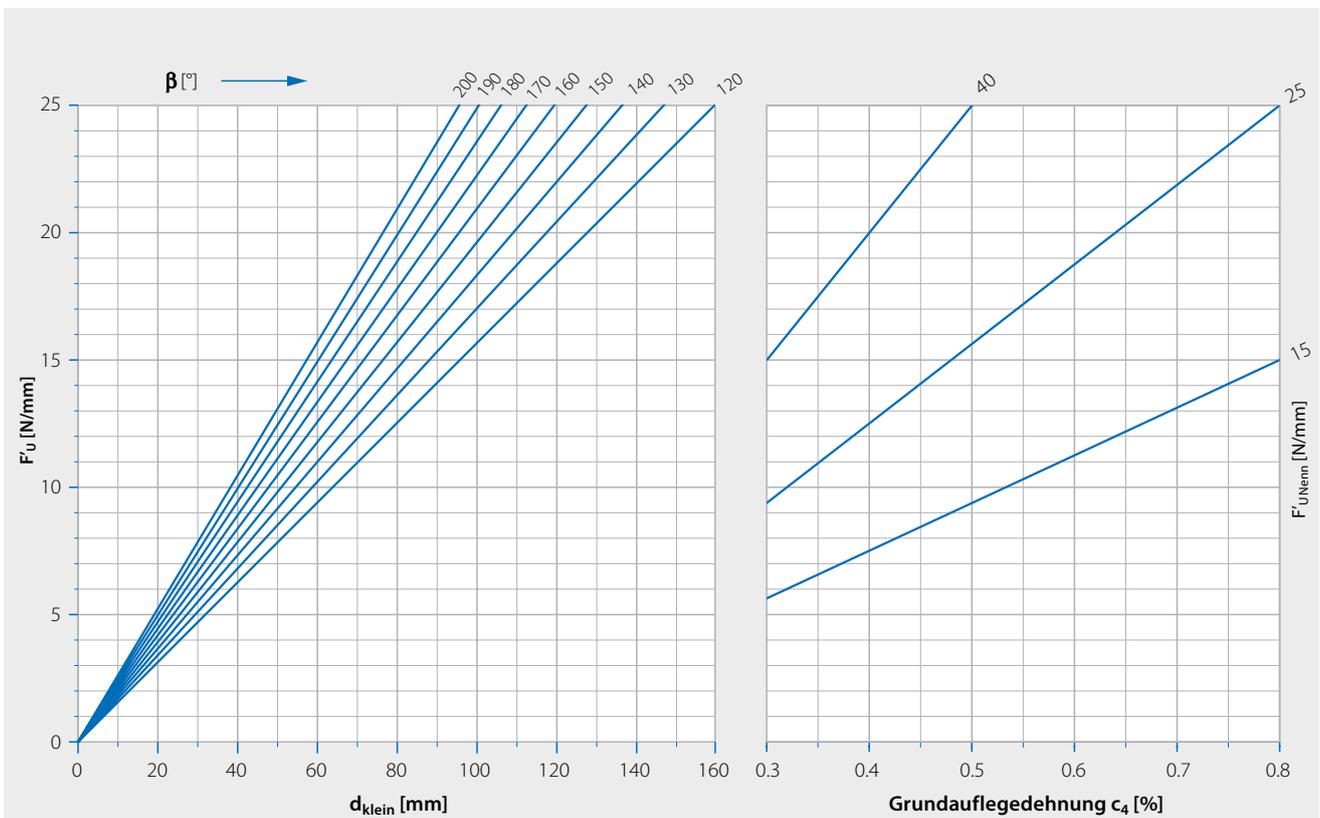
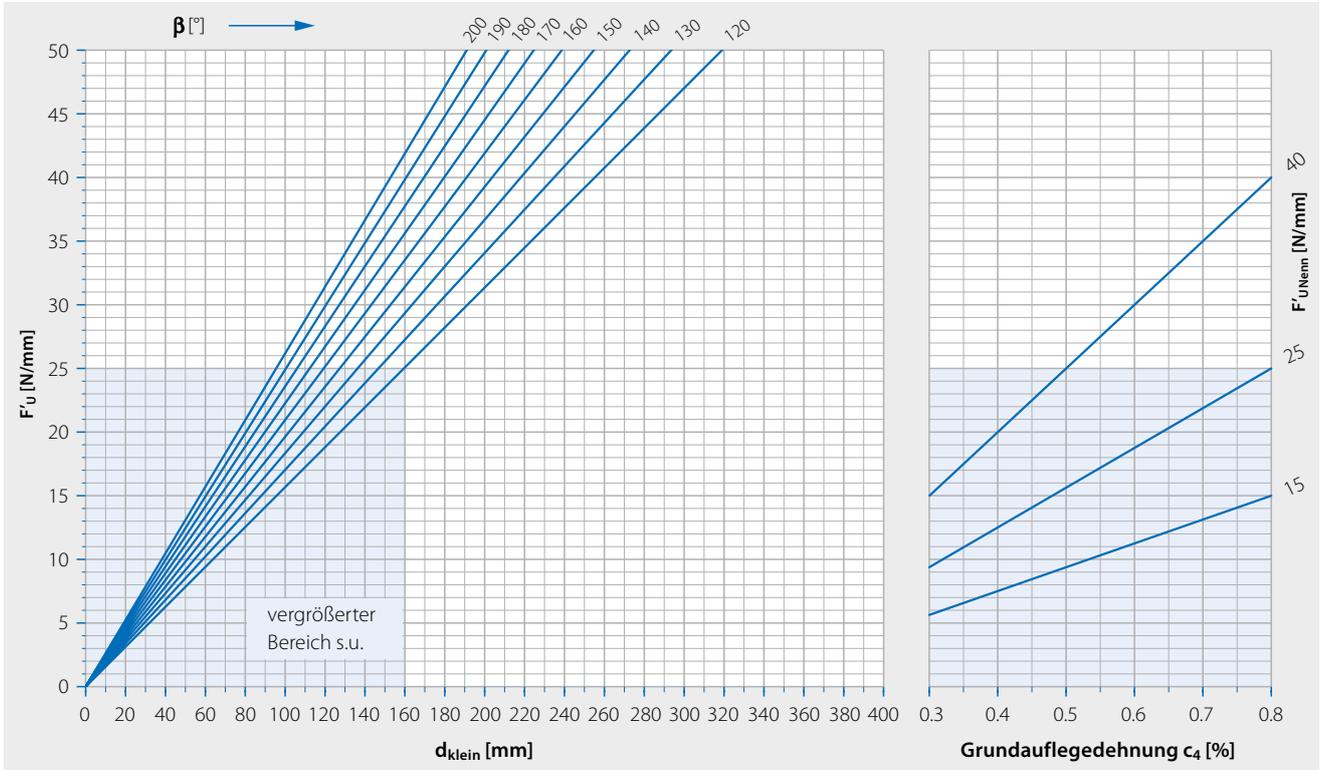


Hinweise zur endlosen Polyester Reihe: Für Riemen mit U-Beschichtung ist wegen der geringeren Strukturfestigkeit des Polyurethans die übertragbare Umfangskraft um 1/3 zu reduzieren. Die Riemen sind hoch belastbar und erlauben bei Gummi-Unterseite auch eine Unterschreitung der im Diagramm dargestellten Durchmesser-grenzen. Wir empfehlen bei hoch belasteten Antrieben generell die Rücksprache mit der Forbo Movement Systems Anwendungstechnik.

# 8.6 GRUNDAUFLEGEDEHNUNG $c_4$



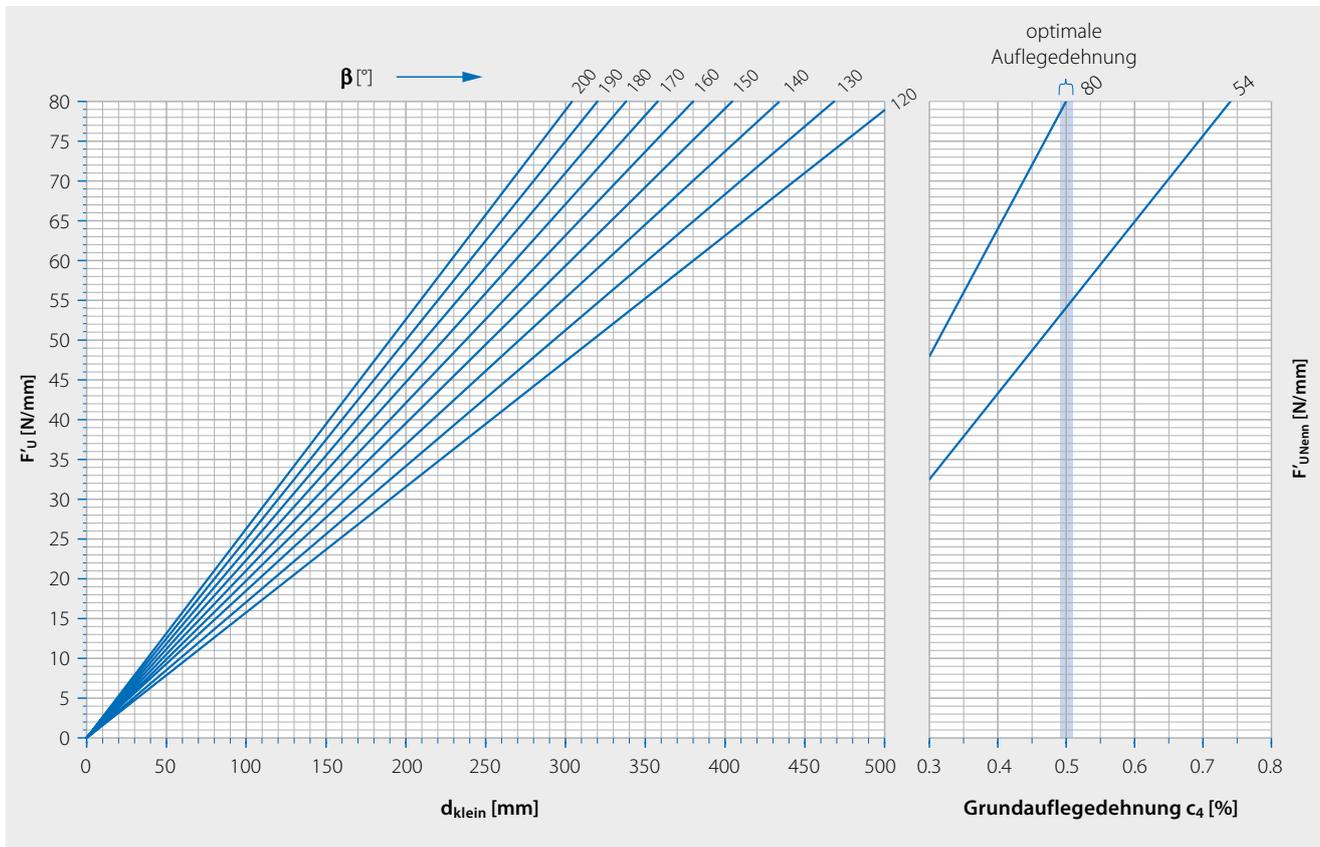
## Aramid Reihe – Gewebe



Hinweise zur Aramid Reihe: Für Riemen mit U-Beschichtung ist wegen der geringeren Strukturfestigkeit des Polyurethans die übertragbare Umfangskraft um 1/3 zu reduzieren. Eine Grundauflegedehnung von  $> 0,8\%$  ist typabhängig möglich, jedoch sollte die Forbo Movement Systems Anwendungstechnik konsultiert werden.



## Aramid Reihe – Cordfäden



Hinweise zur endlosen Aramid Reihe: Die Riemen sind hoch belastbar und erlauben bei Gummi-Unterseiten auch eine Unterschreitung der im Diagramm dargestellten Durchmessergrößen. Ebenfalls kann unter bestimmten Betriebsbedingungen die übertragbare Umfangskraft weit über die Nennumfangskraft hinaus gesteigert werden. Wir empfehlen bei hoch belasteten Antrieben generell die Rücksprache mit der Forbo Movement Systems Anwendungstechnik.

# 8.7 DEHNUNGSZUSCHLAG FÜR FLIEHKRAFT $c_5$



## Polyester Reihe

$F'_{UNenn}$	v [m/s]		
$c_5$ [%]	30	40	50
6	0,1	0,15	0,2
10	0,1	0,15	0,2
15	0,1	0,15	0,2
20	0,1	0,15	0,2
25	0,1	0,15	0,2
30	0,1	0,15	0,2
40	0,1	0,15	0,2

**Zugträgerart: Gewebe**

**Beschichtungen: alle**

Die Auflegedehnung  $\epsilon$  darf bei der Polyester Reihe 2,1 % nicht überschreiten.

$F'_{UNenn}$	v [m/s]		
$c_5$ [%]	40	50	60
10	0,1	0,2	0,3
14	0,1	0,2	0,3
20	0,1	0,2	0,3
28	0,1	0,2	0,3
40	0,1	0,2	0,3

**Zugträgerart: Cordfäden**

**Beschichtungen: GT, GG, UU**

Die Auflegedehnung  $\epsilon$  darf bei den endlos gewickelten Typen der Polyester Reihe 1,5 % nicht überschreiten. Bei Riemengeschwindigkeiten über 60 m/s erbitten wir Rücksprache mit der Forbo Movement Systems Anwendungstechnik.

$F'_{UNenn}$	v [m/s]			
$c_5$ [%]	30	40	50	60
10	0,1	0,15	0,2	0,25
14	0,1	0,15	0,2	0,25
20	0,1	0,15	0,2	0,25
28	0,1	0,15	0,2	0,25
40	0,1	0,15	0,2	0,25

**Zugträgerart: Cordfäden**

**Beschichtungen: LT, LL**

Die Auflegedehnung  $\epsilon$  darf bei den endlos gewickelten Typen der Polyester Reihe 1,5 % nicht überschreiten. Bei Riemengeschwindigkeiten über 60 m/s erbitten wir Rücksprache mit der Forbo Movement Systems Anwendungstechnik.



## Aramid Reihe

$F'_{UNenn}$	v [m/s]	
$c_s$ [%]	40	50
15	0,05	0,05
25	0,05	0,05
40	0,05	0,05

**Zugträgerart: Gewebe**

**Beschichtungen: alle**

Die Auflegedechnung  $\epsilon$  darf bei der Aramid Reihe 1 % nicht überschreiten.

$F'_{UNenn}$	v [m/s]		
$c_s$ [%]	40	50	60
54	0,05	0,05	0,1
80	0,05	0,05	0,1

**Zugträgerart: Cordfäden**

**Beschichtungen: GT, GG, LT**

Die Auflegedechnung  $\epsilon$  darf bei den endlos gewickelten Typen der Aramid Reihe 1 % nicht überschreiten.

Bei Riemengeschwindigkeiten über 60 m/s erbitten wir Rücksprache mit der Forbo Movement Systems Anwendungstechnik.

## Polyamid Reihe

$F'_{UNenn}$	v [m/s]					
$c_s$ [%]	20	30	40	50	60	70
6	0,2	0,3	0,7	1,0	*	*
10	0,2	0,3	0,6	0,9	*	*
14	0,1	0,3	0,5	0,8	1,0	*
20	0,1	0,3	0,4	0,7	1,0	*
28	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	*
40	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0
54	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9
80	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8

**Zugträgerart: Zugband**

**Beschichtungen: GT**

Die Auflegedechnung  $\epsilon$  darf bei der Polyamid Reihe 3 % nicht überschreiten.

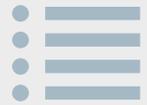
$F'_{UNenn}$	v [m/s]					
$c_s$ [%]	20	30	40	50	60	70
6	0,3	0,6	1,0	*	*	*
10	0,2	0,5	0,8	*	*	*
14	0,2	0,4	0,6	1,0	*	*
20	0,1	0,3	0,5	0,9	1,0	*
28	0,1	0,2	0,4	0,7	0,9	*
40	0,1	0,2	0,3	0,6	0,8	1,0
54	0,1	0,2	0,3	0,5	0,8	1,0
65	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9
80	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9

**Zugträgerart: Zugband**

**Beschichtungen: LT**

Die Auflegedechnung  $\epsilon$  darf bei der Polyamid Reihe 3 % nicht überschreiten.

\* Bei diesen Konfigurationen sowie bei Riemengeschwindigkeiten von 70 m/s und höher empfiehlt sich für die Auswahl des geeigneten Sieglings Extremultus Flachriemens generell eine Rückfrage bei Forbo Movement Systems.



Ein Flachriemengetriebe ist ein dynamisches System und damit auch schwingungsfähig. Je nach Anwendungsfall wird das System durch die treibende und/oder getriebene Maschine periodisch angeregt, sodass Transversal- und/oder Longitudinalschwingungen auftreten.

Um unerwünschte Effekte, z. B. eine reduzierte Lebensdauer, zu vermeiden, darf die periodische Erregerfrequenz nicht in der Nähe der Eigenfrequenzen des Flachriemens liegen. Diese so genannte Resonanz tritt aufgrund der guten Dämpfungseigenschaften und der dadurch niedrigen Eigenfrequenzen der Siegling Extremultus Flachriemen relativ selten auf.

Empfehlenswert ist dennoch, insbesondere bei Kolbenkompressoren, Wasserturbinen (Kaplan, Francis), Vollgattern o.ä., Schwingungsberechnungen für Longitudinalschwingungen durch Forbo Movement Systems durchführen zu lassen.

## Biegefrequenz

Die zulässige max. Biegefrequenz ist vom Aufbau des Flachriemens abhängig. Eine zu große Biegefrequenz verringert die Lebensdauer eines Flachriemens, auch kann die Geräuschentwicklung beim Auflaufen der Endlosverbindung auf die Riemenscheiben erheblich sein. Keilverbindungen der Polyamid Reihe sollten bei hohen Biegefrequenzen immer als 60° Keilverbindung ausgeführt werden.

Bei Biegefrequenzen über 30 1/s sollte in jedem Fall eine Beratung durch Forbo Movement Systems erfolgen.

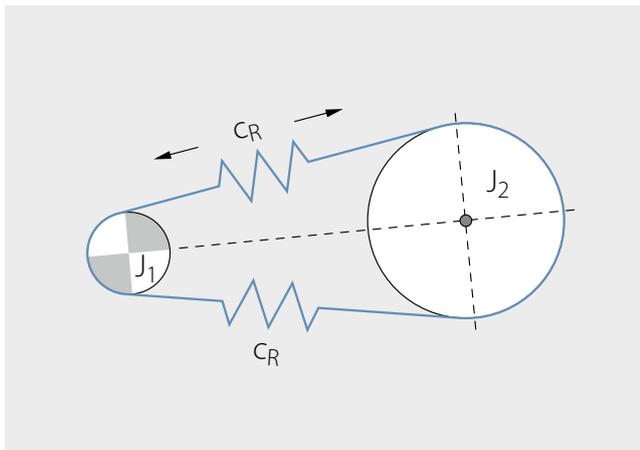


## Longitudinale Eigenfrequenz

Die longitudinale Eigenfrequenz eines Flachriemens ist abhängig von der Federkonstanten des Flachriemens  $c_R$  sowie den Massenträgheitsmomenten ( $J_1$ ) der treibenden und getriebenen Riemenscheibe ( $J_2$ ).

Longitudinalschwingungen können nur außerordentlich aufwändig messtechnisch sichtbar gemacht werden. Indizien für Longitudinalschwingungen sind übermäßiger Verschleiß der Unterseite des Flachriemens, polierte Oberflächen der Riemenscheiben sowie feiner roter Staub. Vorhandene Longitudinalschwingungen lassen sich nur durch die Verwendung eines Flachriemens mit anderem Zugträgermaterial beheben.

Resonanz wird vermieden, wenn die Erregerfrequenz  $f_{err}$  um mindestens 30% von der Eigenfrequenz des Systems abweicht.



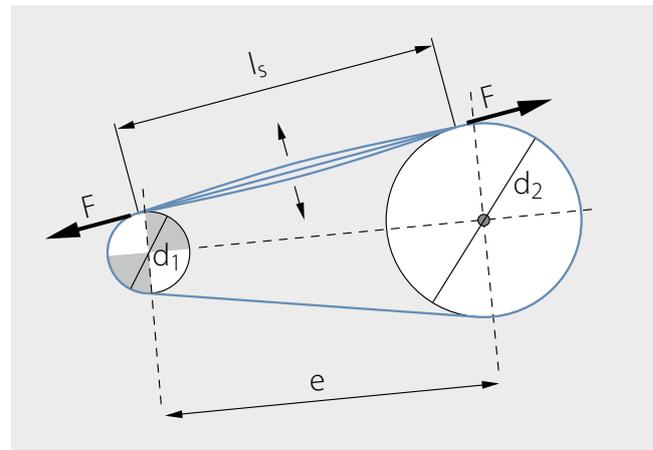
## Transversale Eigenfrequenz

Die transversale Eigenfrequenz eines Flachriemens ist abhängig von der frei schwingenden Riemenlänge  $l_s$ , der Trumkraft (Lasttrum  $F_1$ , Leertrum  $F_2$ ) und dem Metergewicht des Flachriemens  $m'_R$ .

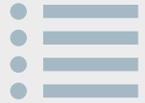
Das bedeutet, dass für eine vollständige Schwingungsanalyse sowohl die Eigenfrequenz des Lasttrums als auch des Leertrums zu betrachten sind.

Die Transversalschwingung ist sichtbar – der Flachriemen flattert übermäßig – und kann durch Einbau einer fest stehenden, tangierenden Rolle, durch Veränderung des Wellenabstands oder der Riemenspannung vermieden werden.

Resonanz wird vermieden, wenn die Erregerfrequenz  $f_{err}$  um mindestens 20% von den Eigenfrequenzen des Flachriemens (im Lasttrum  $f_1$  und im Leertrum  $f_2$ ) abweicht.



# 8.9 BERECHNUNGSBEISPIEL



Motorleistung	$P = 280 \text{ kW}$
Durchmesser Antriebsscheibe	$d_1 = 450 \text{ mm}$
Motordrehzahl	$n_1 = 1490 \text{ 1/min}$
Achsabstand	$e = 2500 \text{ mm}$
Durchmesser Abtriebsscheibe	$d_2 = 2000 \text{ mm}$
Drehzahl Abtriebsscheibe	$n_2 = 335 \text{ 1/min}$

Die Umgebung ist staubig und ohne Einfluss von Öl, normales Klima

**Gesucht: Antriebsriemen für den elektrischen Antrieb eines Sägegatters**

<p><b>1</b> Umschlingungswinkel <math>\beta_1</math> und <math>\beta_2</math></p>	$\beta_1 = 2 \cdot \arccos \left( \frac{(2000 \text{ mm} - 450 \text{ mm})}{2 \cdot 2500 \text{ mm}} \right) = 143,9^\circ$ $\beta_2 = 2 \cdot \arccos \left( \frac{(450 \text{ mm} - 2000 \text{ mm})}{2 \cdot 2500 \text{ mm}} \right) = 216,1^\circ$
<p><b>2</b> Riemengeschwindigkeit <math>v</math> Zu übertragende Umfangskraft <math>F_U</math></p>	$v = \pi \cdot \frac{450 \text{ mm}}{1000 \text{ mm/m}} \cdot \frac{1490 \text{ 1/min}}{60 \text{ s/min}} = 35,1 \text{ m/s}$ $F_U = \frac{280 \text{ kW} \cdot 1000 \text{ W/kW}}{35,1 \text{ m/s}} = 7976 \text{ N}$
<p><b>3</b> Bemessungskraft <math>F_B</math> Betriebsfaktor <math>c_2</math></p>	$F_B = 7976 \text{ N} \cdot 1,35 = 10768 \text{ N}$ <p><math>c_2 = 1,35</math> aus der Tabelle Betriebsfaktor (<a href="#">siehe Kapitel 8.4</a>)</p>
<p><b>4</b> Breitenbez. Umfangskraft <math>F'_U</math> Breitenbez. Nennumfangskraft <math>F'_{UNenn}</math> Grundaufgelegedehnung <math>c_4</math></p>	<p>Aufgrund der Umgebungseinflüsse ist der Einsatz eines Siegling Extremultus Flachriemens mit Polyamid-Zugband und Gummibeschichtung möglich. Daher wird das Diagramm der Polyamid Reihe ausgewertet:</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p><math>F'_U = 45 \text{ N/mm}</math>      <math>\beta = 143,9^\circ</math>      <math>c_4 = 2,25</math>      <math>F'_{UNenn} = 40 \text{ N/mm}</math></p> <p><math>d_{\text{klein}} = 450 \text{ mm} = d_1</math></p>
<p><b>5</b> Breite des Flachriemens <math>b_0</math></p>	$b_0 = \frac{10768 \text{ N}}{45 \text{ N/mm}} = 239 \text{ mm} \quad \text{gewählt wird } b_0 = 250 \text{ mm}$
<p><b>6</b> Bogenlänge an der treibenden Riemenscheibe <math>l_1</math> und getriebenen Riemenscheibe <math>l_2</math> Freischwingende Länge <math>l_s</math> Geometrische Riemenlänge <math>l</math></p>	$l_1 = \pi \cdot \frac{450 \text{ mm}}{2} \cdot \frac{143,9^\circ}{180^\circ} = 565 \text{ mm}$ $l_2 = \pi \cdot \frac{2000 \text{ mm}}{2} \cdot \frac{216^\circ}{180^\circ} = 3772 \text{ mm}$ $l_s = \sqrt{(2500 \text{ mm})^2 - \frac{(2000 \text{ mm} - 450 \text{ mm})^2}{4}} = 2377 \text{ mm}$ $l = 565 \text{ mm} + 3772 \text{ mm} + 2 \cdot 2377 \text{ mm} = 9091 \text{ mm}$ <p>Hinweis: Die Bestelllänge des Flachriemens hängt von der Spannmethode ab (<a href="#">siehe Kapitel 5.3</a>)</p>



<p>7 Auflegedehnung <math>\epsilon</math> Dehnungszuschlag für Fliehkraft <math>c_5</math></p>	<p><math>\epsilon = 2,25 \% + 0,25 \% = 2,5 \%</math> <math>c_5 = 0,25 \%</math> aus der Tabelle für die Polyamid Reihe GT (siehe Kapitel 8.6)</p>
<p>8 Wellenbelastung <math>F_W</math>: im Stillstand (statisch) <math>F_{Ws}</math> im Betrieb (dynamisch) <math>F_{Wd}</math> Sofortwert der Wellenkraft beim Hochspannen <math>F_{Wsofort}</math> Einlaufverhältnis <math>c_{sofort}</math></p>	<p><math>F_{Ws} = 2,5 \% \cdot 40 \text{ N/mm} \cdot 250 \text{ mm} = 25000 \text{ N}</math> <math>F_{Wd} = 2,25 \% \cdot 40 \text{ N/mm} \cdot 250 \text{ mm} = 22500 \text{ N}</math> <math>F_{Wsofort} = 2,2 \cdot 2,5 \% \cdot 40 \text{ N/mm} \cdot 250 \text{ mm} = 55000 \text{ N}</math> <math>c_{sofort} = 2,2</math> aus der Tabelle im Kapitel 5.3 ablesen</p>
<p>9 Schwingungsberechnung Erregerfrequenz <math>f_{err}</math> Metergewicht des Flachriemens <math>m'_R</math> Riemenkraft im Lasttrum <math>F_1</math> Riemenkraft im Leertrum <math>F_2</math> Transversale Eigenfrequenz: im Lasttrum <math>f_1</math> im Leertrum <math>f_2</math></p>	<p>Ein Sägegatter besitzt wie alle Kurbeltriebe ein ungleichförmiges Kraftübertragungsverhalten. Es führt pro Umdrehung der Antriebsscheibe 2 Arbeitshübe (= <math>Z_{err}</math>) aus.</p> <p><math>f_{err} = \frac{335 \text{ 1/min}}{60 \text{ s/min}} \cdot 2 = 11,2 \text{ Hz}</math> für n die Drehzahl der Abtriebsscheibe einsetzen</p> <p><math>m'_R = 4 \text{ kg/m}^2 \cdot \frac{250 \text{ mm}}{1000 \text{ mm/m}} = 1 \text{ kg/m}</math> <math>m'</math> aus dem Datenblatt des jeweiligen Siegling Extremultus Flachriemens ablesen</p> <p><math>F_1 = \frac{25000 \text{ N} + 7976 \text{ N}}{2} = 16488 \text{ N}</math> <math>F_2 = \frac{25000 \text{ N} - 7976 \text{ N}}{2} = 8512 \text{ N}</math></p> <p><math>f_1 = \frac{1000 \text{ mm/m}}{2377 \text{ mm}} \sqrt{\frac{16488 \text{ N}}{4 \cdot 1 \text{ kg/m}}} = 27,0 \text{ Hz}</math> <math>f_2 = \frac{1000 \text{ mm/m}}{2377 \text{ mm}} \sqrt{\frac{8512 \text{ N}}{4 \cdot 1 \text{ kg/m}}} = 19,4 \text{ Hz}</math></p> <p>Die Eigenfrequenzen beider Riementrome liegen weit mehr als 20% von der Erregerfrequenz entfernt. Transversalschwingungen (Flattern) des Flachriemens sind daher nicht zu befürchten.</p>

Lösung: GT 40 P schwarz (850049) ist für diese Anwendung geeignet

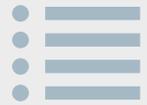




# 9 TROUBLE-SHOOTING

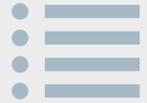
- 9.1 [Installation](#)
- 9.2 [Verbindungsöffnung](#)
- 9.3 [Lärmentwicklung](#)
- 9.4 [Schlechtes Laufverhalten](#)
- 9.5 [Verschleiß](#)
- 9.6 [Veränderungen der Eigenschaften](#)

# 9.1 INSTALLATION



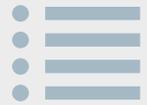
Problembeschreibung	Problemursache	Gegenmaßnahmen	Bemerkung/Empfehlung
Flachriemen lässt sich nicht montieren bzw. müsste zu stark gedehnt werden	Umgebungstemperatur zu kalt, Flachriemen dadurch zu steif	Flachriemen kurz vor der Montage erwärmen	Kunststoffe ändern grundsätzlich ihre Steifigkeit bei einer Temperaturänderung
	Flachriemenlänge falsch ermittelt (Bestelllänge falsch)	Benötigte Flachriemenlänge korrekt messen ( <a href="#">siehe Kapitel 4.2</a> ) und Flachriemen ersetzen	Für die Bestellung ist die innere Länge des Flachriemens entscheidend
Flachriemen lässt sich leicht montieren, kann aber nicht auf berechnete Auflegedehnung gebracht werden	Flachriemen zu lang. Flachriemenlänge falsch ermittelt (Bestelllänge falsch)	Benötigte Flachriemenlänge korrekt messen ( <a href="#">siehe Kapitel 4.2</a> ) und Flachriemen kürzen, sofern möglich, sonst ersetzen	Für die Bestellung ist die innere Länge des Flachriemens entscheidend
Errechneter Wert der Wellenkraft wird deutlich übertroffen	Relaxation des Flachriemens nicht abgeschlossen	Flachriemen langsam, ohne Last laufen lassen; ggf. in zwei Stufen spannen ( <a href="#">siehe Kapitel 5.3</a> )	Relaxation von Siegling Extremultus Flachriemen kann mehrere Betriebsstunden dauern
Errechneter Wert der Wellenkraft im beruhigten Zustand wird nicht erreicht	Flachriemen wurde in vielen kleinen Stufen hochgespannt (Totspannen)	Flachriemen ersetzen; neuen Flachriemen maximal in zwei Stufen spannen ( <a href="#">siehe Kapitel 5.3</a> ). Mehrstufiges Hochspannen (>2) vermeiden	Das Wellenkraft-Dehnungsverhalten des Flachriemens ändert sich, wenn dieser in vielen kleinen Stufen hochgespannt wird
Flachriemen bekommt Längsrille(n) und/oder bricht in Längsrichtung	Flachriemen wurde bei der Montage auf die Scheibe geknickt	Flachriemen ersetzen	Zugträgermaterial aus Aramid darf nicht geknickt werden! Endlos gewickelter Flachriemen soll sorgfältig auf die Scheiben aufgezogen werden. Knicke in Längs- oder Querrichtung sind zu vermeiden

# 9.2 VERBINDUNGSÖFFNUNG



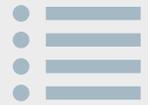
Problembeschreibung	Problemursache	Gegenmaßnahmen	Bemerkung/Empfehlung
Verbindungsöffnung mit glatten Trennflächen (Keilverbindung)	Endlosverbindung mangelhaft	Flachriemen ersetzen	Verbindungsparameter, Klebstoffe und Heizgerät überprüfen; Endlosverbindung nach Verbindungsanleitungen von Forbo Movement Systems herstellen
Verbindungsöffnung mit gesplitterten Trennflächen (Keilverbindung)	Überlastung der Endlosverbindung	Flachriemen ersetzen	Siegling Extremultus Flachriemen nur auf die berechnete Auflegedehnung spannen
	Äußerer mechanischer Einfluss	Flachriemen ersetzen und Anlage auf stehende Wellen, Lager und Scheiben sowie auf scharfe Kanten kontrollieren, die in Kontakt mit dem Flachriemen kommen können	Aufgrund der hohen Relativgeschwindigkeiten zwischen einem Flachriemen im Betrieb und einem stehenden Anlagenteil führt ein derartiger Kontakt zu einem schnellen Ausfall des Flachriemens
Verbindungsöffnung mit glatten Trennflächen (Z-Verbindung)	Endlosverbindung mangelhaft	Flachriemen ersetzen	Verbindungsparameter und Heizgerät überprüfen; Endlosverbindung nach Verbindungsanleitung von Forbo Movement Systems herstellen
Verbindungsöffnung mit ausgefransten Trennflächen (Z-Verbindung)	Überlastung der Endlosverbindung	Flachriemen ersetzen	Siegling Extremultus Flachriemen nur auf die berechnete Auflegedehnung spannen
	Äußerer mechanischer Einfluss	Flachriemen ersetzen und Anlage auf stehende Wellen, Lager und Scheiben sowie auf scharfe Kanten kontrollieren, die in Kontakt mit dem Flachriemen kommen können	Aufgrund der hohen Relativgeschwindigkeiten zwischen einem Flachriemen im Betrieb und einem stehenden Anlagenteil führt ein derartiger Kontakt zu einem schnellen Ausfall des Flachriemens

# 9.3 LÄRM ENTWICKLUNG



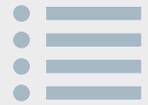
Problembeschreibung	Problemursache	Gegenmaßnahmen	Bemerkung/Empfehlung
Pfeifgeräusche (Pfeiftrieb)	Gleitschlupf infolge eines großen Übersetzungsverhältnisses zwischen An- und Abtrieb (Umschlingungswinkel an der kleinen Riemenscheibe zu gering)	Anlagengeometrie verändern bzw. den Umschlingungswinkel an der kleinen Flachriemenscheibe durch Einschnürrollen vergrößern	Erfahrungsgemäß kann ein Zweischeibentrieb ab einem Übersetzungsverhältnis über 5:1 zu pfeifen beginnen
Quietschende Geräusche (Lederbeschichtung)	Gleitschlupf durch eine harte, glänzende Lederoberfläche	Lederoberfläche mit einer Drahtbürste aufräumen und mit Extremultus-Sprühpaste pflegen. Flachriemen der Polyamid Reihe um ca. 0,2% nachspannen	Eine stark komprimierte Lederoberfläche kann kein Fett aufnehmen. Durch das Aufräumen wird die Aufnahmefähigkeit des Leders wieder hergestellt
Quietschende Geräusche (Gummibeschichtung)	Belastung und damit Schlupf zu hoch	Flachriemen neu berechnen lassen und ersetzen	Leistung kann langfristig nur mit größeren Durchmessern der Riemenscheiben und/oder breiteren Flachriemen realisiert werden
Schlag-/Klappgeräusche	Verbindung verursacht Klappgeräusche, weist keine Beschädigung auf	Kein Eingreifen notwendig	Geschweißte und geklebte Verbindungen weisen meist andere Biegesteifigkeit als der Riemengrundkörper auf
	Verbindung ist beschädigt	Flachriemen ersetzen	<a href="#">Siehe Kapitel 9.2</a>

# 9.4 SCHLECHTES LAUFVERHALTEN



Problembeschreibung	Problemursache	Gegenmaßnahmen	Bemerkung/Empfehlung
Flachriemen läuft von der Riemenscheibe ab	Riemenscheiben sind nicht richtig zueinander ausgerichtet	Riemenscheiben parallel und fluchtend zueinander ausrichten	Falsch ausgerichtete Riemenscheiben (bes. ballige Riemenscheiben) führen zu deutlich höherer Belastung und zu kürzerer Lebensdauer der Flachriemen. Läuft der Flachriemen sogar über die Kante wird dieser innerhalb kürzester Zeit zerstört
	Flachriemen ist zu stark gespannt	Riemenspannung reduzieren (empfohlene Auflegedehnung beachten)  Bei fliegender Lagerung: Durchbiegung der Wellen berechnen und ggf. Wellendurchmesser erhöhen	Durch eine zu hohe Spannung der Flachriemen in der Anlage können die Wellen der Riemenscheiben eine Durchbiegung erfahren, wodurch sich die Position und damit die Ausrichtung der Riemenscheiben verändern.
	Riemenscheiben sind verschmutzt	Riemenscheiben reinigen	Eine regelmäßig gewartete Anlage führt zu einer höheren Lebensdauer der Flachriemen
	Riemenscheiben sind nicht ballig ausgeführt	Riemenscheiben ballig drehen	Angaben zu Wölbhöhen <a href="#">siehe Kapitel 7.1</a>
Flachriemen wandert, Flachriemen schlägt auf den Riemenscheiben <b>regelmäßig</b> aus (läuft von einer Riemenscheibenseite zur anderen und zurück)	Die Endlosverbindung des Flachriemens hat einen „Knick“ oder Flachriemen ist bogenförmig	Gegenmaßnahme nur notwendig, wenn extrem ruhiger Lauf des Flachriemens erforderlich ist	Produktionsseitig kann nicht immer eine komplette Spannungsfreiheit des Materials garantiert werden. Dies kann zu einer Bogenförmigkeit des Materials führen. In der Regel wird die Bogenförmigkeit bereits bei geringer Auflegedehnung egalisiert, siehe <a href="#">Kapitel 5.1</a>  Ist ein extrem ruhiger Lauf des Flachriemens notwendig, kann dies durch Maßnahmen wie Flachriemen im Bogen verbinden oder nachträgliches Abstechen der Riemenkanten realisiert werden.
Flachriemen schlägt auf den Riemenscheiben <b>unregelmäßig</b> aus (läuft von einer Riemenscheibenseite zur anderen und zurück)	Zylindrisch ausgeführte Riemenscheibe weist Drehrillen auf der Oberfläche auf	Riemenscheibe überdrehen, Drehrillen vermeiden	Durch Drehrillen kann ein Gewinde-Effekt auftreten, der den Lauf des Flachriemens beeinflusst
	Wölbung der Riemenscheiben falsch ausgewählt	Riemenscheiben ballig drehen	Angaben zu Wölbhöhen <a href="#">siehe Kapitel 7.1</a>
	Riemenscheiben sind verschmutzt	Riemenscheiben reinigen	Eine regelmäßig gewartete Anlage führt zu einer höheren Lebensdauer der Flachriemen

# 9.4 SCHLECHTES LAUFVERHALTEN



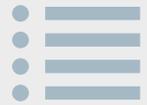
Problembeschreibung	Problemursache	Gegenmaßnahmen	Bemerkung/Empfehlung
Flachriemen flattert	Transversalschwingungen (Erregerfrequenz entspricht der transversalen Eigenfrequenz des Flachriemens)	Riemenspannung ändern (empfohlene Auflegedehnung beachten); Geschwindigkeit ändern; Freischwingende Länge ändern (z.B. Einbau Beruhigerrolle)	Resonanz zwischen Erreger- und Eigenfrequenz kann im ungünstigen Fall zur Zerstörung des Flachriemens führen. Vor der Anwendung der genannten Gegenmaßnahmen bitte Rücksprache mit Forbo Movement Systems halten.
Flachriemen schlupft (keine/reduzierte Leistungs-/Kraftübertragung)	Riemenspannung zu gering	Riemenspannung erhöhen (empfohlene Auflegedehnung beachten)	Tritt keine Verbesserung ein oder wird die empfohlene Auflegedehnung überschritten, bitte Rücksprache mit Forbo Movement Systems halten
	Flachriemen zu lang. Flachriemenlänge falsch ermittelt (Bestelllänge falsch)	Benötigte Flachriemenlänge korrekt messen ( <a href="#">siehe Kapitel 4.2</a> ) und Flachriemen kürzen, sofern möglich, sonst ersetzen	Für die Bestellung ist die innere Länge des Flachriemens entscheidend
Flachriemen wird übermäßig heiß	Ungenügende Riemenspannung, starker Schlupf	Riemenspannung erhöhen (empfohlene Auflegedehnung beachten)	Tritt keine Verbesserung ein oder wird die empfohlene Auflegedehnung überschritten, bitte Rücksprache mit Forbo Movement Systems halten
	Zu hohe Biegefrequenz	Geschwindigkeit reduzieren	Tritt keine Verbesserung ein, bitte Rücksprache mit Forbo Movement Systems halten
Riemenscheiben werden übermäßig heiß	Überlastung der Riemenlager, Relaxation des Flachriemens nicht abgeschlossen	Flachriemen langsam, ohne Last laufen lassen; ggf. in zwei Stufen spannen ( <a href="#">siehe Kapitel 5.3</a> )	Relaxation von Siegling Extremultus Flachriemen kann bis zu 10 h und mehr dauern. Ist das Spannen des Flachriemens in zwei Stufen nicht möglich, sind die Lager der Anlage auf den Sofortwert der Wellenkraft auszulegen. Bitte dazu Rücksprache mit Forbo Movement Systems halten
	Überlastung der Riemenlager durch Austrocknung des Polyamid-Zugträgers	Bei konstant trockenem Klima: Riemen leicht entspannen  Bei wechselndem Klima: Flachriemen mit anderem Zugträgermaterial einsetzen	Polyamid ist empfindlich gegenüber Änderungen der Umgebungstemperatur und der Luftfeuchte. Bei Problemen bitte Rücksprache mit Forbo Movement Systems halten
Einschnürung	Flachriemen überdehnt (Auflegedehnung zu hoch)	Flachriemen wechseln, Riemenspannung reduzieren (empfohlene Auflegedehnung beachten)	Bitte Rücksprache mit Forbo Movement Systems bzgl. der Auslegung des Flachriemens halten

# 9.5 VERSCHLEISS



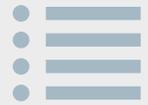
Problembeschreibung	Problemursache	Gegenmaßnahmen	Bemerkung/Empfehlung
Verschleiß der Unterseite des Flachriemens	Abrieb im normalen Betrieb	Keine Gegenmaßnahme notwendig/möglich	Abrieb/Verschleiß an der Unterseite des Flachriemens ist normal. Der Flachriemen ist als Verschleißteil zu betrachten
	Riemenspannung zu gering oder zu übertragende Leistung zu hoch (übermäßiger Schlupf)	Riemenspannung erhöhen (empfohlene Auflegedehnung beachten)	Der Flachriemen wird ganz oder teilweise im Gleitschlupfbereich betrieben. Tritt keine Verbesserung ein oder wird die empfohlene Auflegedehnung überschritten, bitte Rücksprache mit Forbo Movement Systems halten
	Riemenscheiben sind verschmutzt	Riemenscheiben reinigen	Eine regelmäßig gewartete Anlage führt zu einer höheren Lebensdauer der Flachriemen
	Drehrillen oder Beschädigungen an den Riemenscheiben	Riemenscheibe überdrehen, Drehrillen vermeiden	Beschädigungen der Oberfläche der Riemenscheibe können die Laufseite des Flachriemens schädigen
	Riemenscheiben sind nicht exakt zueinander ausgerichtet	Riemenscheiben parallel und fluchtend zueinander ausrichten	Falsch ausgerichtete Riemenscheiben (bes. ballige Riemenscheiben) führen zu deutlich höherer Belastung und zu kürzerer Lebensdauer der Flachriemen
	Riemenscheiben haben die falsche Geometrie	Riemenscheiben rundballig oder zylindrisch ausführen	Angaben zu Wölbhöhen <a href="#">siehe Kapitel 7.1</a>
	Flachriemen läuft an Anlagenteile an	Anlage auf stehende Wellen, Lager und Scheiben sowie auf scharfe Kanten kontrollieren, die in Kontakt mit dem Flachriemen kommen können	Aufgrund der hohen Relativgeschwindigkeiten zwischen einem Flachriemen im Betrieb und einem stehenden Anlagenteil führt ein derartiger Kontakt zu einem schnellen Ausfall des Flachriemens
Lederoberfläche verhärtet, grober Abrieb	Lederoberfläche mit einer Drahtbürste aufrauen und mit Extremultus Sprühpaste pflegen	Leder ist ein Naturprodukt, das ohne regelmäßige Pflege seine besonderen Eigenschaften verliert. Die Lederoberfläche sollte weich, fettig und matt sein. Pflegehinweise <a href="#">siehe Kapitel 5.4</a>	
Verschleiß der Unterseite des Flachriemens mit feinem roten Staub	Longitudinalschwingungen	Flachriemen durch einen anderen, mit geeignetem Zugträger ersetzen	Longitudinalschwingungen lassen sich nur durch die Verwendung eines Flachriemens mit anderem Zugträgermaterial beeinflussen. Bitte Rücksprache mit Forbo Movement Systems halten
Verschleiß der Oberseite des Flachriemens	Abrieb im normalen Betrieb durch zu transportierendes Medium (z. B. Papier)	Keine Gegenmaßnahme notwendig/möglich	Abrieb/Verschleiß an der Oberseite des Flachriemens im Rahmen von Transportaufgaben ist normal. Der Flachriemen ist als Verschleißteil zu betrachten
	Siehe „Verschleiß der Unterseite des Flachriemens“	Siehe „Verschleiß der Unterseite des Flachriemens“	Siehe „Verschleiß der Unterseite des Flachriemens“

# 9.5 VERSCHLEISS



Problembeschreibung	Problemursache	Gegenmaßnahmen	Bemerkung/Empfehlung
Verschleiß der Kante(n) des Flachriemens	Flachriemen läuft an Anlageteilen an	Riemenscheiben zueinander ausrichten, Balligkeit der Riemenscheiben überprüfen, Anlage auf stehende Wellen, Lager und Scheiben sowie auf scharfe Kanten kontrollieren, die in Kontakt mit dem Flachriemen kommen können	Aufgrund der hohen Relativgeschwindigkeiten zwischen einem Flachriemen im Betrieb und einem stehenden Anlagenteil führt ein derartiger Kontakt zu einem schnellen Ausfall des Flachriemens
	Flachriemen läuft an eine Bordscheibe an	Riemenscheiben zueinander ausrichten, Balligkeit der Riemenscheiben überprüfen, Bordscheiben demontieren	Bordscheiben sind generell zu vermeiden. Falls Bordscheiben jedoch unvermeidbar sind, Hinweise in <a href="#">Kapitel 7.1</a> beachten
	Kanten nicht gesägt (Polyamid Reihe im Sägegatter mit Ausrücker)	Flachriemen ersetzen, bei der Neubestellung auf gesägte Kanten hinweisen.	Im Betrieb mit einem Ausrücker haben sich gesägte Kanten bei Flachriemen der Polyamid Reihe gegenüber geschnittenen Kanten als langlebiger erwiesen.
Lagentrennung (Delamination)	Mindestscheibendurchmesser unterschritten	Riemenscheiben durch größere ersetzen oder Siegling Extremultus Artikel für entsprechenden Mindestscheibendurchmesser wählen	Siegling Extremultus Flachriemen werden aus mehreren Lagen in „Sandwichbauweise“ hergestellt. Bei zu kleinen Riemenscheiben werden die Spannungen zwischen den Lagen derart groß, dass es zu Trennungen zwischen den Lagen kommen kann
	Äußere mechanische Einflüsse, Abschälen der Oberfläche	Flachriemen ersetzen und Anlage auf stehende Wellen, Lager und Scheiben sowie auf scharfe Kanten kontrollieren, die in Kontakt mit dem Flachriemen kommen können	Aufgrund der hohen Relativgeschwindigkeiten zwischen einem Flachriemen im Betrieb und einem stehenden Anlagenteil führt ein derartiger Kontakt zu einem schnellen Ausfall des Flachriemens
	Trennfestigkeit zwischen den Lagen zu gering	Flachriemen ersetzen	Tritt eine Lagentrennung am Siegling Extremultus Flachriemen auf und ist der Mindestscheibendurchmesser nicht unterschritten, bitte unbedingt Rücksprache mit Forbo Movement Systems halten
Lagentrennung (Delamination) im Bereich der Endlosverbindung	Überlastung der Endlosverbindung oder Endlosverbindung mangelhaft, <a href="#">siehe Kapitel 9.2</a>	<a href="#">siehe Kapitel 9.2</a>	<a href="#">siehe Kapitel 9.2</a>
Flachriemen bekommt Längsrille(n) und/oder bricht in Längsrichtung	Riemenscheibe(n) ist konisch-zylindrisch oder spitzballig ausgeführt	Ballige oder zylindrische Riemenscheiben einsetzen	Angaben zu den empfohlenen Geometrien von Riemenscheiben <a href="#">siehe Kapitel 7.1</a>
	Riemen läuft auf Bordscheibe auf	Riemenscheiben zueinander ausrichten, Balligkeit der Riemenscheiben überprüfen, Bordscheiben demontieren	Bordscheiben sind generell zu vermeiden. Falls Bordscheiben jedoch unvermeidbar sind, Hinweise in <a href="#">Kapitel 7.1</a> beachten

# 9.6 VERÄNDERUNGEN DER EIGENSCHAFTEN

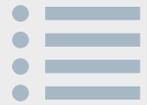


Problembeschreibung	Problemursache	Gegenmaßnahmen	Bemerkung/Empfehlung
Querrisse in der Gummioberfläche	Alterung des Gummimaterials	Keine Gegenmaßnahme erforderlich/möglich	Querrisse sind ein bekanntes Phänomen bei alterndem Gummimaterial, das einer stetigen dynamischen Beanspruchung unterliegt
Zersetzung	Einfluss von unverträglichen Medien	Eingesetzte Temperaturen und Chemikalien untersuchen und geeigneten/beständigen Flachriemen einsetzen	Forbo Movement Systems hat eine Vielzahl von Siegling Extremultus Flachriemen im Sortiment, die eine unterschiedliche Beständigkeit gegenüber Temperatur und / oder Chemikalien aufweisen. Bei Problemen bitte Rücksprache mit Forbo Movement Systems halten
Versprödung, Vergilbung	Einfluss von UV-Strahlung	Flachriemen vor Strahlung schützen oder UV-resistenten Flachriemen einsetzen	Kunststoffe werden, je nach Dauer und Intensität, unter Einwirkung von UV-A-, B- und C-Strahlung (Sonnenlicht) chemisch abgebaut (Alterung). Die UV-Strahlung bewirkt eine Versprödung und eine Farbveränderung (Vergilbung) des Materials. Für den Einsatz in Anwendungen, bei dem die Flachriemen erhöhter UV-Strahlung ausgesetzt sind, hat Forbo Movement Systems spezielle Produkte im Sortiment. Bei Problemen bitte Rücksprache mit Forbo Movement Systems halten.
Wellenkraft/übertragbare Leistung sinkt	Einfluss von Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit	Klimaverhältnisse kontrollieren, Spezifikation des Flachriemens beachten, ggf. Flachriemen durch einen anderen, mit geeignetem Zugträger ersetzen	Polyamid ist empfindlich gegenüber Änderungen der Umgebungstemperatur und der Luftfeuchte. Bei Problemen bitte Rücksprache mit Forbo Movement Systems halten





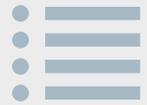
# 10 GLOSSAR



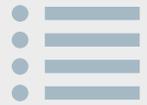
A	Begriff	Erklärung
	Abrieb	Abrieb, auch Abrasion oder Verschleiß genannt, beschreibt den Materialverlust an der Oberfläche von Materialien während des Gebrauchs. Abrieb wird durch mechanische Beanspruchung (z. B. Reibung) verursacht. Abhängig von den Materialien und Oberflächenbeschaffenheiten lösen sich dabei Partikel (Staub) von den Oberflächen der Kontaktpartner (z. B. Flachriemen und Riemenscheiben).
	Antriebsscheibe	Riemenscheibe am Generator oder der Arbeitsmaschine, an der die Umfangskraft bzw. das Drehmoment der Antriebsscheibe durch den Flachriemen übertragen wird.
	Antistatisch	Eigenschaft eines Bauteils elektrostatische Aufladungen gezielt abzuleiten, um eine plötzliche Entladung zu verhindern. Antistatische Siegling Extremultus Flachriemen sind dazu mit leitfähigen Komponenten ausgestattet. Der Widerstand ( $R_{Di}$ gemäß ISO 21178) liegt unter $3 \cdot 10^8 \Omega$ .
	Antriebsriemen	Speziell für die Übertragung hoher Leistungen entwickelte Siegling Extremultus Flachriemen, mit denen eine Leistung zwischen dem treibenden (z. B. Motor) und getriebenen (z. B. Schwungrad) Maschinenelement übertragen wird. <a href="#">Weitere Informationen in Kapitel 2.6.</a>
	Antriebsscheibe	Riemenscheibe am Motor oder einer Turbine, die angetrieben wird und dadurch eine Umfangskraft auf den Flachriemen überträgt.
	Aramid	Zugträgermaterial mit hoher Zugfestigkeit und hohem E-Modul. Wird in Siegling Extremultus Flachriemen in Form von Cordfäden (endlos gewickelter Flachriemen) oder als Garn im Mischgewebe zusammen mit Polyestergerne eingesetzt.
	Auflegedehnung (ALD)	Um eine Leistung/Kraft übertragen zu können, muss der Flachriemen in der Anlage gespannt werden. Die Auflegedehnung (ALD) gibt dabei die Dehnung, also die Längenänderung des Flachriemens in Prozent an, die zum Aufbringen der erforderlichen Spannung notwendig ist.
	Ausrücker, Ausrückerrolle	Als Ausrücker wird eine Vorrichtung zur seitlichen Verschiebung eines Flachriemens (Antriebsriemen) im laufenden Betrieb bezeichnet. Diese Vorrichtung kommt hauptsächlich in Hackerantrieben zum Einsatz. Der Kontakt mit der Bandkante des Flachriemens erfolgt über eine so genannte Ausrückerrolle, die entweder fest oder rollend gelagert ausgeführt sein kann.
B		
	B_Rex	Forbo Movement Systems Software zur Auslegung der Riementreibe sowie Auswahl geeigneter Siegling Extremultus Flachriemen.
	Balligkeit	Wölbung der Lauffläche der Riemenscheibe um einen zentrierten Lauf des Flachriemens zu ermöglichen. <a href="#">Weitere Informationen in Kapitel 7.1.</a>
	Bandkantenversiegelung	Umhüllung/Versiegelung der Bandkante/Flachriemenkante i.d.R. mit dem Beschichtungswerkstoff. <a href="#">Weitere Informationen in Kapitel 6.3.</a>
	Bemessungskraft	Die Bemessungskraft ergibt sich aus der zu übertragenden Umfangskraft multipliziert mit dem Betriebsfaktor $c_2$ .
	Beruhigerrolle	Rolle die zur Beruhigung eines schwingenden („flatternden“) Riementrums eingesetzt wird, um die freischwingende Länge zu verändern.
	Beruhigter Wert der Wellenkraft	Wellenkraft nach der Relaxation des Flachriemens. <a href="#">Weitere Informationen in Kapitel 5.3</a>
	Betriebsfaktor	Der Betriebsfaktor $c_2$ ist ein Sicherheitsfaktor, um den die zu übertragende Umfangskraft, aufgrund ungleichmäßiger Belastung und/oder Kraftstöße während der Anwendung, erhöht wird.



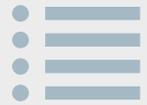
Begriff	Erklärung
Biegefrequenz	Anzahl der Biegevorgänge eines Flachriemens pro Zeiteinheit. Beispiel: Vollzieht ein Riemen einen vollen Umlauf über zwei Scheiben innerhalb einer Sekunde beträgt die rechnerische Biegefrequenz $2 \text{ 1/s} = 2 \text{ Hz}$ .
Bleibende Dehnung	Der Anteil der Auflegedehnung, der sich nach einer Entspannung oder einem Ausbau des Flachriemens nicht zurückbildet.
Bogenlänge	Länge des Flachriemens, der sich, durch den Umschlingungswinkel, im Kontakt mit der Riemenscheibe befindet
Bordscheibe	Eine Riemenscheibe mit zusätzlich einer oder zwei „Wänden“ an den Scheibenkanten. <a href="#">Weitere Informationen in Kapitel 7.1.</a>
Breitenbezogene Nennumfangskraft	Die breitenbezogene Nennumfangskraft gibt die Umfangskraft an, die bei optimaler Auflegedehnung optimalen Schlupf von einem Flachriemen pro 1 mm Breite des Flachriemens übertragen werden kann.
<b>C</b> Cordfäden	Siehe „Endlos gewickelter Flachriemen“.
<b>D</b> Dämpfung	Beschreibt die zeitliche Abnahme der Amplitude einer Schwingung. Je höher die Dämpfung eines Flachriemens ist, desto schneller werden Schwingungen infolge einer stoßartigen oder periodischen Anregung abgebaut.
Dehnschlupf	Dehnschlupf bedeutet, dass die durch die Umfangskraft $F_U$ entstehenden Kraft- und Dehnungsunterschiede in den Riementräumen ( $F_1$ und $F_2$ ) durch das elastische Materialverhalten des Flachriemens ausgeglichen werden. Flachriemen sollten im normalen Betrieb in diesem Schlupfbereich betrieben werden.
Dehnung	Längenänderung des Flachriemens aufgrund einer äußeren Krafteinwirkung.
Doppelgurtriemen	Speziell für Doppelgurtförderer entwickelte Siegling Extremultus Flachriemen. Hierbei sind sowohl die Ober- als auch die Unterseite mit einer gleitfreundigen Textilbeschichtung mit besonderen elektrostatischen Eigenschaften versehen. <a href="#">Weitere Informationen in Kapitel 2.6.</a>
<b>E</b> E-Modul, Elastizitätsmodul	Materialkennwert, der den Zusammenhang zwischen der Spannung und der Dehnung eines Materials im elastischen Verformungsbereich beschreibt. Das bedeutet, dass je höher der E-Modul eines Materials ist, desto mehr Spannung, also Kraft pro Fläche, wird benötigt um eine Dehnung (Längenänderung) von z.B. 1 % des Materials hervorzurufen.
Einlaufverhältnis	Das Einlaufverhältnis $c_{\text{sofort}}$ beschreibt das Verhältnis aus dem Sofortwert der Wellenkraft und dem beruhigten Wert. Durch die Multiplikation des Einlaufverhältnisses mit der statischen Wellenkraft $F_{\text{ws}}$ erhält man die Sofortwellenkraft, die direkt nach dem Hochspannen (vor der Relaxation) des Flachriemens auf die Lager der Anlage wirkt.
Einlaufverhalten	Siehe „Relaxation“.
Elastomer	Formfeste, aber elastisch verformbare Kunststoffe (z.B. Gummi). Elastomere bestehen aus weitmaschig vernetzten Polymeren. Die Weitmaschigkeit erlaubt unter Zugbelastung eine Streckung des Materials.
Elektrostatik	Lehre der ruhenden elektrischen Ladungen, Ladungsverteilungen und der mit elektrischen Feldern geladener Körper. Bei Flachriemen entstehen durch die stetige Berührung und Trennung der Flachriemen und der Riemenscheiben (Triboelektrischer Effekt) Potentialunterschiede, die bei unkontrollierter Entladung Schäden verursachen können.
Endloser Riemen	Flachriemen mit einer Endlosverbindung <a href="#">nach Kapitel 6</a> (außer endlos gewickelte Flachriemen)
Endlos gewickelter Flachriemen	Flachriemen mit einem Zugträger aus Cordfäden, die helixförmig um zwei Zylinder gewickelt und beschichtet werden. <a href="#">Weitere Informationen in Kapitel 2.2.</a>



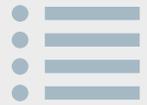
Begriff	Erklärung
Endlosverbindung	Verbindung im Flachriemen <a href="#">nach Kapitel 6.2</a> .
Extremultus Product Finder	Online Hilfsmittel zur schnellen, komfortablen Artikelsuche (für Siegling Extremultus Flachriemen). <a href="#">Weitere Informationen in Kapitel 3.4</a> . Verfügbar unter: <a href="http://www.forbo.com/movement">www.forbo.com/movement</a> > E-Tools
Extremultus Sprühpaste	Pflegemittel für Siegling Extremultus Antriebsriemen mit Lederbeschichtung. Artikel-Nummer: 880026.
<b>F</b> Faltschachtelriemen	Speziell für den Einsatz in Faltschachtelmaschinen entwickelte Siegling Extremultus Flachriemen. Hierbei sind die Oberseite und oftmals auch die Unterseite mit Beschichtungsmaterialien zu versehen, die ein hohes Grip-Niveau und gleichzeitig eine hohe Abriebfestigkeit aufweisen. <a href="#">Weitere Informationen in Kapitel 2.6</a> .
Federkonstante	Verhältnis aus der Auslenkung einer Feder oder eines elastischen Bauteils (z. B. Flachriemen) und der zur Auslenkung erforderlichen Kraft. Die Federkonstante ist materialabhängig und gilt nur für den elastischen Bereich der Materialien.
Flash Star™	Siegling Extremultus Artikel mit HC+ Klassifizierung. Siehe „Highly Conductive (HC/HC+)“.
Fliehkraft	Die Zentrifugalkraft (ugs. Fliehkraft) ist eine Kraft, die den Flachriemen an den Riemenscheiben nach außen „zieht“ und dadurch zu einer Reduzierung der Wellenkraft führt. Allerdings handelt es sich hierbei um eine Scheinkraft (keine reale Kraft), aufgrund der Massenträgheit. Ihr entgegengerichtet ist die Zentripetalkraft (reale Kraft). Vor allem bei hohen Geschwindigkeiten darf die Fliehkraft nicht vernachlässigt werden.
<b>G</b> Gewebe	Verkreuztes Fadensystem aus Kettfäden (Längsrichtung) und Schussfäden (Querrichtung). Wird in diversen Siegling Extremultus Flachriemen als Zugträger eingesetzt. <a href="#">Weitere Informationen in Kapitel 2.2</a> .
Gleitschlupf	Im Gegensatz zum Dehnschlupf können die Kraft- und Dehnungsunterschiede in den Riementrennen ( $F_1$ und $F_2$ ), die durch die Umfangskraft FU entstehen, in diesem Schlupfbereich nicht mehr vollständig durch das elastische Materialverhalten des Flachriemens ausgeglichen werden. Der Flachriemen rutscht auf der Riemenscheibe durch und sollte in diesem Schlupfbereich nicht betrieben werden.
Grip Star™	Siegling Extremultus Artikel, mit einer thermoplastischen High oder Medium Grip Beschichtung (Beschichtungswerkstoff R). Grip Star™ Artikel haben alle Vorteile von Gummi, ohne die gummitypischen Alterungserscheinungen wie Versprödung und Querrisse aufzuweisen.
Grundauflegedehnung	Dehnungswert, mit dem der Flachriemen aufgelegt werden muss, um die zu übertragende Umfangskraft, ohne Berücksichtigung der Fliehkraft, übertragen zu können.
Gummi	Visko-elastischer Werkstoff (vulkanisierter Kautschuk) aus der Gruppe der Elastomere.
<b>H</b> Haltezeit	Zeit, die die Heiztemperatur zur Herstellung einer Z-, Keil-, Stoß- oder Überlappungsverbindung an dem Flachriemen bzw. dem Heizgerät anliegen muss um eine sichere Verbindung zu garantieren.
Heiztemperatur	Temperatur, die zur Herstellung einer Z-, Keil-, Stoß- oder Überlappungsverbindung im Heizgerät eingestellt sein muss um eine sichere Verbindung zu garantieren.
Heizzange/-gerät	Gerät, mit dem eine Z-, Keil-, Stoß- oder Überlappungsverbindung hergestellt wird.



Begriff	Erklärung
Highly Conductive (HC/HC+)	<p>Eigenschaft eines Bauteils elektrostatische Aufladungen gezielt abzuleiten, um eine plötzliche unkontrollierte Entladung zu verhindern. Siegling Extremultus Flachriemen sind dazu mit leitfähigen Komponenten im Flachriemen-aufbau ausgestattet.</p> <p>HC: Antistatik-Eigenschaften müssen erfüllt sein und eine Leitfähigkeit auf der Oberfläche in Längsrichtung (Widerstand <math>R_{OB}</math> gemäß ISO 21178 unter <math>3 \cdot 10^8 \Omega</math>) gegeben sein.</p> <p>HC+: HC-Eigenschaften müssen auf der Ober- und Unterseite erfüllt sein und eine Leitfähigkeit durch das Band hindurch (Widerstand <math>R_D</math> gemäß ISO 21178 unter <math>10^9 \Omega</math>) gegeben sein.</p> <p>Siegling Extremultus Artikel mit HC+ Eigenschaft werden mit Flash Star™ bezeichnet.</p>
<b>K</b> Keilverbindung	Verbindungsart mit keilförmig vorbereiteten Enden für Siegling Extremultus Flachriemen, die übereinander gelegt und verbunden werden. Die Verbindung erfolgt im Klebeverfahren. <a href="#">Weitere Informationen in Kapitel 6.2.</a>
Konfektionierung	Konfektionieren umfasst das Zuschneiden auf Länge und Breite, das Vorbereiten und das Erzeugen der Endlosverbindung sowie das Lochen und die Bandkantenbearbeitung des Siegling Extremultus Flachriemens. Je nach Kundenwunsch kann die Konfektionierung sämtliche Punkte oder auch nur Teile davon umfassen.
Kraftspitzen	Kurzzeitige Erhöhung der Belastung des Flachriemens (z. B. im Start-Stopp-Betrieb).
Kunststoff	Werkstoffe mit guten technischen Eigenschaften, die hauptsächlich aus Makromolekülen bestehen. Kunststoffe lassen sich in die Gruppen Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere unterteilen.
<b>L</b> Lasttrum	Lasttrum beschreibt den Teil des Flachriemens, an dem von der Antriebsscheibe gezogen wird. Im Betrieb treten dort die höchsten Kräfte im Flachriemen auf.
Laufriichtung	Von Forbo Movement Systems empfohlene Einbaurichtung des Siegling Extremultus Flachriemen. Vor allem bei Flachriemen mit einer Keilverbindung kann die Lauf- bzw. Einbaurichtung entscheidend sein, um ein Öffnen der Verbindung zu vermeiden.
Lebensmittelkonformität	Siegling Extremultus Flachriemen, die bestimmte Kriterien (z. B. FDA oder EU) erfüllen, um in der Lebensmittelindustrie eingesetzt werden zu können
Leerlauf	Grundsätzlich kann in Anlagen zwischen drei Betriebszustände unterschieden werden: Leerlauf, Teillast und Volllast. Der Leerlauf beschreibt dabei den Betriebszustand bei dem keine Leistungs-/Kraftübertragung erfolgt.
Leertrum	Leertrum beschreibt den Teil des Flachriemens, an dem nicht von der Antriebsscheibe gezogen wird. Im Betrieb treten dort z.T. deutlich geringere Kräfte als im Lasttrum auf.
Leistung	Physikalische Größe, die sich aus der zu übertragenden Kraft und der Geschwindigkeit des Flachriemens oder dem zu übertragenden Drehmoment und der Drehzahl berechnet.
<b>M</b> Maschinenband	Speziell entwickelte Siegling Extremultus Flachriemen für Transport-, Verteil-, Positionier- und weitere Aufgaben innerhalb einer Produktionslinie. <a href="#">Weitere Informationen in Kapitel 2.6.</a>
Massenträgheitsmoment	Das Massenträgheitsmoment gibt den Widerstand eines starren Körpers gegenüber einer Änderung seiner Rotationsbewegung um eine gegebene Achse an und ist dabei von der Massenverteilung in Bezug auf die Drehachse abhängig. Bei großen Zwei-Scheibentrieben z. B. in Wasserkraftwerken werden die Massenträgheitsmomente der treibenden und der getriebenen Seite benötigt, um die longitudinale Eigenfrequenz der Anlage zu berechnen.



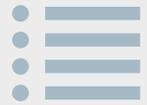
Begriff	Erklärung
Mindestscheibendurchmesser	Für sämtliche Siegling Extremultus Flachriemen ist ein Mindestscheibendurchmesser freigegeben. Werden Riemen-scheiben mit geringem Durchmesser verwendet, können Schäden am Flachriemen infolge zu großer Stauchung oder Dehnung bei der Umlenkung entstehen.
Mischgewebe	Gewebe, bei dem die Kett- und Schussfäden aus unterschiedlichen Materialien bestehen (z. B. Kettfäden aus Aramid und Schussfäden aus Polyester).
<b>N</b> Nennumfangskraft	Die Nennumfangskraft gibt die Umfangskraft an, die bei optimaler Auflegedehnung und optimalen Schlupf von einem Flachriemen übertragen werden kann.
Nomenklatur	Als Nomenklatur wird die Benennung der Siegling Extremultus Flachriemen bezeichnet, durch die eine eindeutige Identifizierung auf Basis der verwendeten Materialien, Eigenschaften und Oberflächenstrukturen (z. B. GG 30E-30 NSTR/NSTR schwarz) möglich ist.
Normklima	Für die Konditionierung und Prüfung von Kunststoffen gibt die DIN EN ISO 291 als Normalklima für nicht tropische Länder eine Lufttemperatur von 23 °C und eine relative Luftfeuchte von 50 %, für tropische Länder von 27 °C und 65 % an.
<b>O</b> Oberflächenstruktur	Mit Oberflächenstruktur wird die Beschaffenheit der Oberfläche der Siegling Extremultus Flachriemen beschrieben. Es wird zwischen Feinstruktur (FSTR), Normalstruktur (NSTR), Grobstruktur (GSTR), Negative Pyramiden Struktur (NP), Glatt (GL), Gewebeoberfläche (FBRC), Lederoberfläche (LTHR), High Performance (HP) unterschieden. <a href="#">Weitere Informationen in Kapitel 2.2.</a>
Oberseite	Seite des Flachriemens, die nicht mit der Oberfläche der Antriebsscheibe in Kontakt kommt. Früher auch als Funktionsseite bezeichnet.
<b>P</b> Pfeiftrieb	Ein hochfrequentes Geräusch das bei einer Kraftübertragung über einen Flachriemen entsteht. Das Übersetzungsverhältnis ist dabei in der Regel über 5:1.
Polyamid	Synthetischer, teilkristalliner, thermoplastischer Kunststoff mit hervorragender Festigkeit und Zähigkeit. Polyamid hat eine gute chemische Beständigkeit gegenüber organischen Lösungsmitteln und eine relativ hohe Schmelztemperatur. Allerdings ist dieser Kunststoff empfindlich gegenüber Temperatur- und Luftfeuchteveränderungen. Der Einsatz in Siegling Extremultus Flachriemen erfolgt zumeist in Form eines hochverstreckten Zugbands.
Polyester	Polyester ist ein synthetischer, thermoplastischer Kunststoff, der in Siegling Extremultus Flachriemen als Gewebeträger eingesetzt wird. Die dafür verwendeten Polyesterfasern zeichnen sich durch ein gutes Verschleißverhalten sowie eine hohe Bruchdehnung aus.
Polyurethan	Polyurethan ist ein Kunststoff oder Kunstharz, der aus der Polyadditionsreaktion von Diolen/Polyolen mit Polyisocyanaten entsteht. Je nach Vernetzungsgrad und variierbarer Engmaschigkeit der Vernetzung kann das Polyurethan ein Duroplast, Thermoplast oder Elastomer sein. In den Siegling Extremultus Flachriemen werden thermoplastische Polyurethane eingesetzt.
<b>Q</b> Querrisse	Phänomen, das bei der Alterung von dynamisch belastetem Gummi entsteht.

**R**

Begriff	Erklärung
Reibwert, Reibbeiwert	Der Reibwert $\mu$ ist ein Maß für die Reibungskraft im Verhältnis zur Anpresskraft. Der Reibwert ist dabei abhängig von den Materialien und der Oberflächenstruktur. In diesem Fall sind die Materialien und Oberflächen des Flachriemens (Unterseite) und der Riemenscheiben ausschlaggebend
Relaxation (Relaxierung)	Typisches Verhalten von Kunststoffen in dynamischen Anwendungen. Im Riemetrieb bedeutet dies eine „Entspannung“ des Zugträgers infolge des „Setzens“. Erkennbar ist dieser Vorgang durch eine Reduzierung der Wellenkraft innerhalb der ersten Stunden im Betrieb des Flachriemens. <a href="#">Nähere Informationen in Kapitel 5.3.</a>
Riemenkonstruktion	Aufbau des Flachriemens. <a href="#">Weitere Informationen in Kapitel 2.2.</a>
Riemenscheibe	Rotationssymmetrisches Maschinenelement, auf dem der Flachriemen in einem Riemetrieb aufgelegt wird. In der Berührfläche zwischen der Riemenscheibe und dem Flachriemen findet die kraftschlüssige Übertragung der Leistung statt.
Riemenspannung	Spannung im Flachriemen, die zu einer kraftschlüssigen Leistungsübertragung erforderlich ist. Die erforderliche Riemenspannung wird durch das Auflegen des Flachriemens mit einer definierten Auflegedehnung eingestellt.
Rollenbahnantriebsriemen	Speziell für den Einsatz in angetriebenen Rollenbahnförderern entwickelte Siegling Extremultus Flachriemen. Sie zeichnen sich durch eine hohe Abriebfestigkeit bei gleichzeitig geringer Walkarbeit aus. <a href="#">Weitere Informationen in Kapitel 2.6.</a>

**S**

Schlupf	Bezeichnet das Abweichen der Geschwindigkeiten miteinander in Reibkontakt stehender mechanischer Elemente in Prozent. Beim Riemetrieb tritt Schlupf zwischen dem Flachriemen und den Riemenscheiben auf. Hier wird zwischen Dehnschlupf (im normalen Betrieb) und Gleitschlupf (Überlast) unterschieden.
Schwingungen longitudinal	Nicht sichtbare Schwingungen des Flachriemens bzw. der gesamten Anlage in Längsrichtung. <a href="#">Weitere Informationen in Kapitel 8.8.</a>
Schwingungen transversal	Sichtbare Schwingungen des Flachriemens bzw. des Last- und/oder Leertrums senkrecht zur Laufrichtung (Flachriemen „flattert“). <a href="#">Weitere Informationen in Kapitel 8.8.</a>
Sofortwert der Wellenkraft	Wellenkraft vor der Relaxation des Flachriemens. <a href="#">Weitere Informationen in Kapitel 5.3</a>
Spannstation	Vorrichtung an der Anlage/Förderer zur Kräfteinleitung beim Spannen von Flachriemen.
Spannung	Mechanische Spannung ist eine Kraft pro Flächeneinheit, die in einer gedachten Schnittfläche durch einen Körper (z. B. dem Querschnitt des Flachriemens) wirkt.
Spannweg	Weg, der der Spannstation beim Spannen von Flachriemen zur Verfügung steht.
Steifigkeit, Biegesteifigkeit	Widerstand des Flachriemens gegen elastische Verformung durch Biegung beim Lauf über die Scheiben.
Stoßverbindung	Verbindungsart für einige Siegling Extremultus Flachriemen der Polyurethan Reihe. Die Enden der Flachriemen werden dabei stirnseitig aufgeschmolzen und miteinander verbunden. <a href="#">Weitere Informationen in Kapitel 6.2.</a>

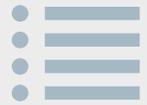


## T

Begriff	Erklärung
Tangentialriemen	Speziell entwickelte Siegling Extremultus Flachriemen für den Einsatz als Spindelantriebe in Spinn- und Zwirnmaschinen. Diese Flachriemen weisen eine besondere Dickengleichheit über den gesamten Flachriemen, auch in Bereich der Endlosverbindung, auf, um Drehzahlschwankungen an den Spindeln zu minimieren. <a href="#">Weitere Informationen in Kapitel 2.6.</a>
Teillast	Grundsätzlich kann in Anlagen zwischen drei Betriebszuständen unterschieden werden: Leerlauf, Teillast und Volllast. Die Teillast beschreibt dabei den Betriebszustand zwischen dem Leerlauf (keine Leistungs-/Kraftübertragung) und der Volllast (maximale Leistungs-/Kraftübertragung)
Thermoplast	Kunststoffe, die sich in einem bestimmten Temperaturbereich (thermoplastisch) verformen lassen. Dieser Vorgang kann beliebig oft wiederholt werden, sofern keine thermische Zersetzung des Materials durch Überhitzung einsetzt. Durch dieses Materialverhalten ist es zudem möglich, thermoplastisches Material aufzuschmelzen und zu schweißen. Dieser Effekt wird bei der Herstellung einer Endlosverbindung von Siegling Extremultus Flachriemen mit thermoplastischem Zugträger genutzt.
Totspannen	Phänomen, das bei der Installation neuer Flachriemen auftreten kann, wenn dieser in vielen kleinen Stufen hochgespannt wird. Die physikalischen Eigenschaften des Flachriemens bzw. Zugträgers werden derart verändert, dass eine sichere Leistungs-/Kraftübertragung nicht mehr möglich ist. <a href="#">Weitere Informationen in Kapitel 5.3.</a>
Triboelektrischer Effekt	Effekt, der die Aufladung (Bildung von Potentialunterschieden) von unterschiedlichen Materialien durch häufiges Zusammenführen und Trennen beschreibt. Die tatsächliche Quantität der Ladungstrennung durch den triboelektrischen Effekt hängt von Faktoren wie Temperatur, Oberflächenbeschaffenheit, elektrische Leitfähigkeit, Wasseraufnahme und der Position der Materialien in der triboelektrischen Reihe (Elektronenaffinität) ab.

## U

Überlappungsverbindung	Verbindungsart für Siegling Extremultus Flachriemen der Polyurethan Reihe. Die Enden der Flachriemen werden mit einer Überlappung von 2 mm übereinander gelegt und im Schmelzverfahren verbunden. <a href="#">Weitere Informationen in Kapitel 6.2.</a>
Übersetzungsverhältnis	Das Übersetzungsverhältnis $i$ gibt das Verhältnis der Drehzahlen (und damit auch der Durchmesser der Riemenscheiben) zwischen der treibenden und der getriebenen Seite an. $i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$
Umfangskraft	Kraft, die bei gegebener Leistung und Geschwindigkeit auf den Flachriemen während der Leistungsübertragung ausgeübt wird. <a href="#">Weitere Informationen in Kapitel 2.3.</a>
Umschlingungswinkel	Kontaktbereich in Winkelgraden, in denen der Flachriemen die Riemenscheibe umschließt.
Unterseite	Seite des Flachriemens, die direkt mit der Oberfläche der Antriebsscheibe in Kontakt kommt. Früher auch als Laufseite bezeichnet.



<b>V</b>	<b>Begriff</b>	<b>Erklärung</b>
	<b>Verbinder, mechanisch</b>	Sonderverbindung für einige Siegling Extremultus Flachriemen. In die Enden der Flachriemen werden Drahtklammern oder Scharniere eingepresst und diese mit einem Draht oder Pin verbunden. <a href="#">Weitere Informationen in Kapitel 6.2.</a>
	<b>Verbindung</b>	Siehe „Endlosverbindung“.
	<b>Verbindungsanleitung</b>	Anleitung zur Erstellung einer Endlosverbindung
	<b>Verschleiß</b>	Siehe „Abrieb“.
	<b>Volllast</b>	Grundsätzlich kann in Anlagen zwischen drei Betriebszustände unterschieden werden: Leerlauf, Teillast und Volllast. Die Volllast beschreibt dabei den Betriebszustand bei dem die maximale Leistungs-/Kraftübertragung erfolgt.
<b>W</b>		
	<b>Wellenkraft</b>	Kraft, die durch die Auflegedehnung und damit durch die Spannung des Flachriemens auf die Wellen und Lager der Riemenscheiben ausgeübt wird. Die Wellenkraft ist somit maßgeblich für die maximal übertragbare Leistung. <a href="#">Weitere Informationen in Kapitel 2.3.</a>
	<b>Wölbung</b>	Siehe „Balligkeit“.
<b>Z</b>		
	<b>Z-Verbindung</b>	Verbindungsart für Siegling Extremultus Flachriemen der Polyester, Aramid und Polyurethan Reihe. Die Enden der Flachriemen werden mit einer Stanze Z-förmig gestanzt, zusammengelegt und im Schmelzverfahren verbunden. <a href="#">Weitere Informationen in Kapitel 6.2.</a>
	<b>Zugband</b>	Hochverstrecktes Polyamid in Form eines Bandes zur Verwendung als Zugträgermaterial für Flachriemen mit hoher Kraftübertragung. <a href="#">Weitere Information in Kapitel 2.2.</a>
	<b>Zugträger</b>	Teil des Flachriemens, der für die Festigkeit des Flachriemens und damit für die Aufnahme der Kräfte, die im Betrieb auf den Flachriemen wirken, verantwortlich ist. <a href="#">Weitere Information in Kapitel 2.2.</a>

## 11 RECHTLICHER HINWEIS

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.



## 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. 333-1  
09/17 - PV - Nachdruck, Vervielfältigung – auch auszugsweise – nur mit unserer Genehmigung, Änderungen vorbehalten.



### Forbo Siegling Service – jederzeit, überall

Forbo Siegling beschäftigt in der Firmengruppe mehr als 2.300 Mitarbeiter. Unsere Produkte werden weltweit in neun Produktionsstätten hergestellt. Gesellschaften und Landesvertretungen mit Materiallagern und Werkstätten finden Sie in über 80 Ländern. Forbo Siegling Servicestationen gibt es in mehr als 300 Orten der Welt.

#### Forbo Siegling GmbH

Lilienthalstraße 6/8, D-30179 Hannover  
Telefon +49 511 6704 0, Fax +49 511 6704 305  
[www.forbo-siegling.com](http://www.forbo-siegling.com), [siegling@forbo.com](mailto:siegling@forbo.com)



MOVEMENT SYSTEMS