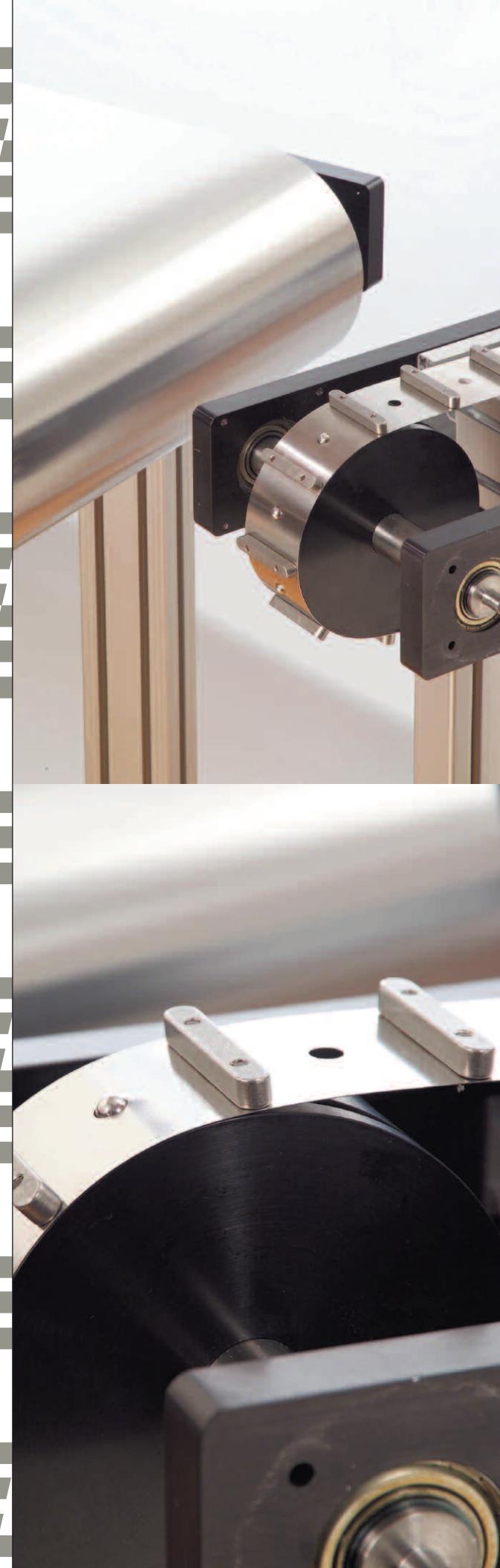




**Bänder ohne Grenzen  
Die Lösung Ihres  
Problems**



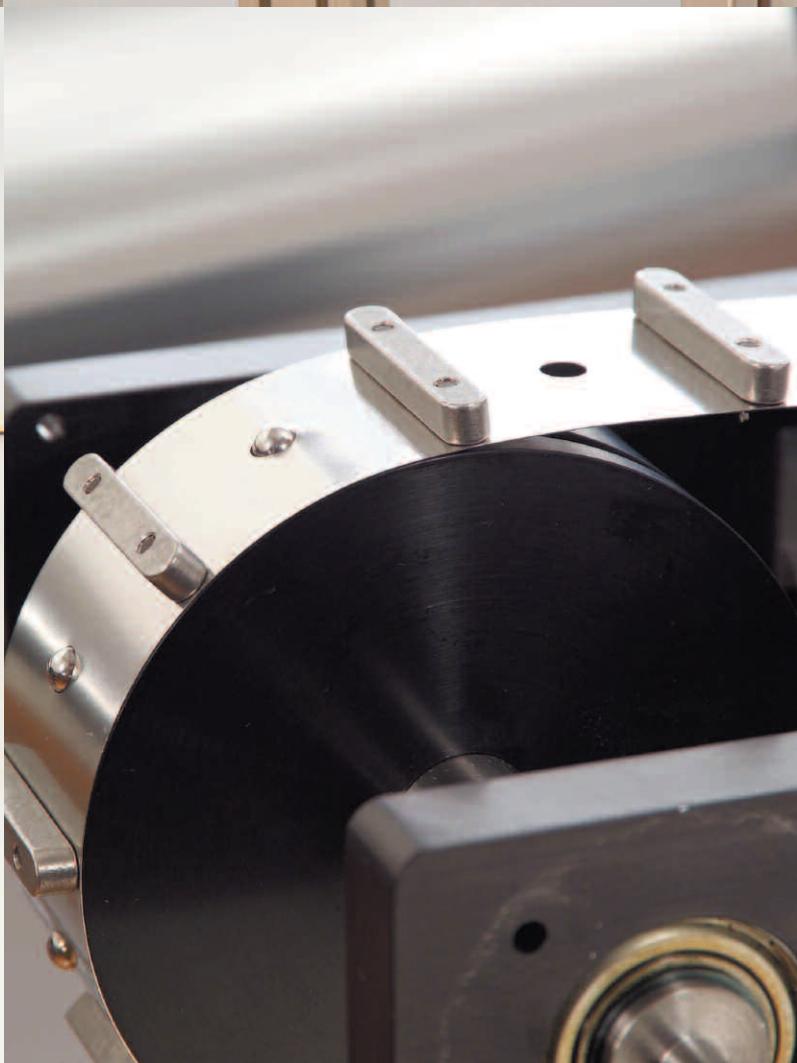
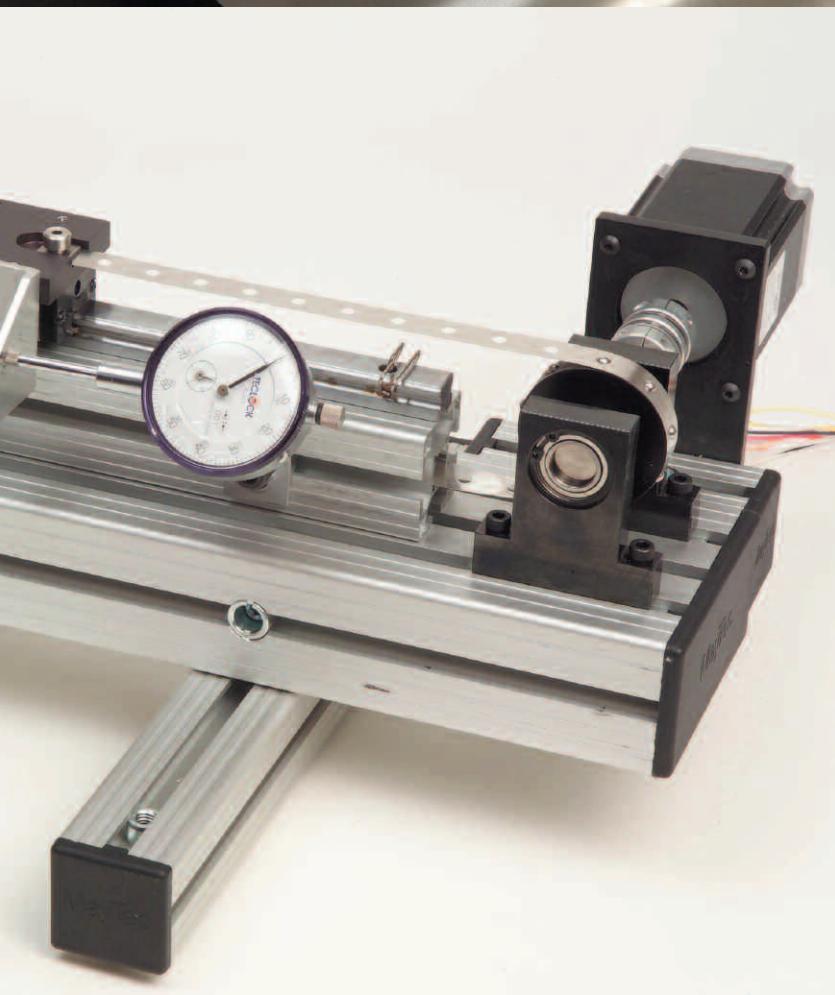
Belt Technologies leistet seinen Kunden Hilfestellung bei der Konstruktion zur optimalen Maschinenleistung bei Präzisionspositionieren, Takten, Fördern, Kraftübertragen, Verpacken/ Heißsiegeln und automatischen Fertigungsvorgängen. Seit über 30 Jahren fertigen wir Stahlriemen und -antriebsbänder sowie Umlenkrollen und unterstützen unsere Kunden durch unsere umfassenden Kenntnisse bei spezifischen Designs.

Auf Grund ihrer eigenartigen Eigenschaften ist höhere Präzision, Kontrolle, Lebensdauer und Kostwirksamkeit bei Stahlbändern gegeben. Stahlbänder sind anderen Bandtypen (z.B. Gummi und Glasfaser) und Kraftübertragungskomponenten (z.B. Linearverstellern, Leitspindeln und Ketten) in zahlreichen Anwendungen vorzuziehen. Oftmals kommen sie als *einzige* Lösung in Frage.

Belt Technologies bietet umfassende Dienstleistungen:

- Hilfestellung bei Konstruktions- und Designfragen
- Metallurgische Beratung
- Fertigung durch hohe Energiestrahlen
- Vollständiges Werkzeugdesign und Fertigung

Diese Broschüre dient zur Information und Anleitung; sie ist nicht als Lehrbuch zu betrachten. Belt Technologies übernimmt keine Verantwortung für Konstruktionen, die dieser Broschüre zu Grunde liegen. Gerne unterstützen wir unsere Kunden mit weiterer Information und Beratung bei außergewöhnlichen Anwendungen.



# **INHALTSVERZEICHNIS**

EINFÜHRUNG .....	3
WARUM STAHLBÄNDER .....	4
Stahlriemen, Antriebsbänder und deren Anwendungen .....	5 - 7
ROLLEN .....	8 - 9
Bauformen Materialien Toleranzen Rollentypen	
OBERFLÄCHENBESCHICHTUNGEN	10 - 11
Teflon Urethan oder Neopren Silikon Eloxierte Härtebeschichtung Möglichkeiten	
KONSTRUKTIONSBERICHTUNGEN	12 - 23
Richtlinien für Systemkonstruktionen Belastung Genauigkeit Positioniergenauigkeit Wiederholbarkeit Spurhaltung Takten Spannen System-Rahmenfestigkeit Wechselbiegungen Freitragende Wellen Magnetische Durchlässigkeit Durchhängen des Bandes Erhöhte Temperaturen Bandschlupf Einschränkungen Lebensdauer	
WERKSTOFFE .....	22, 23
PRÜFLISTE	

# EINFÜHRUNG

Diese Broschüre dient Technikern und Ingenieuren zur Information und Hilfestellung. Sie beinhaltet detaillierte Grundsätze für Stahlbanddesign und –anwendung unter folgenden Themen:

- Warum Stahlbänder?
- Stahlriemen und – antriebsbänder und deren Anwendungen
- Walzen/Umlenkrollen
- Oberflächenbeschichtungen
- Konstruktionsüberlegungen
- Lebensdauer der Bänder
- Werkstoffe

Wir hoffen, daß diese Broschüre dazu beiträgt, die vielen Vorteile die durch Stahlbänder geboten werden, erkenntlich zu machen.

Da alle Anwendungen unterschiedlich sind, wird jedes Produkt individuell auf den spezifischen Bedarf und die Wünsche unserer Kunden entwickelt. Es ist daher nicht möglich, einzelne Anwendungsfälle anzusprechen. Sicher gibt es optimale Anwendungen für Stahlbänder, die hier nicht angesprochen werden.

Gerne dürfen Sie sich mit uns in Verbindung setzen, um Ihre Vorstellungen und Ideen mit unseren Ingenieuren zu erörtern.

Unser lanjähriger Erfolg ist zum größten Teil auf unsere Fähigkeit, Stahlbandtechnik kontinuierlich zu verbessern und Neuentwickelungen zu erzielen, zurückzuführen.

**KAPITEL 1****WARUM  
STAHLBÄNDER?**

Bei Anwendungen mit Stahlbändern steht Konstrukteuren im Vergleich zu anderen Produkten oder Werkstoffen eine große Auswahl von Möglichkeiten zur Verfügung. Nachfolgend einige wichtige Punkte und Vorteile:

- **HOHES FESTIGKEITS-/ GEWICHTSVERHÄLTNIS:**  
Von Vorteil bei fast allen Anwendungen mit Erfordernis für hohe Festigkeit und/oder leichtes Gewicht.
- **BESTÄNDIGKEIT:**  
Widerstandsfähigkeit gegen anhaltende, extreme Temperaturen, aggressive Medien und Vakuum. Eine Auswahl von Legierungen steht zur Verfügung mit Widerstandsfähigkeit gegen Chemikalien, Feuchtigkeit und Korrosion. Die Wahl des Werkstoffs für Stahlbänder wird größtenteils unter Berücksichtigung der physikalischen Eigenschaften, Verfügbarkeit und Kosten getroffen.
- **KEINE SCHMIERUNG:**  
Im Gegensatz zu einer Kette, die aus mehreren Gliedern besteht, handelt es sich bei einem Stahlband um ein einzelnes Element, das als solches keine Reibung erzeugt. Dadurch wird die Systemwartung verringert, die Verlässlichkeit verbessert und keine Schmierung erforderlich; somit wird das System sauber gehalten.
- **NICHT DEHNBAR:**  
Im Vergleich zu anderen Bandtypen und Ketten, ist Federstahl auf Grund des hohen Elastizitätsmoduls praktisch nicht dehnbar und daher ideal im Einsatz für präzise Positionierung.
- **SANFTER LAUF:**  
Stahlbänder haben keine pulsierende Aufschwingung, wie man es oft bei anderen Bandtypen und Ketten sieht. Daher ist sanfter, präziser Lauf gegeben.

- **GENAU UND WIEDERHOLBAR:**  
Stahlbänder können mit einer Abstandsgenauigkeit von +/-0.013mm zwischen Stationen gefertigt werden. Diese hohe Präzision ist bei der Konstruktion von Schalt-, Positions- oder Verarbeitungssystemen von großem Vorteil.
- **GUTE WÄRME- UND ELEKTRISCHE LEITFÄHIGKEIT:**  
Stahlbänder können Energie in Form von Wärme, Kälte und Elektrizität leiten.
- **KEINE STATISCHE AUFLADUNG:**  
Stahlbänder entladen statische Elektrizität, was bei der Herstellung von elektronischen Komponenten, z.B. Integriertschaltung, von äußerster Wichtigkeit ist.
- **SAUBER:**  
Im Gegensatz zu HTD oder flachen Neoprenbändern erzeugen Stahlbänder keine Partikel und sind somit ideal für den Einsatz im Lebensmittel- und Pharmazeutischen Bereich.
- **REINRAUMTECHNIK:**  
Da Stahlbänder weder Schmierung erfordern noch Staub erzeugen, sind sie bestens geeignet für Reinraumtechnik. Ferner können sie in einem Autoklav sterilisiert werden.
- **PRÄZISE KONSTRUKTION:**  
Stahlbänder werden zu sehr engen Toleranzen gefertigt. Diese Präzision ist von großer Wichtigkeit bei Schalt- und Positionieranwendungen.

## KAPITEL 2

# STAHLRIEMEN, ANTRIEBSBÄNDER UND DEREN ANWENDUNGEN

### GLATTE BÄNDER:

Bei glatten Bändern sprechen wir von endlos verschweißtes Stahlstreifen. Durch ein spezielles Schweißverfahren mit hohen Energiestrahlen, das anfangs für das Raumfahrtprogramm entwickelt wurde, wird eine vollständige, äußerst starke und zugleich glatte Stumpfnaht erzielt. Typische Anwendungen mit glatten Stahlbändern:

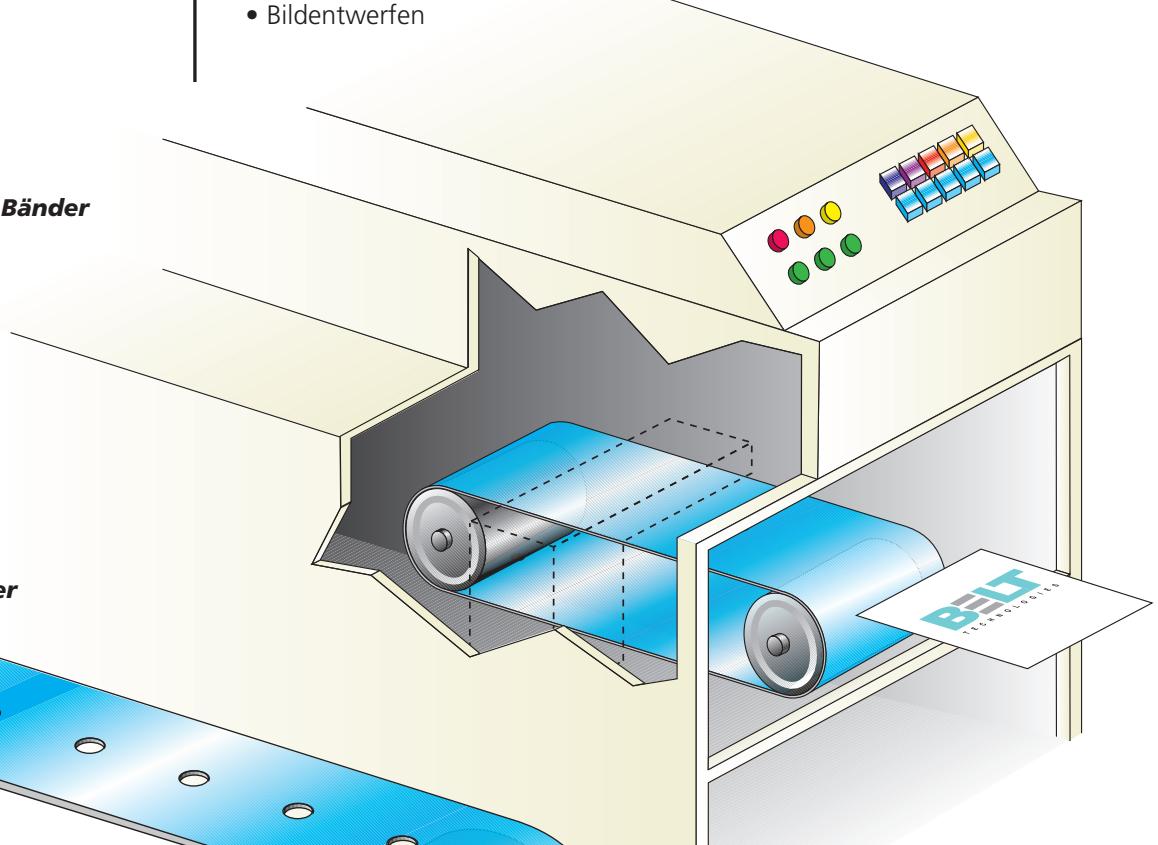
- Fördern
- Heißsiegeln
- Gießen
- Bildentwerfen

### LOCHBÄNDER:

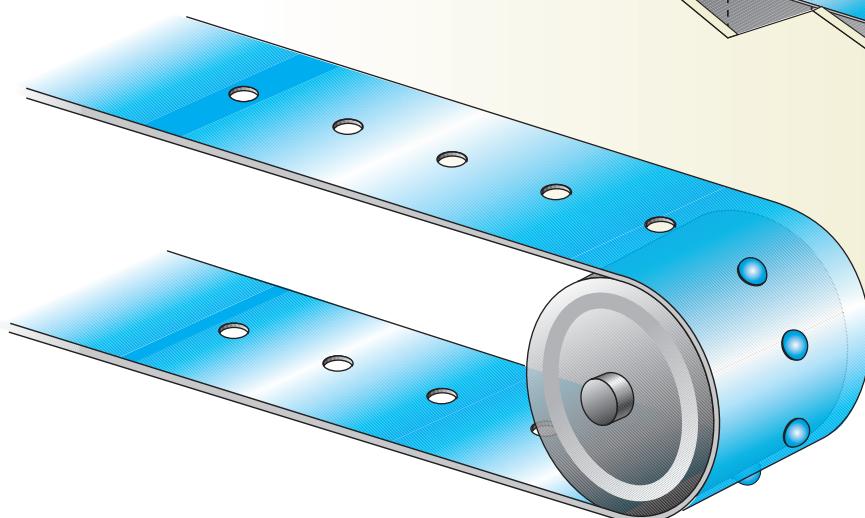
Bei Lochbändern handelt es sich um glatte Bänder mit mechanisch oder durch schlagfreies Verfahren gefertigten Präzisionslöchern. Diese Bänder finden in folgenden Anwendungsfällen Einsatz:

- Takten
- Schlittenpositionieren
- Ansaugen
- Fördern mit Gittern
- Indizieren

**Abb. 1 – Glatte Bänder**



**Abb. 2 – Lochbänder**



## BÄNDER MIT ANBAUTEILEN:

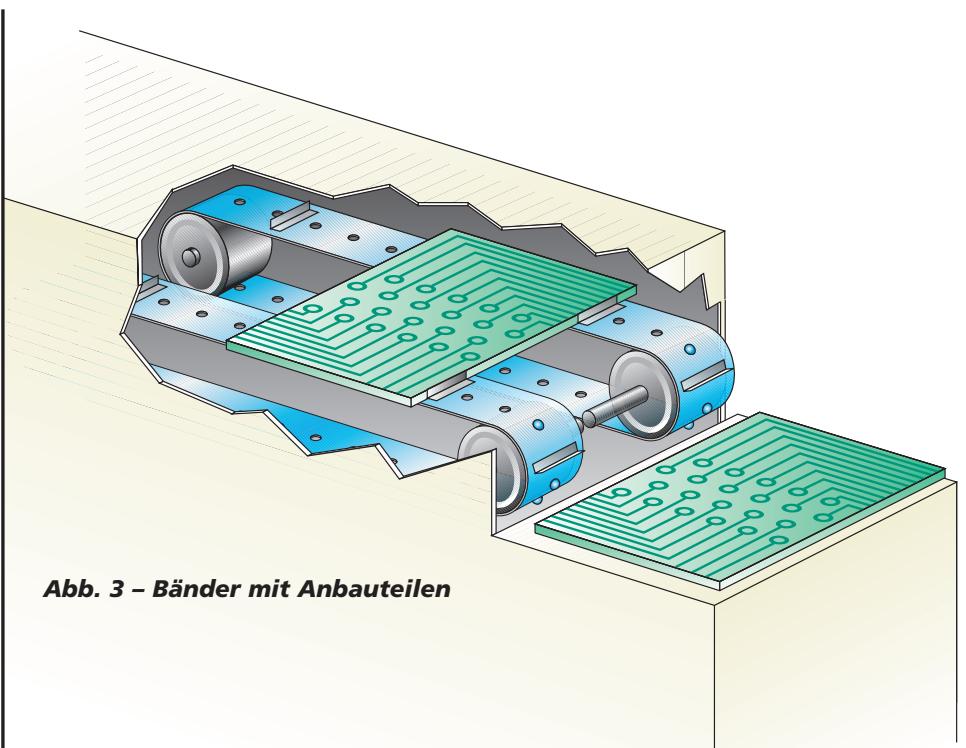
Lochbänder können zusätzlich mit präzisen, maschinell erstellten, gegossenen oder geformten Anbauteilen für folgende Zwecke ausgestattet werden: unübertreffliche Positioniergenauigkeit und Wiederholbarkeit, Fungieren als Produktträger oder Überwachen spezifischer Stufen eines Fertigungsprozesses. Typische Anwendungen:

- Präzises Schalten bei automatischer Montage
- Leitgestell-Antrieb
- Gesteuerte Transferlinien
- Verpackungssysteme

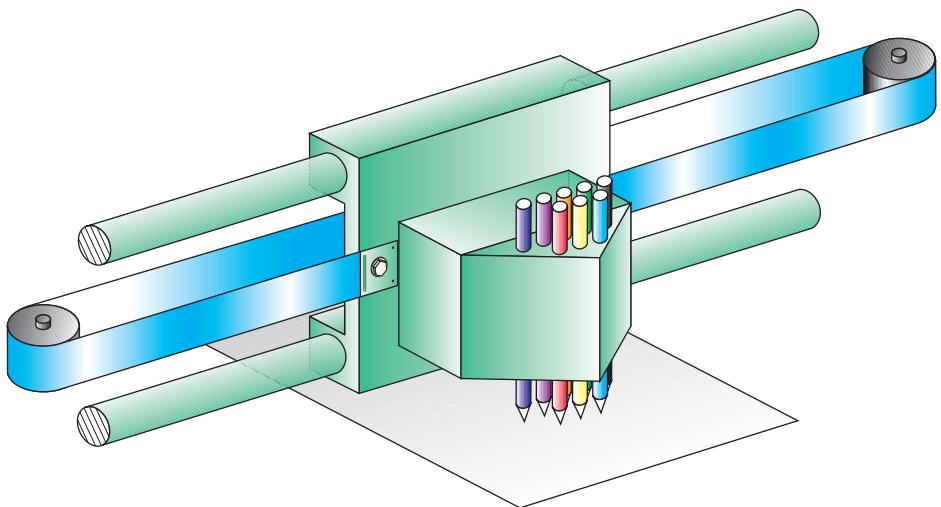
## ANTRIEBSBÄNDER:

Im Gegensatz zu normalen Stahlbändern sind Antriebsbänder aus Stahl nicht endlos verschweißt. Antriebsbänder werden entweder mit speziellen Endstücken oder Perforationen versehen. Diese Bänder können einen spielfreien Betrieb bei folgenden Anwendungen gewährleisten:

- Schlittenpositionieren
- Plottern
- Roboterarmen
- Lese-/Schreibkopfpositionieren
- Lichtschranken



**Abb. 3 – Bänder mit Anbauteilen**

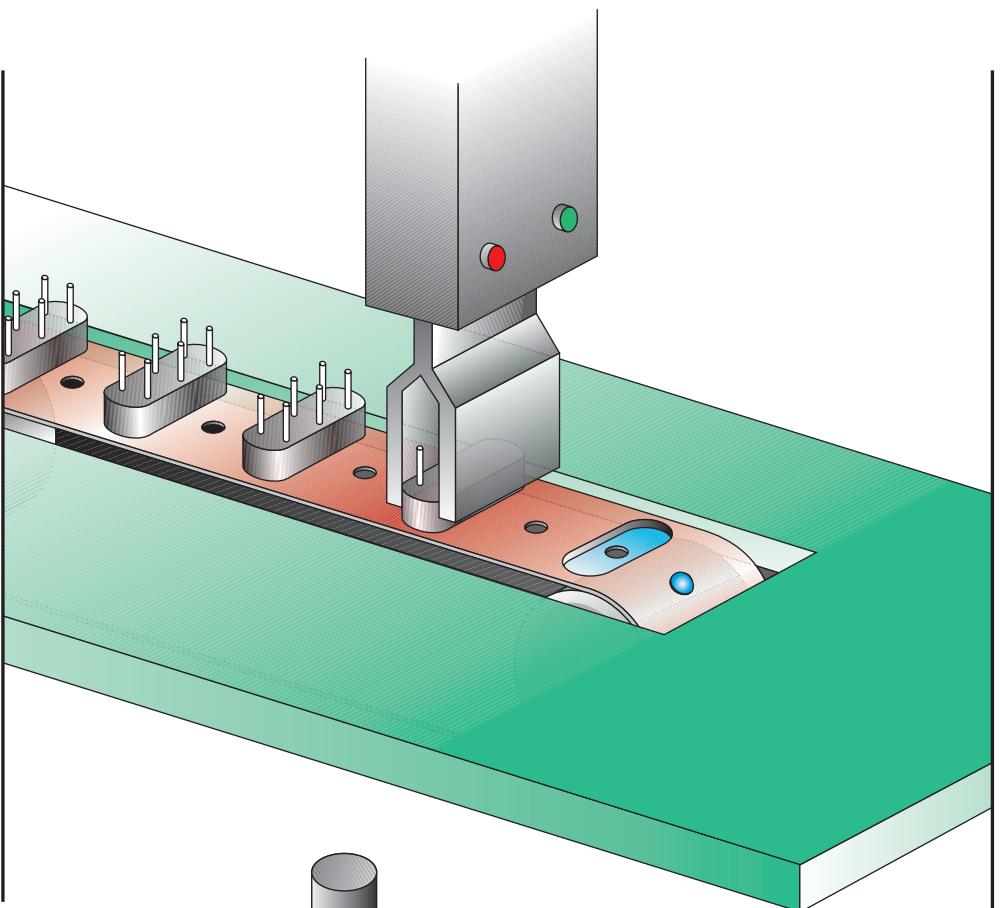


**Abb. 4 – Antriebsbänder**

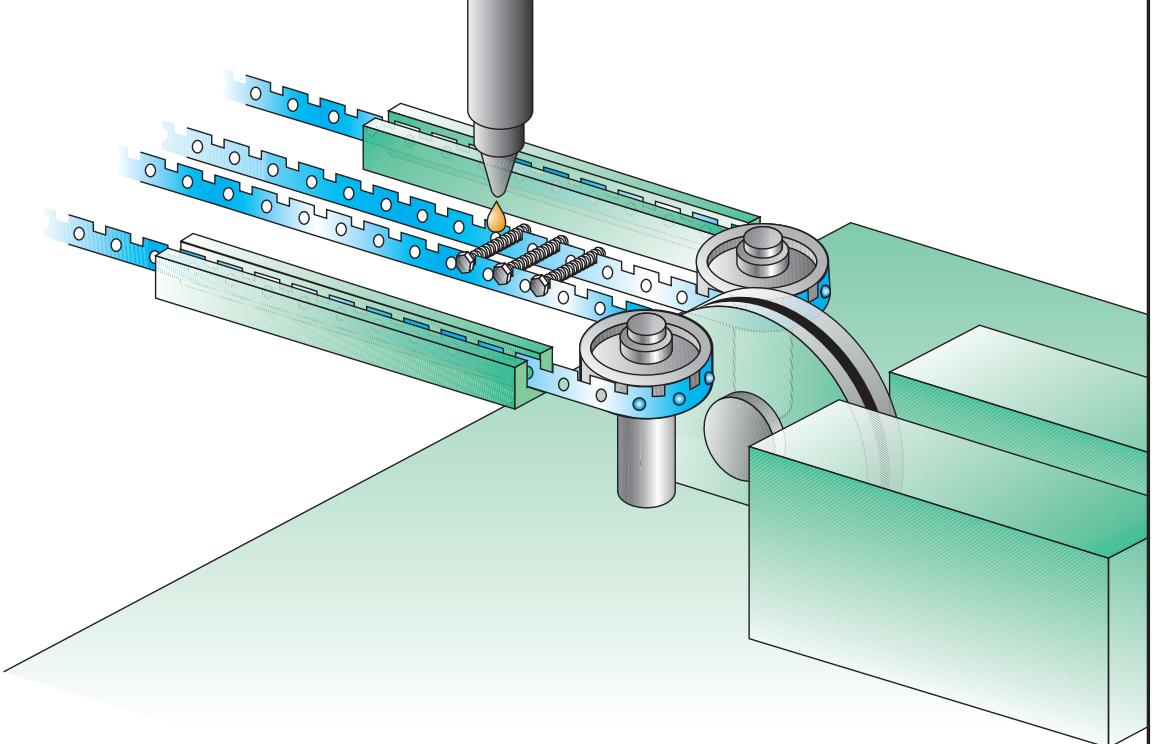
## KOMBINIERTE BÄNDER

Oftmals ist eine Kombination verschiedener Bänder notwendig, um den Anforderungen des Systems gerecht zu werden. Anbauteile oder Taschen können zur ausgerichteten Komponentenförderung benutzt werden, während das Vakuum die Komponenten durch die Bandlochung ansaugt und diese somit während des Transports in Position hält. Zwecks Anpassung an die verschiedenen Komponentenformen, können spezielle Kanten entwickelt werden, während die Komponenten anhand von Anbauteilen lokalisiert werden und somit den Taktanforderungen entsprechen. Typische Anwendungen:

- Komponentenausrichten und Fördern
- Automatisierte dimensionale/ elektrische Inspektion
- Hochgeschwindigkeitsverpacken
- Schneiden



**Abb. 5 – Kombinierte Bänder**



## KAPITAL 3

### ROLLEN

Alle Stahlbänder und Bandantriebe laufen über Bandrollen. Die Firma Belt Technologies konstruiert und fertigt nach Kundenspezifikation Rollen, die zur Optimierung der jeweiligen Charakteristika von Stahlbändern beitragen.

#### BAUFORMEN:

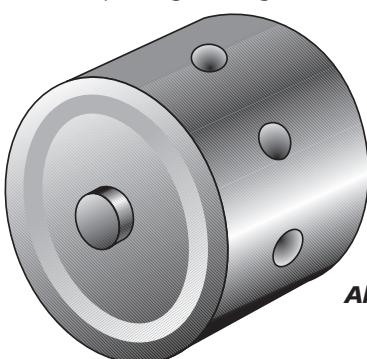
Die meisten Rollen für Bandsysteme werden entweder als Rundform, als I-Trägerprofil oder als gedeckeltes Rohr ausgeführt. Jeder Rollentyp kann mit Treibzapfen-Taktgeberlöchern, mit Justierkerben, mit herkömmlichen Taktgebungszähnen oder mit den patentierten Kugellager-Taktgebungszähnen von Belt Technologies konstruiert werden.

#### Rundform

Aufgrund ihrer relativ niedrigen Kosten werden Rundformrollen in den meisten Systemkonstruktionen bevorzugt. In der Regel werden Rundformrollen mit Größen bis zu 150 mm Außendurchmesser und Breiten bis zu 100 mm integriert.

#### I-Träger

Mit zunehmenden Durchmessern und Breiten kann unter Berücksichtigung des Beharrungsmoments eine Rolle mit I-Trägerprofil erforderlich sein. Das I-Trägerprofil wird so in eine Rundformbandrolle eingearbeitet, daß deren strukturelle Integrität erhalten bleibt und eine erhebliche Gewichtsreduzierung erzielt wird, was die Auswirkungen des Beharrungsmoments reduziert. Durch die Einarbeitung von Löchern in die Bahn sind weitere Gewichtseinsparungen möglich.



#### Gedeckeltes Rohr

Diese Rollen sind an den Rohrenden mit Verschlusskappen versehen, welche eine ausreichende Wanddicke besitzen, um ausreichende Festigkeit zu gewährleisten. Die gedeckelte Baugruppe wird dann maschinell bearbeitet, um die strengen Rundheits- und Konzentritätsspezifikationen zu erzielen. Auch hierbei ist eine Gewichtsreduzierung ohne Festigkeitseinbuße unerlässlich.

#### MATERIALIEN:

Entsprechend den Anforderungen Ihres speziellen Anwendungsbereichs können die Bandrollen aus einer Vielzahl an Materialien gefertigt werden.

#### Aluminium

Eine häufige Wahl ist Aluminium mit Elokalüberzug. Diese Kombination ist fest, leicht, dauerhaft und kosteneffektiv. Einsatzbeschränkungen können sich jedoch durch extreme Temperaturen ergeben, und in Vakuumumgebungen kann die Entgasung zum Problem werden.

#### Edelstahl

Für korrosive Betriebsumgebungen ist Edelstahl eine gute Wahl. Edelstahl bietet außerdem hervorragende Verschleiß- und Festigkeitseigenschaften.

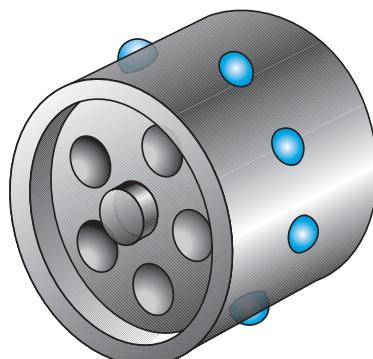


Abb. 6 – Gelochte und Kugellagerbandrollen

Unterschiedliche Legierungen mit entsprechenden Vorteilen sind lieferbar.

### Nichtmetalle

Bestimmte Kunststoffe bieten hervorragende Verschleiß- und Festigkeitseigenschaften. In einigen Einsatzbereichen sowie bei hohen Stückzahlen können Kunststoffkosten günstiger als Metallrollen sein.

### TOLERANZEN:

Tabelle 1 zeigt die typischen Toleranzen für die primären Konstruktionsabmessungen von Taktgebungs- und Reibungsantriebsrollen. Diese Toleranzen gelten für die drei Ausführungen des Rollenkörpers: Rundform, I-Trägerprofil und gedeckeltes Rohr.

### ROLLENTYPEN:

Bei allen Varianten im Hinblick auf Form, Material und Konstruktionsmerkmale dienen Bandrollen im Allgemeinen einem von zwei möglichen Zwecken: dem Reibungsantrieb oder der Taktgebung.

### Reibungsantrieb

Bandrollen für den Reibungsantrieb sind in der Regel flachseitig und haben kein Taktgebungselement.

Das Überkronen der Bandrollenflächen wird generell nicht empfohlen. Die Gründe erklärt Ihnen gern ein Ingenieur von Belt Technologies, der mit der Stahlbanddynamik bestens vertraut ist. Wenn eine Überkronung angeraten ist, sind zwei Geometrien möglich: Vollradius und Trapezoid. Eine Vollradiuskrone ist für das Band weniger belastend, aber schwieriger in der maschinellen Bearbeitung und von daher teurer. Die Trapezoidkrone ist kosteneffektiver und bewährt sich im Einsatz. Sie sollte aber in solchen Anwendungen vermieden werden, in denen aufgrund der Spannungsanstiege an den Kronenübergangspunkten zwischen winkligen Flächen hohe Zugspannungen des Bandes auftreten. Es kann helfen, diese Punkte zu verblassen, jedoch werden die Spannungsanstiege dadurch nicht eliminiert.

### Taktgebung

Taktgebungsrollen besitzen Zähne oder Löcher, die am Außenumfang des Rollenkörpers angeordnet sind. Die Zähne greifen in die Taktgebungslöcher des Stahlbandes ein während Löcher in der Rolle auf die Antriebsstifte am inneren Bandumfang eingreifen. Es sollte beachtet werden, daß auch bei diesen Bandrollen der Antrieb durch Reibungskräfte erfolgt, die zwischen der Bandfläche und den Rollenoberflächen entstehen. Zähne oder Löcher dienen nur zur Taktgebung und nicht zur Kraftübertragung.

Die Taktgebungselemente, insbesondere die Taktgebungszähne, müssen hart sein. Die Härte ist ausschlaggebend, um eine minimale Abnutzung durch das fortlaufende Eingreifen von Band und Rolle sicher zu stellen. Als Beispiel verwendet die patentierte Rolle von Belt Technologies gehärtete Kugellager als Zähne.

Bei der Konstruktion eines Taktgebungssystems mit zwei Bandrollen sollte die Antriebsrolle getaktet sein, während die Mitlaufrolle, d. h. die angetriebene Rolle, als Reibungsantriebsrolle (ggf. mit Justierkerben für Zapfen) auszulegen ist.

**Tabelle 1.**  
**Bandrollentoleranzen bis 355 mm Durchmesser**

	TAKTGEBUNGSROLLE	REIBUNGSANTRIEBS-ROLLE
Bandlaufdurchmesser (AD)	± 0.025mm	± 0.051mm
Stirnbreite	± 0.127mm	± 0.127mm
Bohrungsdurchmesser	+0 .025mm/-0.000mm	+0 .050mm/-0.0000mm
Konzentrizität	0.025mm	0.025mm
Taktgebungsstelle	25 Zahnbogensekunden	kA

HINWEIS: Sowohl Reibungsantriebs- als auch Taktgebungsrollen können als Schmalkörperrollen ausgeführt werden. Eine Schmalkörperrolle ist im Wesentlichen eine Rolle, deren Breite geringer ist als das Band, das darüber läuft. Rollen wie diese erleichtern die Bandführung und reduzieren das Gesamtgewicht und auch die Kosten. Die Rollenlauffläche ist in der Regel nicht kleiner als die halbe Breite des Bandes.

## KAPITEL 4

# OBERFLÄCHEN-BESCHICHTUNG

Durch Oberflächenbeschichtung ist Ingenieuren die Möglichkeit gegeben, die natürlichen Oberflächeneigenschaften eines Stahlriemens, Antriebbandes oder einer Rolle zu ändern. Bänder können ein- oder beidseitig beschichtet werden.

Abhängig von der gewählten Methode, kann eine Oberflächenbeschichtung lediglich 0.025 mm dick sein. Die Oberfläche kann entweder durchgehend glatt oder ausgestanzt sein, um Taschen für die Beförderung kleiner Komponenten zu bilden. Zur besseren Lokalisierung und sicherer Haltung von empfindlichen Teilen, können die Taschen mit Vakuumlöchern versehen werden.

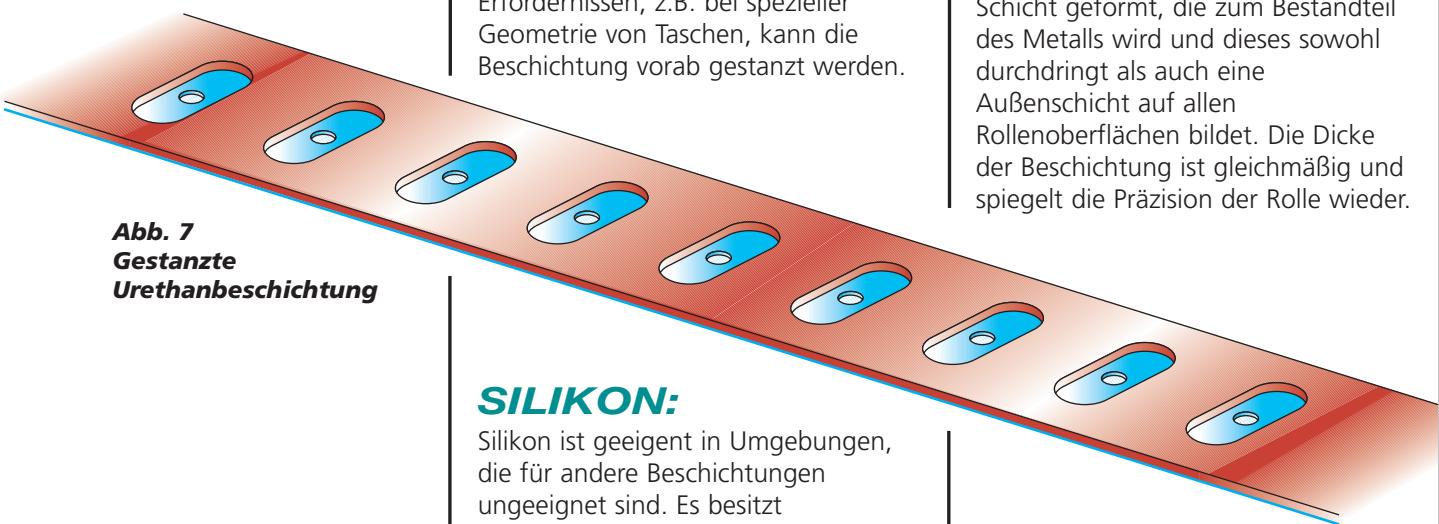
Die wichtigsten mechanischen und physikalischen Eigenschaften von populären Beschichtungen sind in Tabelle 2 angeführt.

### TEFLON:

Teflon ist als Antihaft-Beschichtung von Töpfen bekannt. Zusätzlich ist Teflon auch in einer Anzahl von Ausführungen erhältlich, mit jeweils unterschiedlichen Eigenschaften in Bezug auf Haften, Schlitupfrigkeit, Abrieb- und Temperaturbeständigkeit sowie Farbe.

**Tabelle 2.**  
**Eigenschaften von**  
**Oberflächenbeschichtungen**

BESCHICHTUNGS-MATERIAL	EIGENSCHAFTEN	BETRIEBS-TEMPERATUR	DICKE	FARBE
TEFLON® TFE	Nicht haftbar	315° C max	0.025mm	Schwarz, Grün
TEFLON® FEP	Korrosionsbeständig, niedrige Temperatur	-220° C bis +200° C	0.025mm bis 0.076mm	Schwarz, Grün
TEFLON® SILVERSTONE	Lebensmittelecht	315° C max	0.025mm bis 0.15mm	Metallik-grau
TEFLON®-S 550	Hart und abriebfest	230° C max	0.025mm bis 0.038mm	Schwarz
Silikongummi	Hoher Reibwert Ausgezeichnete Ablösbarkeit	200° C max	0.10mm	Verschieden
PU	Hoher Reibwert Formbar	70° C max	0.203mm bis 3.175mm	Verschieden
Neopren gummi	Kompressibilität	70° C max	0.40mm bis 6.4mm	Schwarz



**Abb. 7**  
**Gestanzte**  
**Urethanbeschichtung**

### **URETHAN ODER NEOPREN:**

Der Oberflächenreibungskoeffizient eines Stahlbandes wird sowohl durch Urethan als auch durch Neopren verändert. Ferner können diese Beschichtungen als Nest für empfindliche Teile benutzt werden. Diese Materialien werden fest auf ein Stahlband geklebt. Bei besonderen Erfordernissen, z.B. bei spezieller Geometrie von Taschen, kann die Beschichtung vorab gestanzt werden.

### **ELOXIERTE HÄRTEBE- SCHICHTUNG:**

Hierbei handelt es sich um einen elektro-chemischen Vorgang, der zur Erhöhung der Härte und Verschleißeigenschaften sowie der Korrosionsbeständigkeit von Aluminiumrollen dient. Durch diesen Vorgang wird eine Aluminiumoxyd-Schicht geformt, die zum Bestandteil des Metalls wird und dieses sowohl durchdringt als auch eine Außenschicht auf allen Rollenoberflächen bildet. Die Dicke der Beschichtung ist gleichmäßig und spiegelt die Präzision der Rolle wieder.

### **SILIKON:**

Silikon ist geeignet in Umgebungen, die für andere Beschichtungen ungeeignet sind. Es besitzt einzigartige Eigenschaften wie hohe Reibungsoberfläche, Ablösbarkeit, hohe Temperaturbeständigkeit und äußerste Flexibilität.

### **MÖGLICHKEITEN:**

Die vielen Möglichkeiten für Oberflächenbeschichtungen können nicht alle hier erörtert werden. Folgende außergewöhnliche Beschichtungen sind vormals bereitgestellt worden:  
Fluorkohlenstoff-Verbindungen sowie Kupfer- und Goldplattierung.

Belt Technologies steht bei Rückfragen gerne zu Ihrer Verfügung.

## KAPITEL 5

# KONSTRUKTIONS-ÜBERLEGUNGEN

### HINWEIS AN DEN KONSTRUKTEUR:

Möglicherweise haben Sie anhand der Information in den vorangegangenen Kapiteln bereits Überlegungen bezüglich Ihrer Stahlbandkonstruktion angestellt. Dieser Teil baut auf vorangegangene Kapitel auf und beinhaltet Information, die Hilfestellung bei der Optimierung der Systemleistung geben soll. Da jede Konstruktion einzigartig ist, ist es nicht möglich, alle Konstruktionsüberlegung an dieser Stelle zu erörtern. Belt Technologies erklärt sich jedoch gerne dazu bereit, einzelne Fälle mit Ihnen persönlich zu besprechen.

### RICHTLINIEN FÜR SYSTEM-KONSTRUKTIONEN:

Stahlbandsysteme werden im allgemeinen durch Berücksichtigung folgender Richtlinien verbessert:

- Die Anzahl der Rollen sollte so gering wie möglich sein.
- Die Rollen sollten möglichst große Durchmesser haben.
- Wechselbiegung in einem mehrfach Rollensystem sollten vermieden werden.
- Längen: Breiten Verhältnisse sollten möglichst groß sein.
- Ein gutes Spurhaltungssystem sollte beinhaltet sein.

### BELASTUNG:

Die Entwicklung eines Systems erfordert die Untersuchung der diversen Lasten, die auf das Band übertragen werden. Dabei müssen außergewöhnliche oder zeitweilige Zustände wie mögliche Anlauf- oder Bremslasten sowie Taktten berücksichtigt werden. Im Allgemeinen sollte sichergestellt werden, daß maximal auftretende Lasten die spezifische Festigkeit des Bandes nicht übersteigen.

Der Belastungsfaktor eines Bandes lässt sich anhand folgender vierstufigen Berechnung bestimmen:

- Berechnung der Arbeitslast
- Berechnung der Höchstlast
- Berechnung der Biegebeanspruchung
- Berechnung der Gesamtbeanspruchung

Antriebsrolle

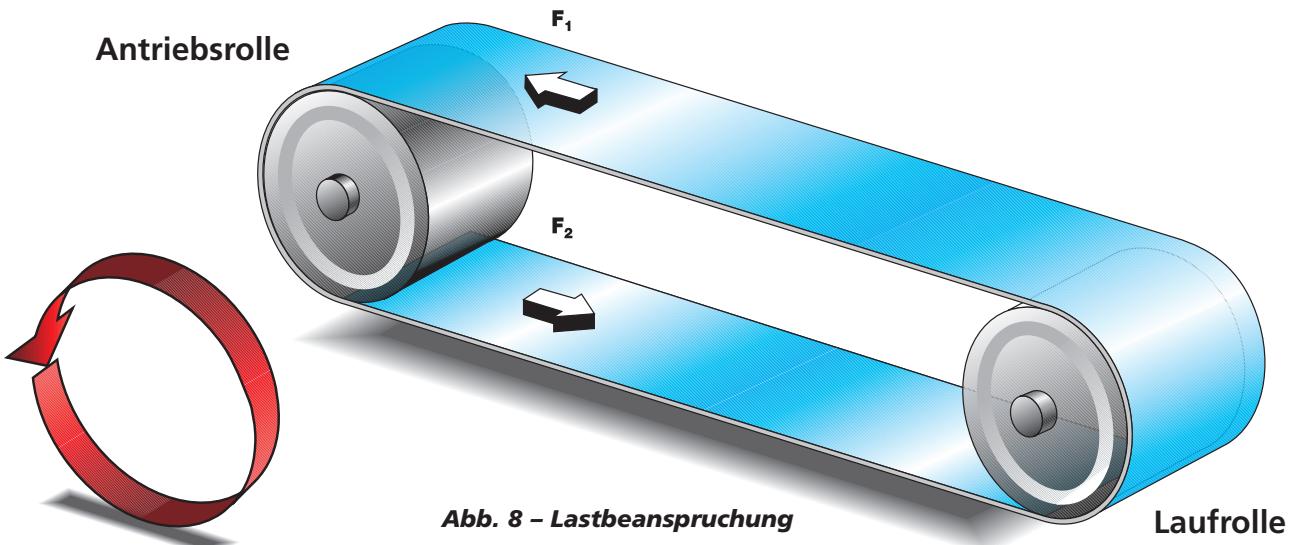


Abb. 8 – Lastbeanspruchung

## 1. BESTIMMUNG DER ARBEITSLAST ( $F_w$ ) AUF EINEM BAND

Die Arbeitslast kann entweder aus dem Motor-Nenndrehmoment der zu befördernden oder zu beschleunigenden Last oder durch Analyse der Systemfordernisse bestimmt werden. Für ein einfaches zwei-Rollen-System – Abb. 8 – ist die Arbeitslast ( $F_w$ ):

$$F_w = F_1 - F_2, \text{ wobei:}$$

$D_1$  und  $D_2$  = Rollendurchmesser

$\tau_1$  und  $\tau_2$  = Drehmoment an jeder Führungsrolle

$F_1$  et  $F_2$  = Kraft an jeder Rolle in Newtons ist.

$F_w$  wird mit dem Drehmoment durch folgende Gleichung in Beziehung zueinander gebracht:

$$F_w = \frac{\tau_1}{\frac{1}{2}D_1} = \frac{\tau_2}{\frac{1}{2}D_2}$$

Und mit der Kraft durch:

$$F_w = \frac{P}{V}$$

Wobei:  $V$  = Geschwindigkeit in m/sec

$P$  = Leistung in Watt

Und mit der Beschleunigung durch:

$$F = ma$$

Wobei:

$m$  = Masse in Kg

$a$  = Beschleunigung der Last in  $m/sec^2$  ist

## 2. BESTIMMUNG DER HÖCHSTEN LAST ( $F_1$ ) AUF DEM BAND

Da  $F_w = F_1 - F_2$  wie im Zwei-Rollen-System in Stufe 1 dargestellt, ist  $F_1$  die größte Last auf dem Band. Bezüglich des Designs für die aus dieser Kraft resultierenden Beanspruchungsverhältnisse, müssen wir ihren Wert berechnen.

Um ein Reibungsantriebssystem ohne Schlupf zu betreiben, werden die beiden Kräfte  $F_1$  und  $F_2$  durch folgende Formel in Beziehung zueinander gerbracht:

$$\frac{F_1 - F_c}{F_2 - F_c} = e^{\mu\theta}$$

Wobei:

$$e = 2.71828$$

$\mu$  = Reibungskoeffizient zwischen Band und Rolle

$\theta$  = Umschlingungswinkel in Radien des Bandes um die Rollen

$F_c$  = Auf das Band wirkende Zentrifugalkraft ist.

Unsere Erfahrungen haben gezeigt, daß der  $\mu$ - Wert bei einem Stahlband mit normaler Oberflächenausführung (wie  $0.4\mu$ ), das auf einer maschinell erstellten Rolle läuft, zwischen 0.25 und 0.45 liegt.

Ein Vorteil eines dünnen Stahlbandes ist, das  $F_c$  gewöhnlich unbedeutend ist und vernachlässigt werden kann. Daher kann die Formel in den meisten Fällen folgendermaßen vereinfacht werden:

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{\mu\theta}$$

Durch Ersetzen von  $F_2$  und Auflösen nach  $F_1$ , wird daraus:

$$F_1 = \frac{F_w e^{\mu\theta}}{e^{\mu\theta} - 1}$$

## 3. BESTIMMUNG DER BIEGEBANSPRUCHUNG ( $S_b$ ) auf dem Band

Da ein Stahlband wiederholt über eine Rolle gebogen wird, ist eine bedeutende Biegebeanspruchung vorhanden. Zur Bestimmung der gesamten Beanspruchung ( $S_b$ ), muß diese Biegebeanspruchung berechnet und zu der Arbeitsbeanspruchung ( $S_w$ ) – siehe Stufe 4 – hinzugefügt werden.

Die Formel für die Biegebeanspruchung lautet wie folgt:

$$S_b = \frac{Et}{(1-u^2)D}$$

Wobei:

$E$  = Elastizitätsmodul in psi

$t$  = Banddicke in Zoll

$D$  = Kleinster Rollendurchmesser in Zoll

$u$  = Poissonscher Wert ist

Diese Berechnung erfordert die Annahme von Banddicke und Rollendurchmesser. Hinsichtlich Platzbeschränkungen oder anderen Konstruktionserfordernissen sind Rollendurchmesser oft am leichtesten zu bestimmen. In diesen Fällen nimmt man den größtmöglichen Rollendurchmesser an und berechnet sodann die entsprechende Banddicke wie in Tabelle 3 dargestellt.

**Tabelle 3 Lebensdauer des Bandes**

Verhältnis Rollendurchmesser : Banddicke	Lebensdauererwartung
625:1	1.000.000 plus Beigewechsel
400:1	500.000 Beigewechsel
333:1	165.000 Beigewechsel
200:1	85.000 Beigewechsel
Diese Angaben beziehen sich auf ein Zwei-Rollen- Reibungsantriebssystem und sind lediglich als Leitfaden anzusehen.	

#### **4. BESTIMMUNG DER GESAMTEN BEAN- SPRUCHUNG ( $S_t$ )**

Die gesamte Beanspruchung auf dem Band ergibt sich aus der Summe der Arbeitsbeanspruchung ( $S_w$ ) und der Biegebeanspruchung ( $S_b$ ).

$$S_t = S_w + S_b$$

$$S_w = \frac{F_1}{b \times t}$$

Wobei:

$b$  = Bandbreite

$t$  = Banddicke ist

Belt Technologies empfieilt, daß  $S_t$  die Hälfte der Dehngrenze des Werkstoffs nicht überschreitet. Bei diesbezüglichen Rückfragen stehen Ihnen unsere Ingenieure gerne zur Verfügung.

An dieser Stelle ist es notwendig, verschiedene Parameter zu wählen und anhand der Kalkulationen eine Kombination zu finden, die die Konstruktionsanforderungen erfüllt. Breitere Bänder reduzieren die Arbeitsbeanspruchung ohne die Biegebeanspruchung zu verändern. Größere Rollendurchmesser reduzieren die Biegebeanspruchung bzw. ermöglichen die Ingebrauchnahme eines dickeren Bandes was wiederum die Arbeitslast verringert.

#### **PRÄZISE BANDLÄNGEN:**

Eines der Hauptvorteile von Stahlbändern ist deren Präzision. Lochbänder oder Bänder mit Anbauteilen können mit einer Abstandsgenauigkeit von +/-0.013 mm gefertigt werden. Glatte und Antriebsbänder können ebenfalls mit hoher Präzision gefertigt werden.

## POSITIONIER-GENAUIGKEIT:

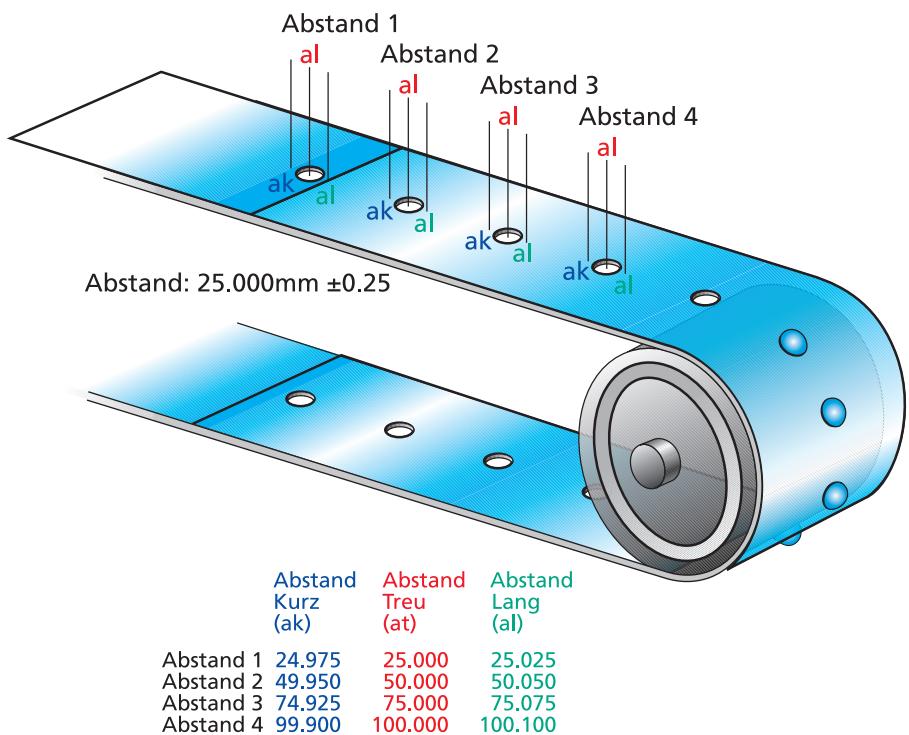
Positioniergenauigkeit steht in direkter Verbindung zu der Abstandstoleranz auf dem Band – normalerweise 0.013 mm bei einem Taktband. Anhand von einem Spezialwerkzeug kann erreicht werden, daß sich der Abstand positiv (siehe Tabelle 9 – Pl) bzw. negativ (siehe Tabelle 9 – Ps) wiederholt.

## WIEDERHOL-BARKEIT:

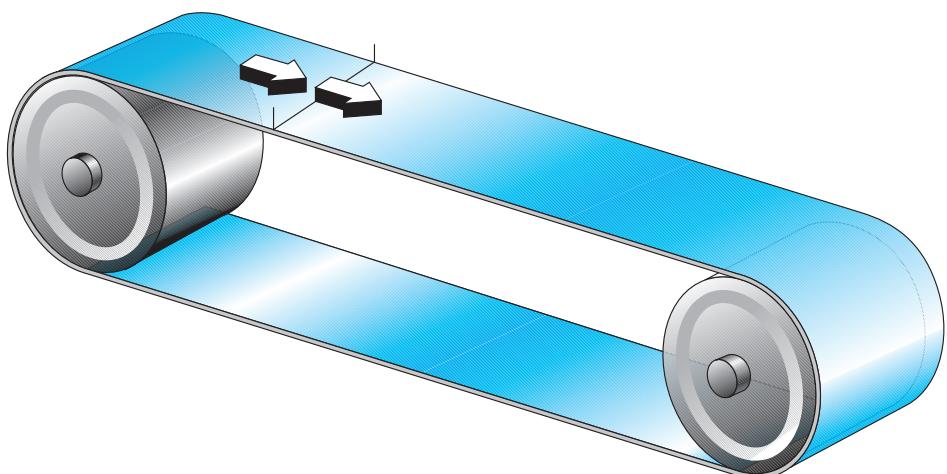
Bei Wiederholbarkeit sprechen wir von der Möglichkeit eines einzelnen Abstandes, bei kontinuierlichem Umlauf des Bandes, innerhalb einer spezifischen Toleranz in die Ausgangsposition zurückzukehren. Da Stahlbänder sich nicht dehnen, liegt die Wiederholbarkeit normalerweise zwischen 0.051 mm bis 0.127 mm.

Bei glatten und gelochten Bändern sowie bei Bändern mit Anbauteilen und Antriebsbändern kann die präzise Bewegung innerhalb einer sehr engen Toleranz kalkuliert werden. Bei diesbezüglichen Rückfragen stehen wir gerne zu Ihrer Verfügung.

**Abb. 9 – Positioniergenauigkeit**



**Abb. 10 – Wiederholbarkeit**



## SPURHALTUNG:

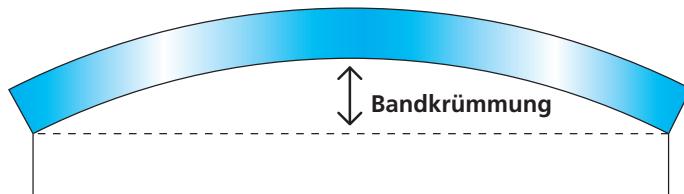
Da Stahlbänder sich unter Spannung kaum dehnen, kann sich die Spurhaltung hier schwieriger als bei anderen Bandtypen gestalten. Ausgleich ist nicht gegeben bei folgenden Umständen:

- Differenzialabweichungen
- Durchbiegung von Rollenwellen
- Differenzialabweichungen
- Bandkrümmung

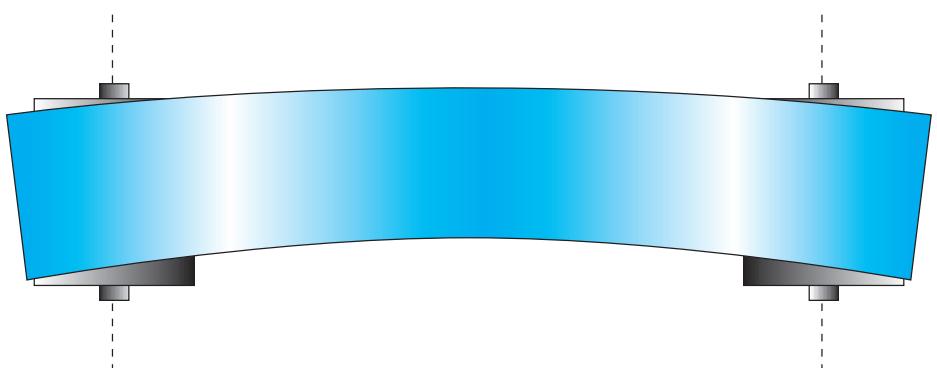
Möglicherweise sind Ingenieure am wenigsten mit Bandkrümmung vertraut. Bei Bandkrümmung handelt es sich um die Abweichung der Geradheit an den Bandkanten. In jedem Band ist ein Element von Krümmung zu finden. Diese liegt normalerweise zwischen 0.2 – 0.5 mm auf 1 Meter. Bei einem Band in einem Zwei-Rollen-System muß eine Bandkante stets höher gespannt werden als die andere, da diese einen kleineren Randumfang hat. Andernfalls würde das Band bei der Umdrehung von der gespannten zu lockeren Kante abwandern.

Zur Erläuterung ist in Abb. 11 eine stark übertriebene Ansicht von Stahlbandkrümmung dargestellt.

Ziel jeder Spurhaltungsmaßnahme ist, den Auswirkungen summierender, negativer Spurhaltungsbeanspruchung (z.B. unkontrollierte Wellenkrümmung, Bandkrümmung) mit kontrollierbaren Beanspruchungen und Kräften entgegenzuwirken, und somit das Band zu regulieren.



**Abb. 11 – Bandkrümmung**



**Abb. 12 – Spurhaltung**

Zur Spurhaltung bei Taktsystemen und/oder solchen mit Reibungsantrieb gibt es drei Möglichkeiten:

- Verstellbarkeit der Rollenachse
- Wölbung der Rollen für Reibungsantrieb
- Erzwungene Spurhaltung

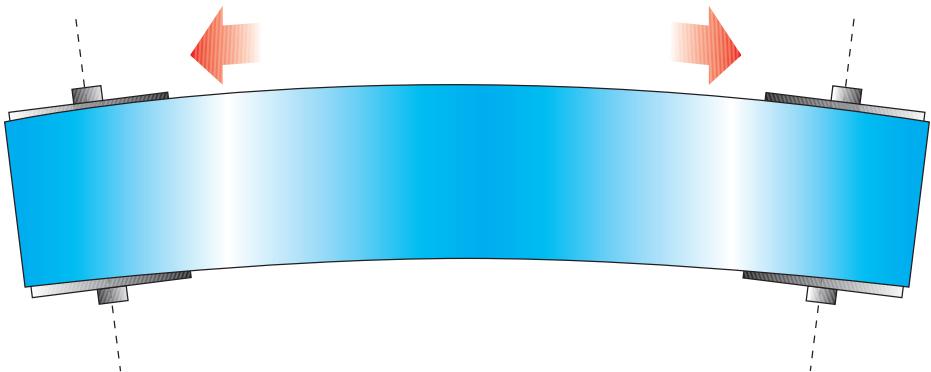
## Verstellbarkeit der Rollenachse

Verstellbarkeit der Rollenachse in einem Stahlbandsystem – wie in Abb. 13 dargestellt – ist optimal zur Spurhaltung des Bandes. Die Bandkantenspannungen werden kontrollierbar verstellt und steuern somit das Band. Dieser Vorgang kann sowohl bei glatten als auch bei gewölbten Rollen angewandt werden.

Idealerweise sollten beide – Antriebs- und Umlenkrollen – mit verstellbaren Achsen versehen sein. In Wirklichkeit wird jedoch lediglich die Umlenkrolle verstellt. Auf Grund des Interface mit Motoren und anderen Kraftübertragungskomponenten gestaltet es sich schwierig, die Antriebsrolle einzustellen.

## Gewölbte Rollen für Reibungsantrieb

Sofern gewölbte Rollen bei Reibungsantrieb eingesetzt werden, sollte dies zusätzlich zu – und nicht an Stelle von – Achsenverstellbarkeit sein, da Stahlbänder durch gewölbte Rollen nicht automatisch mittig geführt werden. Gewölbte Rollen finden am besten Anwendung mit dünnen Bändern, da sich das Bandgewebe an die gewölbte Oberfläche der Rolle anpassen muß. Während hierfür eine höhere Spannung genommen werden kann, darf diese nicht so hoch sein, daß sich das Band verformt. Die optimale Geometrie für eine gewölbte Rolle wäre ein voller Radius mit Wölbung nicht größer als die Banddicke.



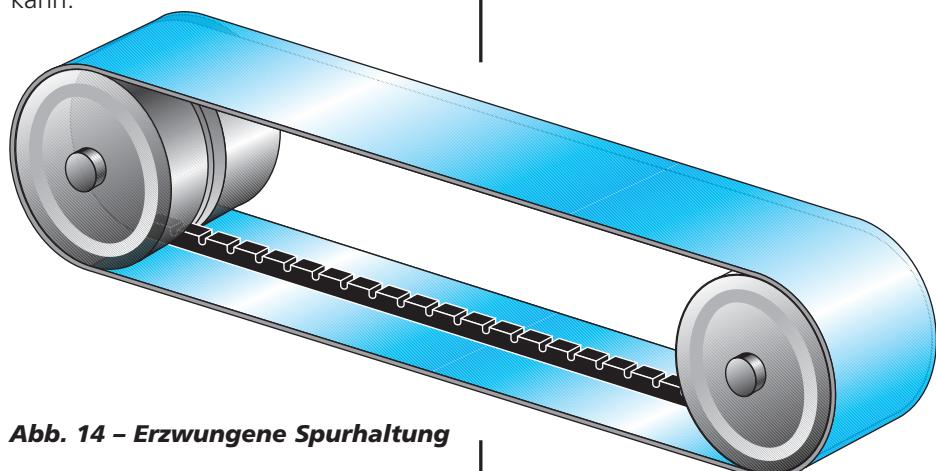
**Abb. 13 – Rollenachsenverstellbarkeit**

## Erzwungene Spurhaltung

Wo unzulängliche Spurhaltung nicht durch einfache Achsenverstellung ausgeglichen werden kann, müssen erzwungene Methoden zur Spurhaltung – wie z.B. Nockenstößel oder mit Glasfaser verstärkte Bordscheiben aus Teflon, möglicherweise Anwendung finden. Aus diesem Grund müssen andere Parameter dementsprechend geändert werden; z.B. größere Banddicke als normalerweise angeraten wird, da erzwungene Spurhaltung zur kürzeren Lebensdauer des Bandes beitragen kann.

Als Alternative kann bei breiteren Bändern eine V-Führung auf der Innenseite des Bandes aufgeklebt werden. Durch dieses Zwei-Band-Element, das von Belt Technologies Metrak © genannt wird, wird der Spurhaltungs-Stress auf die V-Führung übertragen anstatt auf das Stahlband, wodurch eine maximale Lebensdauer in diesem erzwungenen Spurhaltungssystem gegeben wird – siehe Abb. 14.

Taktgeberzähne, die in dem nächsten Kapitel angesprochen werden, dienen lediglich zum Takt und sollten nicht zur Spurhaltung benutzt werden.



**Abb. 14 – Erzwungene Spurhaltung**

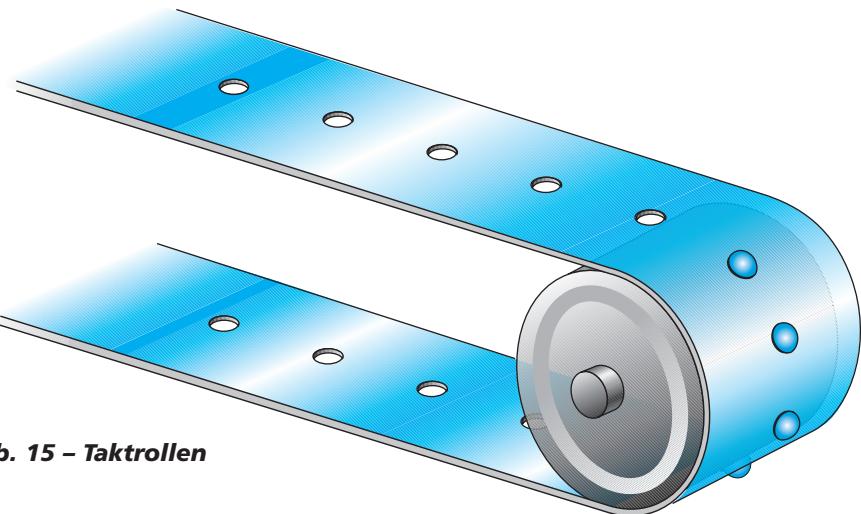
## TAKTEN

Taktrollen für Stahlbänder sind entweder mit Taktgeberzähnen oder mit Taschen versehen, die in die entsprechenden Löcher oder Antriebselemente auf dem Band eingreifen.

Äußerste Vorsicht ist geboten bei der Entwicklung von Taktrollen, daß alle Taktelemente mit balligen oder evolventischen Radien versehen sind. Hierdurch wird sanfte Vermählung des Bandes mit der Rolle gewährleistet. Um Problemen auf Grund von summierenden Toleranzen vorzubeugen, sollte Spiel von mindestens 0.152 mm bis 0.203 mm zwischen den angetrieben und den Antriebskomponenten gegeben sein. Spielfreie oder Anwendungen mit wenig Spiel werden als Sonderfälle behandelt.

Bei der Fertigung von Rollen mit Taktgeberzähnen wird jeder Zahn in ein maschinell erstelltes Loch auf der Rolle eingelegt. Größte Vorsicht ist geboten bei der radialen Lage jedes Zahns zur Sicherstellung der gesamten Abstandstoleranz.

Bei der Entwicklung der Zähne ist darauf zu achten, daß der Abstandsdurchmesser an der neutralen Achse des Bandes (die Hälfte der Banddicke bei einem dünnen, flachen Band) und nicht an der Grundfläche ist. Da Stahlbänder allgemein dünn sind, leitet man leicht dazu, deren Dicke bei der Berechnung zu vernachlässigen. Hierdurch kann eine Verfehlung bei der Vermählung von Löchern mit Zähnen entstehen.



**Abb. 15 – Taktrollen**

Der Teilkreisdurchmesser lässt sich nach folgender Formel bestimmen:

$$D = \frac{NP}{\pi} - t$$

wobei:

N = Anzahl der Abstände oder der Zähne auf der Rolle

P = Lochabstand

t = Banddicke ist

## SPANNEN:

Reibungsantriebssysteme können mit lockerer Spannung, wie bei einer Fahrradkette, oder fester Spannung, wie bei einer Gitarrenseite, laufen. Bandspannung ist von äußerster Wichtigkeit in Taksystemen und sollte möglichst niedrig gehalten werden. Allgemein wird die Lebensdauer eines Bandes durch niedrige Spannung optimiert und die Abnutzung anderer Systemkomponenten reduziert.

Bei Durchhängen des Bandes zwischen den Rollen sollte nicht nachgespannt werden (siehe DURCHHÄNGEN DES BANDES, Seite 19). Durch Überspannen der Bänder kann Wölbung entstehen (Becherwand wie bei einem Metermaß), wodurch die Wiederholbarkeit, die Lebensdauer und der ruhige Lauf des Bandes beeinflußt werden.

Die Bandspannung sollte während der Inbetriebnahme festgelegt werden und kann durch Einsatz von Luftzylin dern, Federn oder Schraubspindeln beibehalten werden.

## **SYSTEM- RAHMEN- FESTIGKEIT:**

Zur präzisen Einstellung von Takten und Spurhaltung ist ein fester Rahmen erforderlich. Sofern unkontrollierbare Biegung in dem Rahmen vorhanden ist, wird sich das System bei Spannung des Bandes verbiegen. Durch Ausgleich einer Kraft (Rahmenbiegsamkeit) gegen eine weitere (Achsenverstellbarkeit) ist kein kontrolliertes System gegeben was zu Problemen bei der Spurhaltung führen kann. Um sicherzustellen, daß kontrollierbare Achsenverstellbarkeit gegeben ist, muß ausreichende Festigkeit in dem System vorhanden sein.

## **WECHSEL- BIEGUNGEN:**

Optimal ist ein zwei-Rollen-System. Durch Wechselbiegungen wird zusätzliche Biegebeanspruchung hervorgerufen, wodurch die Lebensdauer beeinträchtigt wird. Da die Steuerung durch jede Rolle beeinflußt werden kann, können Probleme bei der Spurhaltung auftreten.

## **FREITRAGENDE WELLEN:**

Bei Rollenwellen sind feststehende Abschlu Belemente vorzuziehen. Freitragende Wellen können ein Pivot hervorrufen. Die Welle kann sich unter Spannung verbiegen und somit Probleme bei der Spurhaltung hervorrufen. Sofern freitragende Wellen unerlässlich sind, muß deren Festigkeit gegeben sein.

## **MAGNETISCHE DURCHLÄSSIGKEIT:**

Magnetische Durchlässigkeit wird normalerweise wie folgt definiert: Die Fähigkeit einer Substanz, Magnetismus zu transportieren im Vergleich zu Luft, die eine Durchlässigkeit von 1 hat.

Während die 300er Serie Edelstahl als unmagnetisch gilt, wird die magnetische Durchlässigkeit durch die Kaltbearbeitung – erforderlich für die Federhärte und hohe Zugfestigkeit – erhöht. Daher hat der Werkstoff 301 Voll Hart eine größere magnetische Durchlässigkeit als 301 Halb Hart. Allgemein hat Edelstahl 316 die niedrigste magnetische Durchlässigkeit; dieser ist jedoch in der Voll Hart Form schwer erhältlich.

In der Werkstoff liste auf Seite 23 dieser Broschüre sind die magnetischen Eigenschaften der bekanntesten Metallellierungen aufgeführt.

## **DURCHHÄNGEN DES BANDES:**

Bei großen Abständen zwischen den Rollen kann ein Band, selbst bei hoher Spannung, durchhängen. Um korrekte Spannung sicherzustellen und Durchhängen zu vermeiden, sollte die Arbeitsfläche des Bandes über eine feststehende Oberfläche aus UHMW-Material (ultrahohes Molekulargewicht) laufen. Rotierende Oberflächen sollten vermieden werden, da hierdurch Axialverschiebung entstehen kann, was Probleme mit der Spurhaltung hervorruft. Führen des Bandes über eine feststehende Oberfläche hat lediglich minimale Auswirkungen auf die Spurhaltung und Lebensdauer des Bandes.

## ERHÖhte TEMPERATUREN:

Sofern das Stahlband in hohen Temperaturen eingesetzt wird, ist es unerlässlich, den entsprechenden Werkstoff für Band und Anbauteile zu wählen. Ferner muß die Dehnung/Schrumpfung des Werkstoffs bei wechselnden Temperaturen berücksichtigt werden. Durch Temperatur hervorgerufene Veränderungen haben Auswirkung auf Takte, Spurhaltung, Spannung und Wölbung.

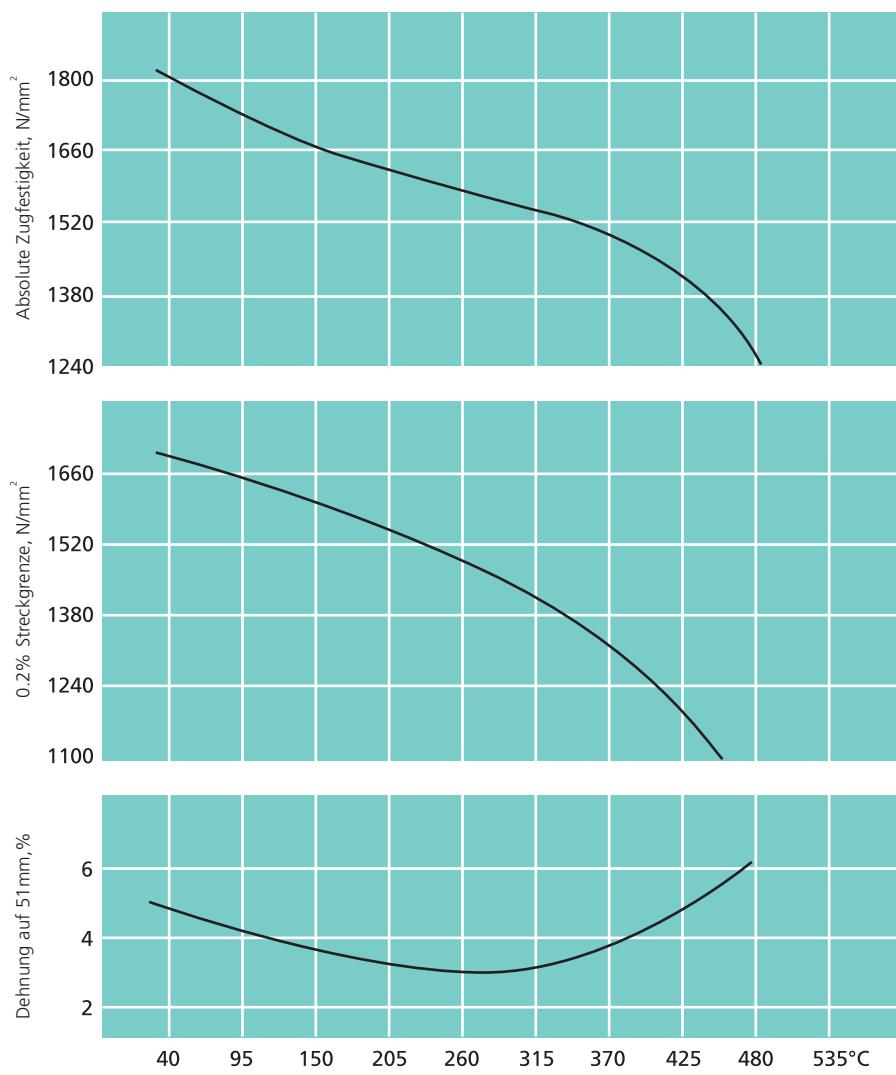
In Tabelle 4 sind die hauptsächlichen Legierungen mit entsprechenden Daten angeführt.

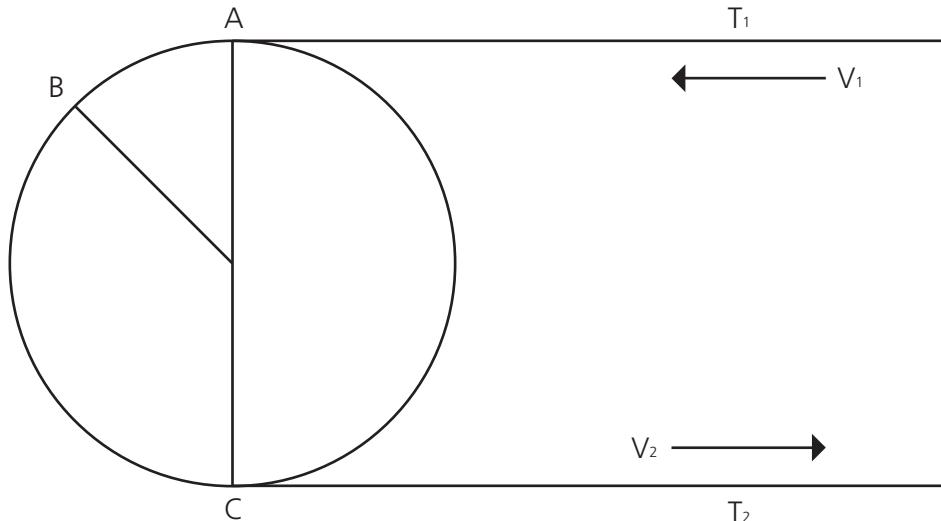
Tabelle 5 zeigt die Veränderungen der physikalischen Eigenschaften des Werkstoffs 17-7 CH 900 bei Temperaturveränderungen.

**Tabelle 4. Eigenschaften der hauptsächlichen Legierungen in erhöhten Temperaturen**

Legierung	Temperaturbereich	Durchschnittlicher Koeffizient der Wärmedehnung $10^6 \text{cm/cm}^\circ\text{C}$	Durchschnittliche Streckgrenze des Temperaturbereichs in N/mm $^2$
301/302 Voll Hart	20° to 205°	17.6	1100 - 930
17-7 CH-900	205° to 425°	11.8	1515 - 1170
Inco® 718 Lösung Geglüht und wärmebehandelt	425° to 535°	15.1	1080 - 1070

**Tabelle 5. Physikalische Eigenschaften bei Temperaturwechsel (Werkstoff 17-7 CH 900)**





**Abb. 16 – Schlupf-Theorie**

**AB = der träge Bogen; BC = der effektive Bogen**

### BANDSCHLUPF:

Bandschlupf wird in Verbindung gebracht mit Kraftübertragung zwischen einer Antriebsrolle und dem zugfesten Körper des Bandes.

Aufgrund des Schlupfs in einem Reibungsantriebssystem dreht sich die Rolle etwas schneller als das Band.

Betrachten wir Abb. 16: Die 180° Umschlingung zwischen Antriebsrolle und Band ist in 2 Bögen unterteilt:

- Der träge Bogen (wo keine Kraft übertragen wird).
- Der effektive Bogen, auch Schlupfwinkel genannt (wo Kraft übertragen wird).

Das Band und die Rollenoberfläche stehen innerhalb des trügen Bogens in *statischem Kontakt* zueinander; hier wird keine Kraft übertragen. Das Band läuft auf die Rolle mit der Spannung  $T_1$  auf der strammen Seite und Geschwindigkeit  $V_1$ , welches der Oberflächengeschwindigkeit  $V_1$  der Antriebsrolle gleicht. Sowohl Geschwindigkeit als auch Spannung werden während des anhaltenden Kontakts durch den trügen Bogen beibehalten.

Innerhalb des effektiven Bogens stehen Band- und Rollenoberflächen in Rutschkontakt zueinander, wobei die Oberflächengeschwindigkeit der Rolle größer ist als die des Bandes. Dies Phänomen entsteht auf Grund der dimensionalen Veränderungen in dem Band, hervorgerufen durch die darauf einwirkenden Differentialkräfte während der Umdrehung um die Rolle. Durch den Rutschkontakt entstehen Reibungskräfte, die sich den Veränderungen in der Bandspannung anpassen und somit wird Kraft übertragen.

Da der zugfeste Körper eines Stahlbandes das Stahlband mit seinem hohen Elastizitätsmodul ist, ist Schlupf in Stahlbändern bedeutend niedriger als in anderen Bändern.

Sofern dies jedoch nicht kontrolliert wird, führt Schlupf in Reibungsantriebssystemen mit Stahlbändern zum Wiederholbarkeitsverlust. Daher ist es von Vorteil, das Schlupf in Stahlbändern leicht kontrolliert werden kann.

Am einfachsten ist es, Schlupf durch den Einsatz von Taktgebungszähnen vorzubeugen. Die Anzahl der Zähne sollte so niedrig wie möglich gehalten werden. Oftmals ist dies mit lediglich sechs bis acht Zähnen auf der Rolle möglich.

## WERKSTOFFE:

Bestimmte Anwendungen, wie solche in hohen Temperaturen, extrem aggressiven Medien oder mit außergewöhnlichen elektrischen oder magnetischen Anforderungen, schließen die Ingebrauchnahme bestimmter Werkstoffe aus.

Nachfolgend sind die hauptsächlichen Kriterien verschiedener Werkstoffe angeführt:

**Tabelle 6 – Eigenschaften populärer Stahlbandlegierungen bei Zimmertemperatur**

Legierung	STRENG-GRENZE N/mm <sup>2</sup>	ZUGFESTIG-KEIT N/mm <sup>2</sup>	DEHNUNG AUF 51MM %	HÄRTE
301 VOLL HART	1100	1240	5-15	RC40-45
301 HIGH YIELD	1790	1930	1	·/-
302 VOLL HART	1100	1240	1-5	RC40-45
304 VOLL HART	1100	1240	1-5	RC40-45
316 VOLL HART	1200	1310	1-2	RC35-45
716 VOLL HART	1450	1790	5-10	RC52
17-7 COND C	1275	1480	5	RC43
17-7 CH-900	1655	1720	2	RC49
INCONEL® 718	1200	1450	17	RC41
Kohlenstoffstahl SAE 1095	1650	1790	7-10	RC50-55
TITAN 15V-3CR-3AI-3SN	1030	1140	11	RC35

## EIN-SCHRÄNKUNGEN:

In Ausnahmefällen, z.B. Platzeinschränkungen, aggressiven Medien, besonderen Wärme- oder elektrischen Forderungen, können Designänderungen zwingend notwendig werden – z.B.:

- Stahlbänder können um kleine Rollen mit lediglich 6.35 mm geführt werden. Dies hat jedoch nachteilige Auswirkungen auf die Lebensdauer des Bandes.
- Bänder können in Öfen bis zu 590°C eingesetzt werden. Da

jedoch die Stärke der Bänder hauptsächlich durch Kaltwalzen oder spezielle Wärmebehandlungen erreicht wird, wäre diese durch die hohen Temperaturen beeinflusst.

- Durch den Einsatz von Wischblättern kann ein Becherwandeffekt über der Bandbreite entstehen. Durch Wischblätter aus UHMW Werkstoff können die negativen Auswirkungen minimiert werden.

ZUG-ELASTIZITÄTS MODULE IN 10 <sup>5</sup> N/mm <sup>2</sup>	POISSON-ZAHL	DICHTHEIT g/cm <sup>3</sup>	WÄRMELEITUNG (0° TO 100° C) Cal/cm <sup>2</sup> /sec/°C/cm	WÄRME DEHNUNGS-KOEFFIZIENT (0° TO 100° C) cm/cm/°C x 10 <sup>-6</sup>	H - HOCH, M - MITTEL N - NIEDRIG MAGNET. DURCHLÄSSIGKEIT	KORROSIONSBESTÄNDIGKEIT
1.93	.285	7.9	0.039	16.9	N-M	M
1.79	.285	7.9	0.039	16.9	M-H	M
1.93	.285	7.9	0.039	17.3	N-M	M-H
1.93	.285	7.9	0.039	17.3	N-M	M-H
1.93	.285	7.9	0.036	16.0	N	H
2.20	.285	7.9	0.059	10.6	H	N-M
1.93	.305	7.8	0.037	15.3	M-H	M-H
2.00	.305	7.8	0.037	10.9	M-H	M-H
2.00	.284	7.9	0.030	11.9	N	H
2.07	.287	7.9	0.124	10.5	H	N
1.03	.300	4.7	0.019	9.7	N	H

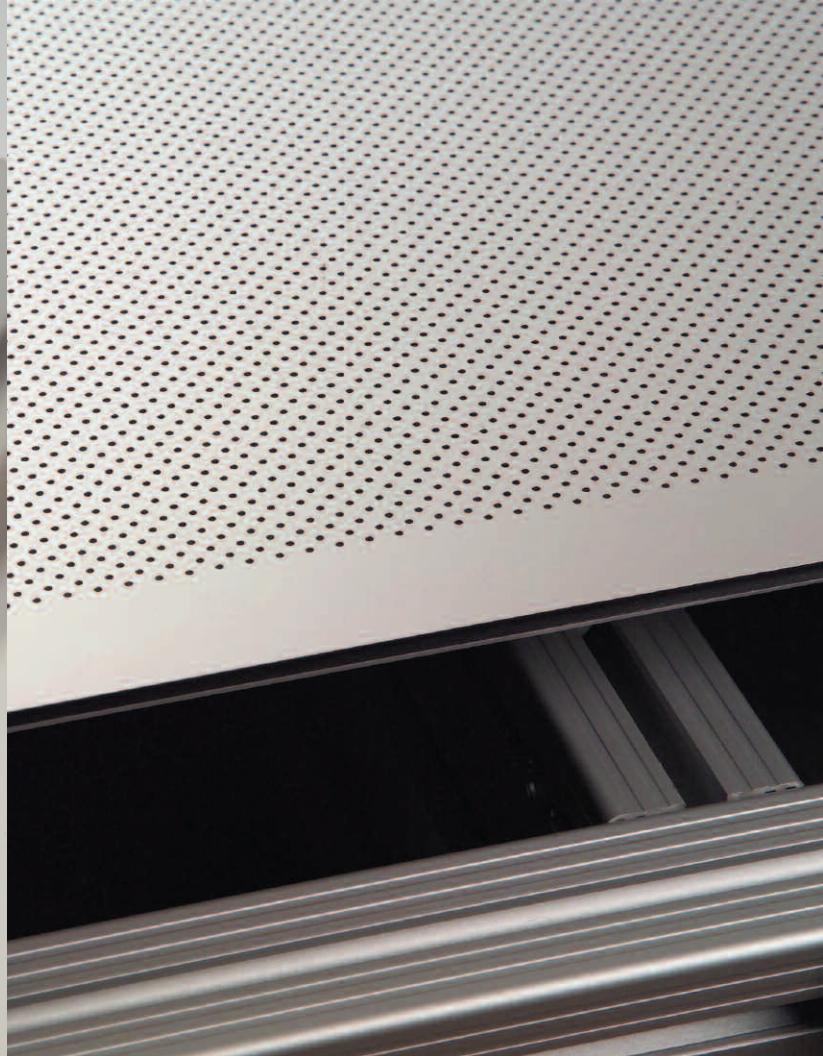
## LEBENSDAUER DER BÄNDER:

Die Lebensdauer der Bänder ist abhängig von der jeweiligen Anwendung. Während eine Lebensdauer von 10.000 Umdrehungen in einem System ausreichend ist, kann ein Band in einem anderen System 10.000 Umdrehungen pro Stunde laufen.

Folgende Faktoren müssen hierbei, wie auch bei der Entwicklung des Systems, berücksichtigt werden: Systemdesign, Stärke des Werkstoffs, Umgebung, Belastung, Spannung,

Oberflächenbehandlung, Anbauteile usw. Sodann kann mit gutem Grund angenommen werden, daß bei Stahlbändern das Potential zu einer längeren Lebensdauer als bei anderen Bandtypen und Ketten gegeben ist. Allgemein erbringen sie eine höhere Leistung hinsichtlich der Präzision und Wiederholbarkeit, sind leichter und schneller sowie kosteneffektiver.

Gerne stehen unsere Techniker bei Rückfragen bezüglich der Lebensdauer der Bänder für Sie zur Verfügung.



## FAX-ÜBERTRAGUNG

*Belt Technologies Europe  
4th Floor, Pennine House  
Washington  
Tyne and Wear NE37 1LY  
United Kingdom  
Tel: +44 (0)191-415-3010  
Fax: +44 (0)191-415-0333  
E-Mail: sales@bte.co.uk  
www.belttechnologies.co.uk*

**Von:**  
**Firma:**  
**Anschrift:**  
**Tel:**  
**Fax:**

Datum: \_\_\_\_\_

### Prüfliste

Bitte zusätzliches Blatt für weitere Information benutzen, soweit erforderlich

#### 1. ANWENDUNG

Befördern	Takten	Synchronisieren	Positionieren	Energieübertragen
<input type="radio"/>				

#### 2. DIMENSIONEN

Breite des Riemens _____	Durchmesser der Scheiben _____
Anzahl der Scheiben _____	Abstand der Scheiben _____

#### 3. BELASTUNG

Riemengeschwindigkeit _____	Maximaler Drehmoment _____
Beschleunigung _____	Statische Belastung _____

#### 4. ERFORDLICHE EIGENSCHAFTEN

Festigkeit \_\_\_\_\_ Präzision \_\_\_\_\_ Hohe Temperatur \_\_\_\_\_ C

#### 5. Mengen zur Angebotserstellung

Bänder \_\_\_\_\_ Umlenkrollen \_\_\_\_\_

#### 6. SKIZZE DES SYSTEMS



Belt Technologies Europe • 4th Floor • Pennine House  
Washington, Tyne and Wear NE37 1LY, Grossbritannien  
Tel: +44 (0) 191 415 3010 • Fax: +44 (0) 191 415 0333  
E-Mail: [sales@bte.co.uk](mailto:sales@bte.co.uk) • [www.belttechnologies.com](http://www.belttechnologies.com)