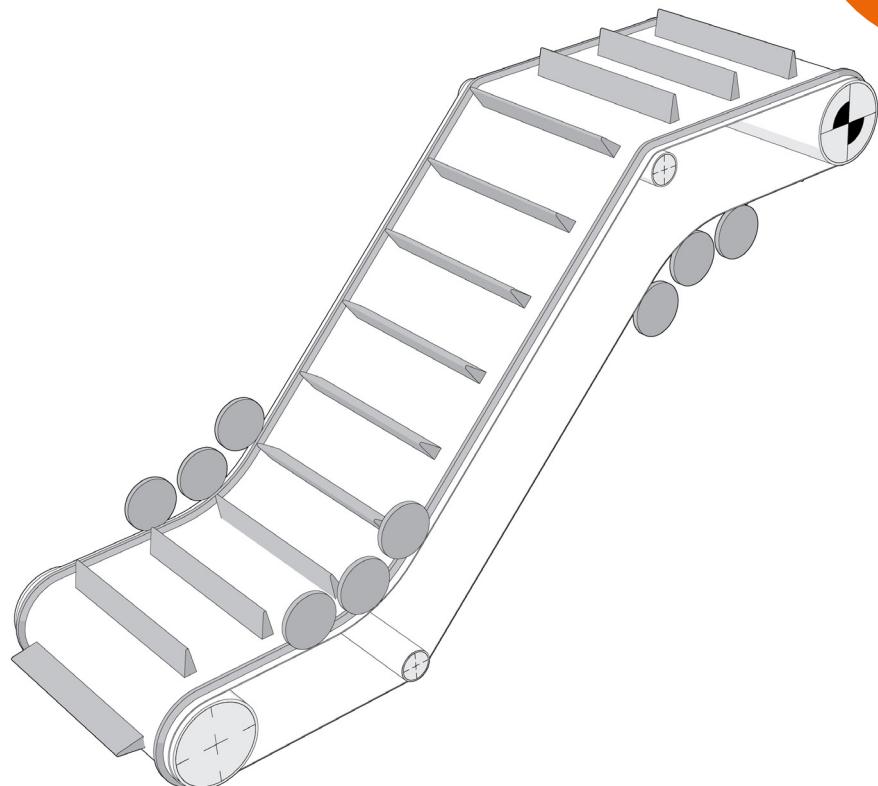




Ammeraal Beltech

DE

Technisches
Handbuch



Handbuch Schrägförderer

**Innovation and
Service in Belting**

Inhalt

1.	Einleitung	4
2.	Hinweise zu diesem Handbuch	5
3.	Unterschiedliche Ausführungen von Schrägförderern	5
4.	Schrägförderer in verschiedenen Industriebereichen	8
4.1	Lagerhausfüller	8
4.2	Wäge- und Befülleinheit	8
4.3	Kunststoffformteile	9
4.4	Fluggepäck-Förderanlage	10
4.5	Logistikzentren	10
4.6	Magnetische Förderbänder	11
5	Layout des Förderers	11
5.1	Übergang von der Horizontalen zur Steigung	12
5.2	Verrutschen des Produkts	12
5.3	Überlagertes Produkt	13
5.4	Biegungen (konvex)	14
6.	Kapazität eines Schrägförderers	14
7.	Steigungswinkel	15
7.1	Steigungswinkel und Schwerkraft	15
7.2	Reibungskoeffizient	15
7.3	Einfacher Test	17
7.4	Bänder mit Querstollen	18
7.5	Mindest-Riemscheibendurchmesser	19
8.	Schüttgut	20
8.1	Kapazität eines Förderers für Schüttgut	20
8.2	Ladewinkel	20
8.3	AmCalc	21
8.4	Maximaler Steigungswinkel	21
8.5	Komponenten eines Schüttgutförderers	22
8.6	Ladezone und Trichter	22
8.7	Band	23
9.	Schwanenhalsförderer	23
9.1	Antriebstrommel	23
9.2	Konkave Kurven	24
9.3	Rückhalterollen	24
9.4	Bandsteuerung	27
9.5	Seitliche Steifigkeit des Gurtes	27
9.6	Bandverbindung	28

9.7	Statische Seitenwände	28
10.	Becherwerke.....	30
10.1	Becher	30
10.2	Becherwerksbänder	33
10.3	Befüllung der Becher	33
10.4	Berechnung eines Becherwerksbandes	34
10.5	Endlos-Becherwerksbänder.....	34
10.6	Antriebstrommel und Tragrollen	35
10.7	Sonstige Komponenten des Förderers	35
10.8	Überwachungssysteme und Rücklaufsperrre.....	35
11.	Zusammenfassung	36
11.1	Zusammenfassung Schrägförderer allgemein	36
11.2	Zusammenfassung Schwanenhalsförderer	37
11.3	Zusammenfassung Becherwerke	43

1. Einleitung

Ammeraal Beltech ist ein weltweit führender Anbieter im Bereich mittelschwere und leichte Förderbänder. Ammeraal Beltech bietet Dienstleistungen und Lösungen zur Unterstützung bei der Verarbeitung und Förderung einer Vielzahl von Produkten. Unsere solide Basis ist eine enge Zusammenarbeit mit Kunden und die Kontrolle über die gesamte Wertschöpfungskette: Entwicklung, Fertigung, Vertrieb und Service. Die Ammeraal Beltech-Gruppe und die ihr angeschlossenen Unternehmen sind weltweit tätig. Wir bieten Produkte und Dienstleistungen rund um Förderbänder an, mit denen unsere Kunden Zeit und Geld sparen. Ob unsere Kunden Produkte fördern oder verarbeiten, Ammeraal Beltech hat die richtige Lösung.

Abbildung 1: Komplette Wertschöpfungskette und umfangreiches Produktangebot



Ammeraal Beltech hat ein umfassendes Sortiment von Förderbändern im Angebot



2. Hinweise zu diesem Handbuch

Die verfügbare Grundfläche einer Produktionsanlage ist häufig begrenzt. Das bedeutet, dass Verarbeitung und Transport von Produkten manchmal auf verschiedenen Ebenen stattfinden müssen. Schrägförderer transportieren Produkte von einer Ebene zur anderen. Schrägförderer befördern Produkte beispielsweise einfach in die nächste Etage oder bringen ein Produkt nach oben, sodass es in einen Trichter einer Sackabfüllanlage, einen Container, ein Silo oder einen LKW entladen werden kann.

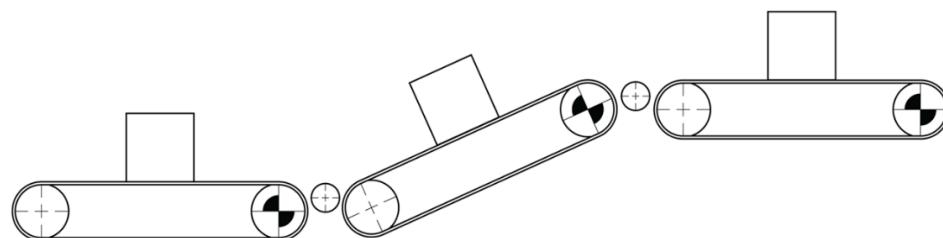
In diesem Handbuch geht es um Schrägförderer. Wenn wir von Schrägförderern sprechen, meinen wir auch Abwärtsförderer, da beides meist untrennbar miteinander verbunden ist. Es behandelt die technischen Grundlagen der verschiedenen Ausführungen von Schrägförderern. Dieses technische Handbuch enthält Empfehlungen für das Design von Schrägförderern. Er erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Zur Verdeutlichung werden einfache Skizzen verwendet. Diese Skizzen können unproportional sein, um bestimmte Details deutlicher zu zeigen. Wendel-Förderer fallen nicht in den Bereich dieses Handbuchs.

Hinweis: Die hier gegebenen Informationen dienen ausschließlich als Empfehlung. Ammeraal Beltech und seine verbundenen Unternehmen können nicht zusichern, dass die in diesem Dokument angegebenen Richtlinien für eine bestimmte Anwendung geeignet sind. Ammeraal Beltech und ihre verbundenen Unternehmen haben keine Kontrolle über spezifische Anwendungen, Situationen und Einsatzbedingungen und können daher nicht für etwaige nachteilige Auswirkungen haftbar gemacht werden. Außerdem können die Informationen in diesem Dokument zu einem bestimmten Zeitpunkt unzutreffend oder überholt sein. Alle Aktivitäten und Leistungen von Ammeraal Beltech unterliegen den allgemeinen Verkaufs- und Lieferbedingungen der Betriebsgesellschaften von Ammeraal Beltech.

3. Unterschiedliche Ausführungen von Schrägförderern

Die einfachste Ausführung eines Schrägförderers ist ein Förderer, der in einem Winkel angeordnet ist (siehe Abbildung 3). An der Ladezone wird das Produkt durch den nachgeschalteten Förderer auf den Schrägförderer befördert oder geschüttet. Beim Transport von Stückgut kann der Abwurfpunkt des Schrägförderers auf gleicher Höhe mit dem vorgelagerten Förderer liegen oder über diesem angeordnet sein. Bei der Förderung von Schüttgut muss der Abwurfpunkt über dem Trichter des nächsthöheren Förderers liegen.

Abbildung 3
Schrägförderer



Bei einem L-Förderer mit horizontaler Steigung ist eine Ladezone in der horizontalen Ebene mit einem ansteigenden Teil in einem Förderer kombiniert, siehe Abbildung 4. Bei diesem Fördererdesign entfallen ein Fördererantrieb und ein Übergabepunkt von einem Förderer zum anderen. Das macht die Handhabung der Produkte schonender. Die Antriebstrommel eines Schrägförderers muss oben angeordnet sein. Der Antrieb eines Schrägförderers kann mit einer Rücklaufsperrre ausgestattet werden, um zu verhindern, dass sich ein voll beladener Fördergurt rückwärts bewegt.

Abbildung 4
L-Förderer mit horizontaler Steigung

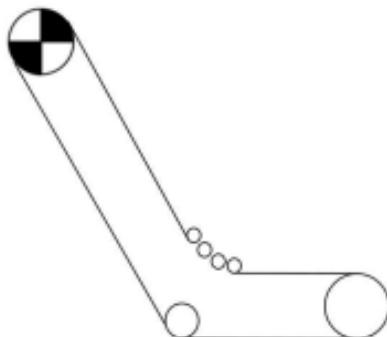


Abbildung 5
Kopfüber- L-Förderer

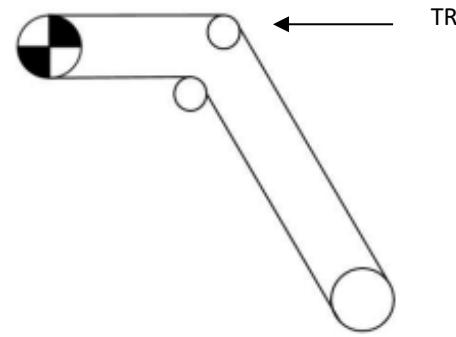


Abbildung 5 zeigt einen Kopfüber-Förderer mit einem Abwurfpunkt in der horizontalen Ebene. Ein solches Fördererdesign ermöglicht eine sanfte Übergabe der Produkte von der Steigung in die horizontale Ebene.

Ein Z-Förderer oder Schwanenhalsförderer kann als eine Kombination aus einem Horizontal-Schrägförderer und einem Kopfüber-Förderer betrachtet werden, siehe Abbildung 6. Bei diesem Fördererdesign befinden sich sowohl die Ladezone als auch der Abwurfpunkt auf der gleichen Ebene wie die Verbindungsförderer, die sich auf einer anderen Ebene befinden. In Kapitel 9 behandeln wir das Design von Schwanenhalsförderern ausführlicher.

Abbildung 6
Schwanenhalsförderer, Z-Layout

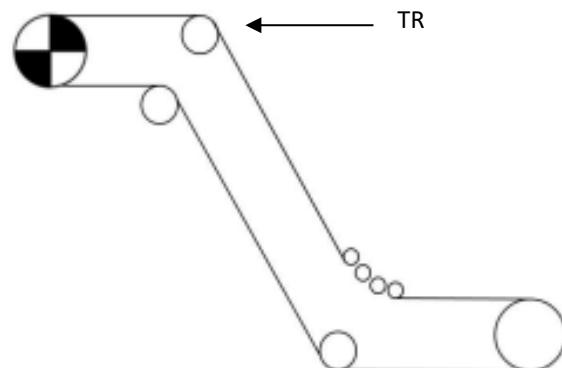
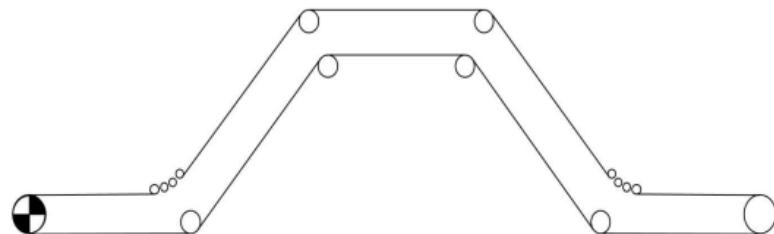


Abbildung 7
Durchlaufförderer oder Doppel-L oder Doppel-Kopfüber

Das Design eines Durchlauf-Schrägförderers wird seltener verwendet, siehe Abbildung 7. Er verbindet zwei Förderer, die sich auf derselben Ebene befinden, wobei der Verkehr von Produkten oder Personen darunter möglich ist.



Zum Transport von Gütern auf eine andere Ebene bei möglichst geringem Platzbedarf werden Taschen- oder Becherwerke eingesetzt, siehe Abbildung 8 und 9. Becher oder Stollen, die am Fördergurt befestigt sind, ermöglichen es, das Produkt vertikal nach oben zu befördern. In Kapitel 10 Becherwerke finden Sie spezifische Empfehlungen für das Design von Becherwerken und Taschenwerken.

Abbildung 8
Taschenwerk

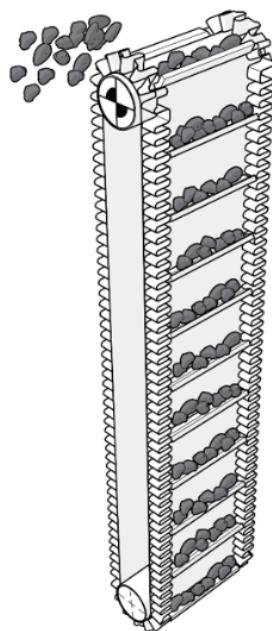
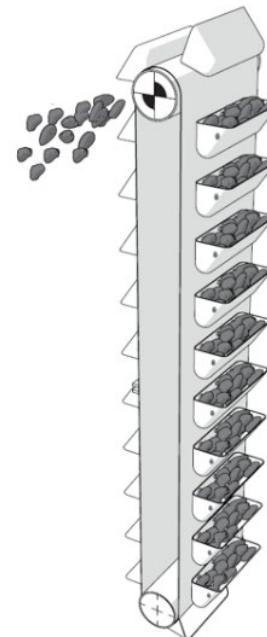


Abbildung 9
Becherwerk



Die Antriebstrommel eines Schrägförderers muss oben angeordnet sein.

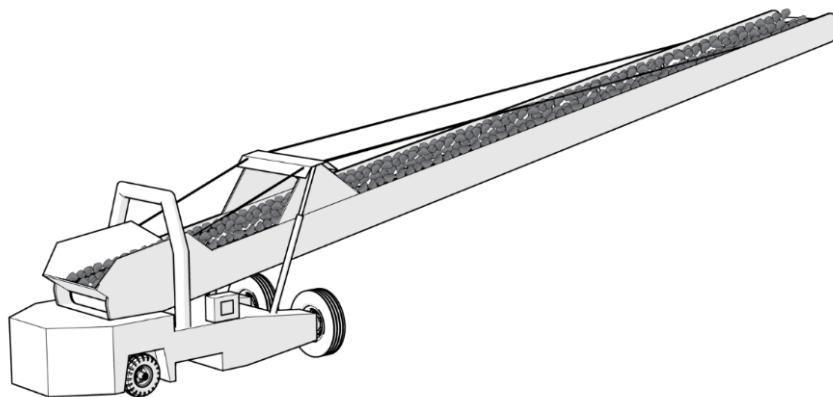
4. Schrägförderer in verschiedenen Industriebereichen

In diesem Kapitel geben wir einige Beispiele für die vielen Branchen, in denen Schräg- und Abwärtsförderer eingesetzt werden. Förderer werden in der Landwirtschaft, in der Lebensmittelindustrie, in der Kunststoffindustrie, in Flughäfen und Logistik, in der Recycling-, Metall- und Baustoffindustrie, in der Textilindustrie sowie in fast allen anderen Branchen eingesetzt.

4.1 Lagerhausfüller

Die Landwirtschaft ist typischerweise ein Wirtschaftszweig mit rauen, oft stark verschmutzten Außenbereichen. Ein typischer Schrägförderer in der Landwirtschaft ist ein Lagerhausfüller, siehe Abbildung 10. Beispielsweise werden Kartoffeln nach oben transportiert, um sie einzulagern. Der Förderer ist mobil, er kann sich vorwärts, rückwärts und von links nach rechts bewegen, während er den Lagerraum füllt. Der Steigungswinkel ist einstellbar, sodass der Abwurfpunkt nach oben verschoben werden kann, wenn das Produkt bis zum Abwurfpunkt aufgeschüttet wurde, wobei die Fallhöhe des Produkts so gering wie möglich gehalten wird. In der Regel werden Gummi- oder PVC-Bänder mit chevronförmigen Stollen verwendet. Solche Förderer haben im Obertrum eine muldenförmige Bandunterstützung. Die Bänder müssen seitlich flexibel sein und sollten auf der Trag- und Laufseite beschichtet sein, um die Gewebespannglieder vor Schmutz, Feuchtigkeit und übermäßigem Verschleiß zu schützen.

Abbildung 10
Lagerhausfüller

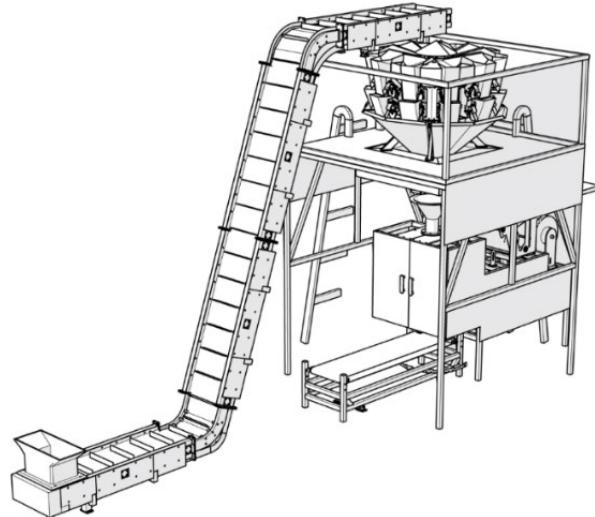


4.2 Wäge- und Befüllleinheit

In der Lebensmittelindustrie werden Lebensmittel wie Chips und Snacks nach oben befördert, um in eine Wägeeinheit entladen und in einen Behälter oder Beutel verpackt zu werden, siehe Abbildung 11. Bei Anwendungen wie dieser muss beim Design des Förderers und bei der Auswahl des Bandtyps besonders auf Reinigungsfähigkeit und Hygiene geachtet werden.

Der bevorzugte Bandtyp ist lebensmittelecht und hat eine nicht klebende, hellblaue Farbe. Es hat geschlossene Amseal-Bandkanten und ist möglicherweise von antimikrobieller Qualität.

Abbildung 11
Zuführung von Lebensmitteln in eine Wäge- und Abfülleinheit



4.3 Kunststoffformteile

Schrägförderer zum Transport von Kunststoffformteilen, die aus der Form ausgestoßen werden, weg von der Spritzgießmaschine hinauf in einen Behälter (siehe Abbildung 12) erfordern eine seitlich stabile Bandkarkasse, die den Fördergurt in der konkaven Kurve des Förderers hält. Das gewählte Band muss in der Lage sein, dem Aufprall der aus der Form auf das Band fallenden Produkte standzuhalten. Masse und Temperatur des Produkts können bei der Wahl des richtigen Bandtyps für diese Anwendung eine Rolle spielen.

Abbildung 12
Schrägförderer für Formteile

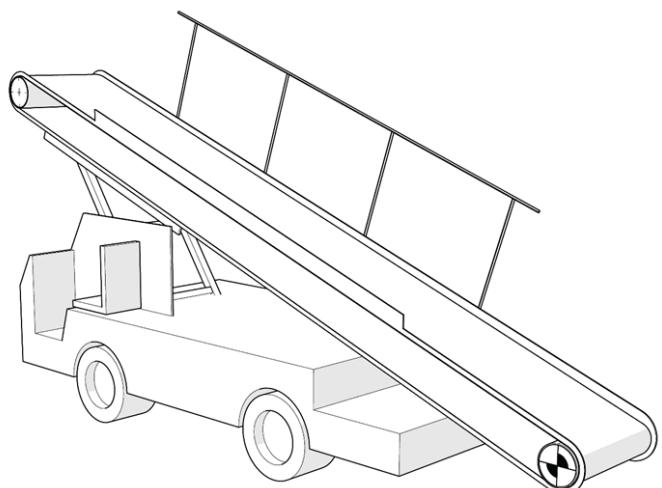


4.4 Fluggepäck-Förderanlage

Flughäfen verfügen über Gepäckförderanlagen, die das Gepäck von der Abgabestelle zum Flugsteig befördern. Am Flugsteig laden Gepäckfertiger das Gepäck manuell auf Transporter, die es zum Flugzeug bringen. Am Flugzeug wiederum legen die Gepäckfertiger das Gepäck manuell auf einen Schrägförderer (siehe Abbildung 13), der es in den Frachtraum des Flugzeugs bringt. Da diese Art von Schrägförderer auch bei Nässe funktionieren muss, werden häufig Gummibänder verwendet. Die Bandunterstützung ist flach, sodass die Bandkarkasse vorzugsweise seitlich stabil ist.

Die Gummitragseite hat eine Supergripstruktur, um die Reibung zwischen Produkt und Band zu erhöhen. Die Bandunterstützung ist ein glatter Gleittisch aus Stahl, und die Laufseite des Förderbandes besteht aus einem reibungsarmen Gewebe.

Abbildung 13
Fluggepäck-Förderanlage

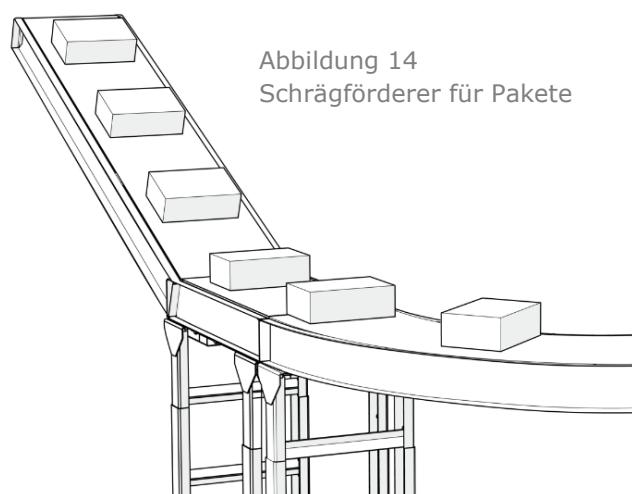


4.5 Logistikzentren

Logistik- und Postverteilungszentren verfügen über große Förderanlagen mit vielen Förderern, die Post und Pakete sammeln, sortieren und zu Lastwagen befördern, die das Produkt zum nächsten Zielort bringen. Es handelt sich dabei um Förderanlagen in Gebäuden, die auch über Schrägförderer verfügen, die das Produkt auf eine andere Ebene bringen (siehe Abbildung 14). Für die Schrägförderer in dieser Branche werden in der Regel verstärkte, seitengleiche Synthetikbänder mit einer weichen PVC-Deckschicht oder Gummipaketförderbänder verwendet.

Synthetikband mit einer etwas weicheren PVC-Deckschicht, die oft mit einem Supergrip-Längsprofil versehen ist, um Staub und Schmutz zu vermeiden und die Reibung zwischen Produkt und Band zu verringern.

Abbildung 14
Schrägförderer für Pakete

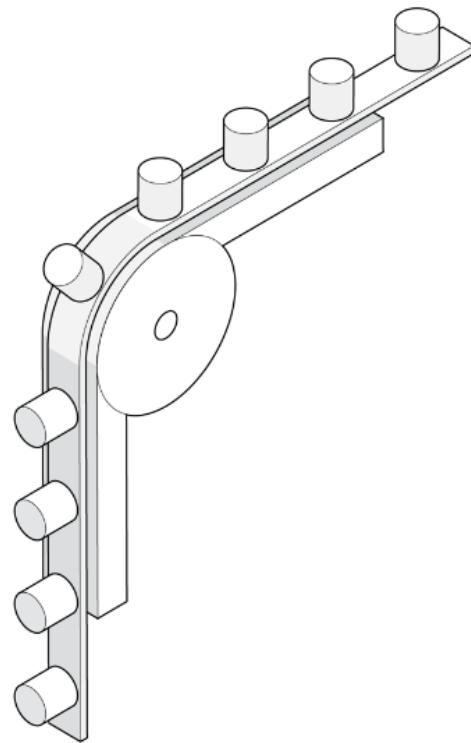


4.6 Magnetische Förderbänder

Beim Transport von leichten Eisenmetallprodukten wie Dosen, Deckeln, Batterien, Metallteilen und Schrott können magnetische Förderbänder als Schräg- und Abwärtsförderer eingesetzt werden, siehe Abbildung 15. Im Steigungs- oder Gefällebereich des Förderers hält das Magnetfeld des Gleittischs das Produkt auf dem Band fest, sodass es nicht rutscht oder fällt. Die benötigte Magnetstärke wird durch viele Faktoren wie Steigungswinkel, Produktgewicht und magnetische Eigenschaften bestimmt. Je nach Anwendung können entweder Dauermagnete oder Elektromagnete verwendet werden. Sofern das Magnetfeld stark genug ist, um das Gewicht der Produkte zu halten, können die Produkte von der Horizontalen in die Steigung, in die Vertikale oder auf den Kopf gestellt transportiert werden. Diese Arten von Förderern eignen sich nicht zur Ansammlung von Produkten auf dem Band.

Für magnetische Förderbänder werden häufig Bänder mit einer verschleiß- und schnittfesten Deckschicht verwendet, da das Produkt aus Metall besteht und scharfe Kanten haben kann. Das Band sollte eine reibungsarme Laufseite haben, da die Magnetkraft, die die Produkte zum Gleittisch zieht, recht stark sein kann.

Abbildung 15. Magnetische Förderbänder

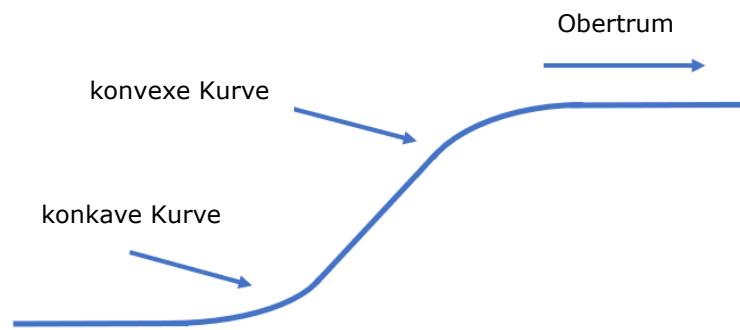


5 Layout des Förderers

5.1 Übergang von der Horizontalen zur Steigung

An dem Punkt, an dem der Produkttransport in der horizontalen Ebene in einen Schrägltransport übergeht, benötigt das Produkt eine gewisse Unterstützung, um diesen Übergang zu vollziehen. Ein Zuführband führt das Produkt dem Schrägförderer zu. Das Layout kann so gestaltet sein, dass es sich um zwei getrennte Förderer handelt oder dass ein horizontaler und ein Schrägförderer in einem kombiniert werden, wie z. B. L-Förderer oder Z-Förderer. L- und Z-Förderer haben eine Kurve in vertikaler Richtung. Die Kurve von der Horizontalen zur Steigung ist die konkave Kurve, die Kurve von der Steigung zurück zur Horizontalen ist eine konvexe Kurve, siehe Abbildung 16.

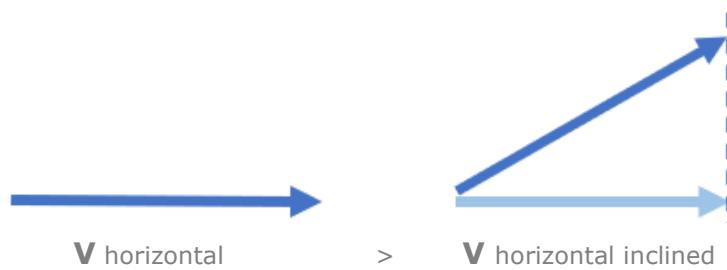
Abbildung 16
konkave und konvexe Kurven



5.2 Verrutschen des Produkts

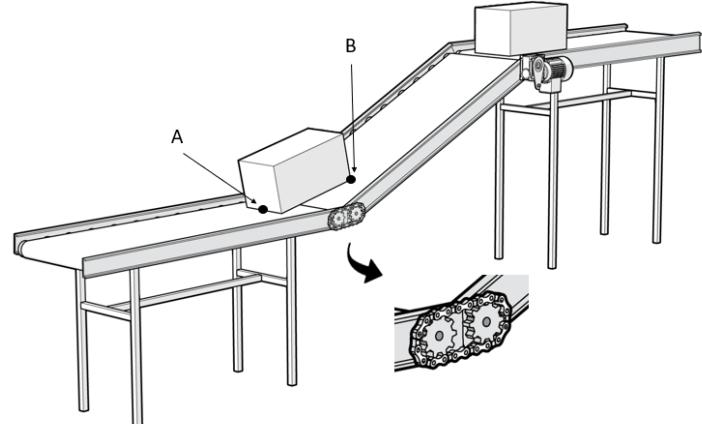
Wenn ein Produkt wie z. B. ein Karton vom Horizontal- zum Schrägförderer übergeben wird, wie in Abbildung 18 dargestellt, sind die relativen Geschwindigkeiten zwischen den Berührungsstellen des Kartons und des Bandes an den Stellen A und B nicht identisch. An Punkt A hat der Karton eine höhere horizontale Geschwindigkeit als an Punkt B (Abbildung 17). Daher kommt es zumindest an einem der beiden Punkte zu einem Schlupf zwischen Produkt und Band. Je steiler der Steigungswinkel ist, desto größer ist der Schlupf zwischen Produkt und Band. Während der Übergabe des Produkts von der Horizontalen zum vollen Steigungswinkel ändert sich der Schlupf von null auf Maximum und wieder zurück auf null.

Abbildung 17
V horizontal



Bei Betrieb mit zwei getrennten Förderern, wie in Abbildung 18 dargestellt, muss der Schrägförderer mit einem Band mit hoher Reibung auf der Tragseite ausgestattet sein. Das Band für den horizontalen Zuführförderer muss eine Tragseite mit geringer Reibung haben, um ein gewisses Maß an Schlupf Band und Produkt zu ermöglichen. Auf diese Weise wird das Risiko einer Beschädigung des Produkts und einer übermäßigen Abnutzung des Bandes auf ein Minimum reduziert.

Abbildung 18
Übergabe eines Kartons von der Horizontalen zur Steigung

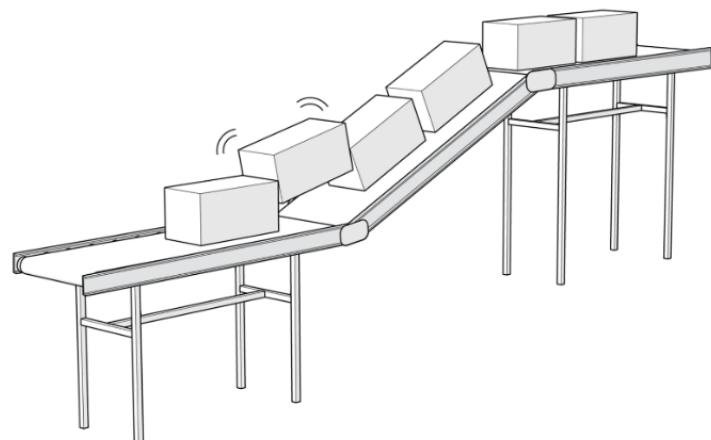


Um die Anzahl der einzelnen Förderer und damit auch die Anzahl der Übergabestellen zu verringern, bietet sich ein L-Förderer an, der auch als Kopfüber-Förderer bezeichnet wird. Mit einem Schwanenhalsförderer, auch Z-Förderer genannt, können beide Übergabestellen, unten und oben, eliminiert werden.

5.3 Überlagertes Produkt

Eine einfache Möglichkeit, einen separaten Zuführförderer anzutreiben, wäre ein Kettenantrieb, der von der hinteren Riemenscheibe des Schrägförderers angetrieben wird (siehe Abbildung 19). Durch die Wahl unterschiedlicher Kettenräder kann der Zuführförderer mit einer niedrigeren Geschwindigkeit laufen als der Schrägförderer, um die Produkte zu verteilen und zu verhindern, dass sie sich überlagern.

Abbildung 19
Überlagerte Kartons



5.4 Biegungen (konvex)

Am oberen Ende eines Schrägförderers wechselt der Transport in die horizontale Ebene. Je nach Art des Produkts und des Steigungswinkels könnte es unerwünscht sein, den vollständigen Übergang von der Steigung zur Horizontalen in nur einer Kurve zu vollziehen. Ein Steigungswinkel von 30 Grad könnte einen sanfteren Übergang in zwei konvexen Kurven von 15 Grad erfordern, wie in Abbildung 39 dargestellt.

Der Transport eines Kartons von einem horizontalen Förderer auf einen Schrägförderer führt zu einem gewissen Verrutschen des Produkts.

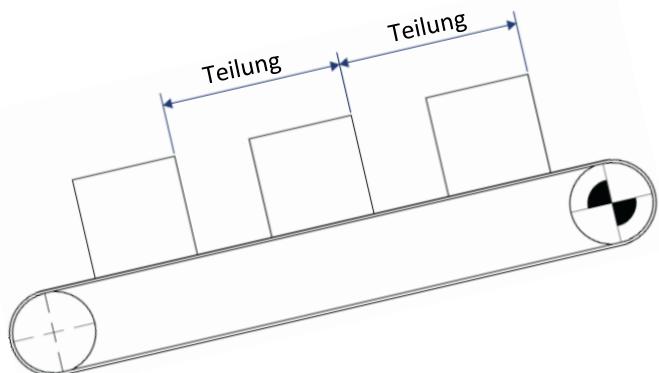
Vermeiden Sie die Überlagerung von Produkten in einer konkaven Kurve.

Teilen Sie gegebenenfalls große konvexe Kurven in kleinere Kurven auf.

6. Kapazität eines Schrägförderers

Für einen reibungslosen, kontinuierlichen Produktfluss in einer Produktionsstraße ist es wichtig, dass die Kapazität eines Schräg- oder Abwärtsförderers der Kapazität der Verbindungsförderer und der erforderlichen Produktionskapazität entspricht. Die Leistung eines Schrägförderers für Stückgut wird wie bei einem Horizontalförderer in der Anzahl der pro Zeiteinheit geförderten Produkte angegeben. Unter der Voraussetzung, dass kein Schlupf zwischen dem Produkt und der Bandoberfläche auftritt, bestimmen die Teilung der Produkte in Laufrichtung und die Bandgeschwindigkeit zusammen die Leistung eines Stückgutförderers.

Abbildung 20
Stückgut und Teilung, ansteigend



*Kapazität Stückgut = Teilung des Gutes * Bandgeschwindigkeit*

7. Steigungswinkel

7.1 Steigungswinkel und Schwerkraft

Förderer mit einem Steigungswinkel von 20 Grad oder weniger werden als Schrägförderer bezeichnet. Förderer mit einem Steigungswinkel zwischen 20 und 90 Grad werden als Steilförderer bezeichnet, siehe Abbildung 21 und 22. Elevatorbänder haben einen Steigungswinkel von 90 Grad; wir besprechen diese spezielle Art von Förderern in Kapitel 10 Becherwerke.

Abbildung 21
schräg

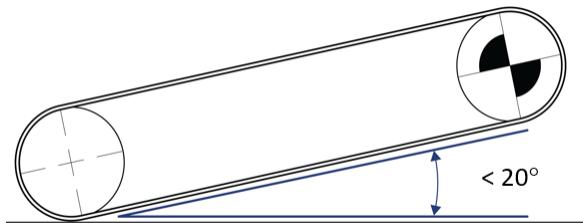
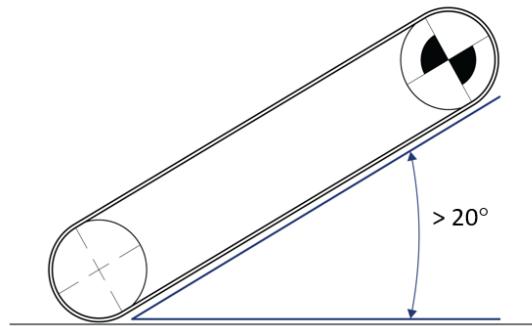


Abbildung 22
steil



7.2 Reibungskoeffizient

Als Referenz für den Reibungskoeffizienten zwischen Band und Produkt wird der Reibungskoeffizient (COF = Coefficient of Friction) zwischen Band und blankem Stahl auf dem Datenblatt eines Bandtyps angegeben. Der COF auf dem Datenblatt eines Bandes hilft beim Vergleich, wie viel Halt eine bestimmte Tragseite auf dem Produkt hat, im Vergleich zu Bändern mit einer anderen Tragseite. Bedenken Sie, dass der tatsächliche COF einer bestimmten Anwendung von den Angaben auf dem Datenblatt eines Bandes abweichen kann. Die Art des Produkts, die Abnutzung der Tragseite, Verschmutzung, Staub, Wind, Feuchtigkeit und Temperatur haben alle einen Einfluss auf den tatsächlichen COF zwischen Band und Produkt. Die nachstehende Tabelle in Abbildung 23 gibt einen Hinweis auf den maximalen Steigungswinkel je Förderbandtyp.

Abbildung 23 Maximaler Steigungswinkel.

Angabe des maximalen Neigungswinkels

Bandtyp	Angabe des max. Neigungswinkels in Grad
Tragseite mit hoher Reibung (z.B. Weich-PVC oder (Silikon-Kautschuk)	< 20°
Geprägte Tragseite (z. B A32 oder A42 supergrip)	< 40°
Transversalbandzubehör (z.B. Profilleisten oder Nocken)	> 40°
Becherwerke (für Schüttgut)	Vertikal

Abbildung 24
Profil A32

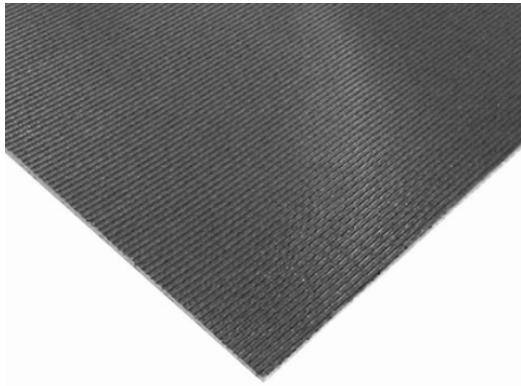


Abbildung 25
Profil A42

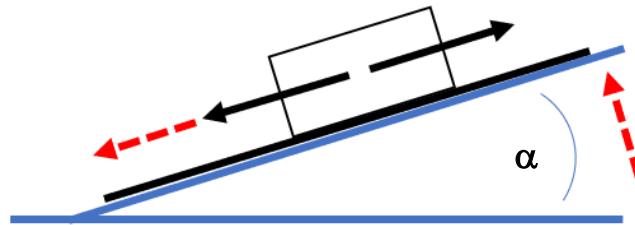


Variable wie die Abnutzung der Tragseite, Verschmutzung, Staub, Wind, Feuchtigkeit und Temperatur haben einen Einfluss auf den tatsächlichen COF zwischen Band und Produkt.

7.3 Einfacher Test

Um eine bessere Vorstellung vom maximalen Steigungswinkel eines bestimmten Produkts in Verbindung mit der Tragseite eines Bandes aus einem bestimmten Material, einer bestimmten Härte und einer bestimmten Oberflächenbeschaffenheit zu erhalten, empfiehlt es sich, diesen einfachen Test durchzuführen (siehe Abbildung 26). Legen Sie ein Stück Band auf eine flache Unterlage, die schräg gestellt werden kann. Legen Sie das Produkt auf das Band und erhöhen Sie langsam den Steigungswinkel. Der maximale Steigungswinkel ist kleiner als der Winkel, bei dem das Produkt beginnt, nach unten zu rutschen. Dabei ist zu beachten, dass in der Praxis auch die Art der Bandunterstützung, Vibrationen des Förderers und Start-Stopp-Bedingungen eine Rolle spielen.

Abbildung 26
Maximalen Steigungswinkel messen



Eine glatte Gleittischunterstützung erlaubt einen steileren Steigungswinkel als eine Rollenunterstützung, siehe Abbildung 27 und 28. Der Grund dafür ist, dass die Teilung und geringe Höhenunterschiede zwischen den Rollen eine gewisse Vibration zwischen Band und Produkt verursachen.

Abbildung 27
Rollenunterstützung

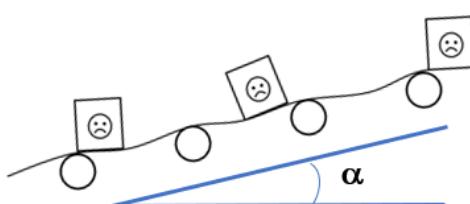
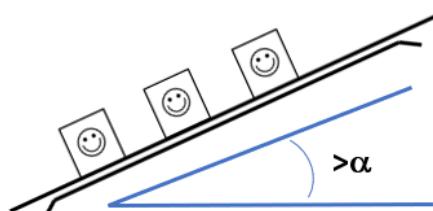


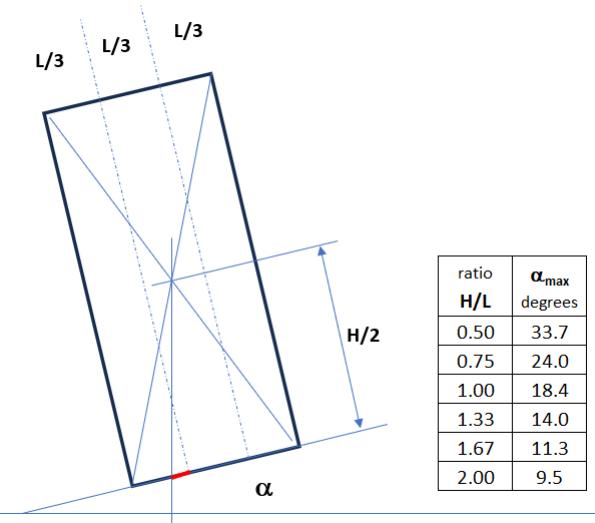
Abbildung 28
Gleittischunterstützung



Der maximale Steigungswinkel hängt nicht nur von der Reibung zwischen Produkt und Band ab. Der Steigungswinkel ist auch deshalb begrenzt, weil ein Produkt wie ein Karton umkippen kann, wenn der Winkel zu steil ist. Ein Karton mit gleichmäßiger Gewichtsverteilung kippt nicht um, wenn der Steigungswinkel $< \alpha_{max}$ ist. α_{max} ist der Winkel, bei dem die Schwerkraftlinie den Boden des Kartons in einem Abstand von weniger als $L/3$ von der unteren Ecke schneidet.

Abbildung 29 zeigt eine Kiste mit einem Steigungswinkel, der die Kiste instabil macht.

Abbildung 29 instabile Kiste



7.4 Bänder mit Querstollen

Wenn der Steigungswinkel zunimmt, erzeugt selbst die griffigste Bandoberfläche irgendwann nicht mehr genug Reibung zwischen Band und Produkt, um es sicher nach oben zu befördern. In diesem Fall kann das Hinzufügen einer physischen Barriere auf der Deckplatte, wie z. B. Querstollen, eine Option sein, um ein Zurückfallen des Produkts zu verhindern. Wie in Abbildung 30 dargestellt, gibt es verschiedene Arten von Stollen, Stollen aus Seilen, gerade Stollen, Stollen in einem Winkel, gebogene Stollen und Fingerstollen.

Die Stollen können auch in einem anderen Winkel als rechtwinklig zur Laufrichtung des Bandes angeordnet sein, wie z. B. Chevron-Stollen oder becherförmige Stollen. Abbildung 31 und 32 zeigen einige der verschiedenen Möglichkeiten der Stollenanordnung.

Abbildung 30
verschiedene Arten von Stollen

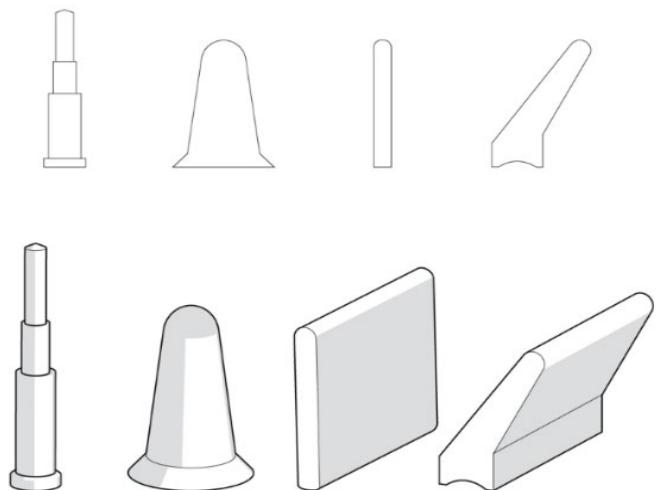


Abbildung 31
Stollen in verschiedenen Formen

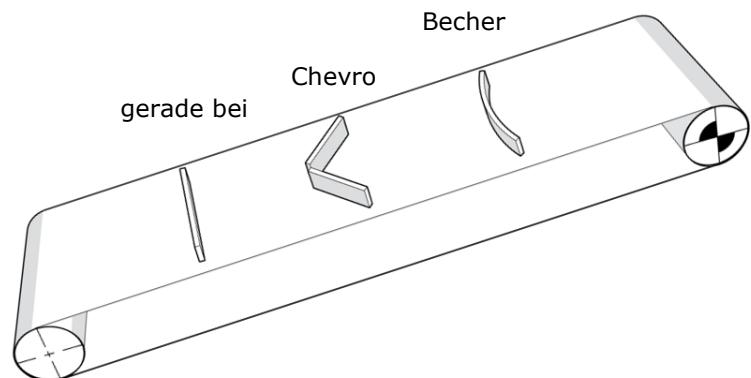
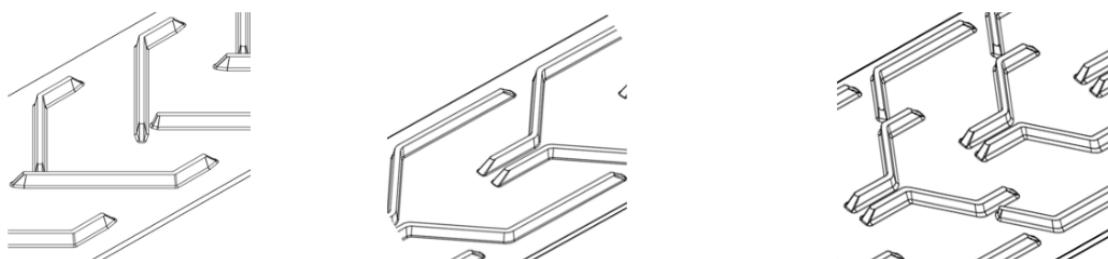


Abbildung 32
verschiedene Chevron-Stollen, Gummigurt



7.5 Mindest-Riemscheibendurchmesser

Beim Hinzufügen von Zubehör wie Stollen und Wellkanten zur Konfiguration eines Förderbandes ist zu bedenken, dass sich dadurch der Mindest-Riemscheibendurchmesser dieser Bandkonfiguration erhöhen kann. Verschiedene Zubehörteile haben einen unterschiedlichen Einfluss auf den Mindest-Riemscheibendurchmesser eines Bandes. Die Art des Materials, Form, Härte, Dicke und Höhe des Zubehörs spielen alle eine Rolle für den Riemscheibendurchmesser eines bestimmten Zubehörteils. Der Riemscheibenfaktor eines Zubehörs ist auf dem technischen Datenblatt des Zubehörs angegeben. Anhand des Riemscheibenfaktors und des Umschlingungswinkels beim Biegen oder Einschnüren über eine Riemscheibe lässt sich der Mindest-Riemscheibendurchmesser berechnen. Im Handbuch Förderbandzubehör wird die Berechnung des Mindest-Riemscheibendurchmessers für Biegung und Einschnürung eines Förderbandes mit Zubehör näher erläutert.

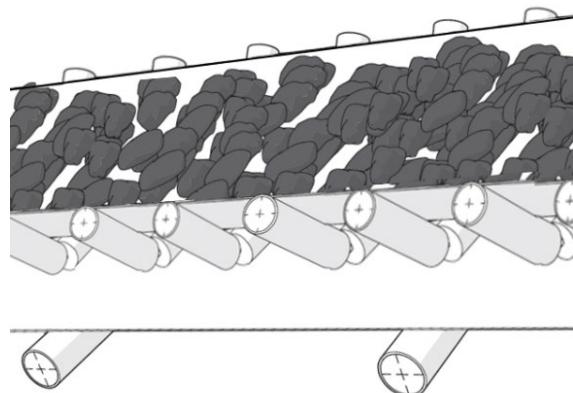
8. Schüttgut

8.1 Kapazität eines Förderers für Schüttgut

Die Kapazität von Schüttgutförderern wird häufig in Volumengewicht je Zeiteinheit angegeben, z. B. 25 Tonnen/Stunde. In diesem Fall wird die Kapazität des Förderers durch das Volumen oder Gewicht des Produkts je Längeneinheit des Förderers und die Bandgeschwindigkeit bestimmt.

Abbildung 33

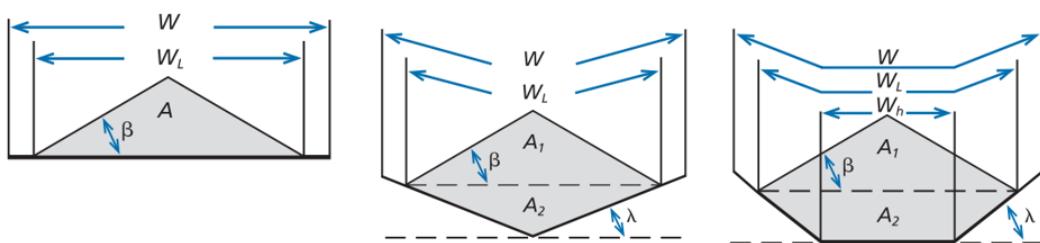
Schüttgut, schräg



8.2 Ladewinkel

Wenn das Produkt auf das Band geladen wird, nimmt jedes Schüttgut seinen eigenen „natürlichen“ Ladewinkel an. Jeder Schüttguttyp hat seine empfohlene maximale Bandgeschwindigkeit und seinen spezifischen dynamischen Ladewinkel, der in Abbildung 34 mit β angegeben ist. Ammeraal Beltech verfügt über verschiedene Berechnungswerkzeuge, um die Kapazität eines Schrägförderers für Stückgut oder Schüttgut zu berechnen.

Abbildung 34 Dynamischer Ladewinkel



Um die Kapazität zu erhöhen und das Verschütten von Schüttgut zu minimieren, werden häufig muldenförmige Bandunterstützungen verwendet. Bei der Auswahl eines Bandtyps für einen Förderer mit muldenförmiger Bandunterstützung muss die Seitenstabilität eines Bandes berücksichtigt werden. Seitenstabile Bänder sind nur für flache Bandunterstützungen geeignet. Wenn ein seitenstabilen Band in einem Muldenförderer läuft, kann das Band möglicherweise nicht der Muldenform folgen oder die Bandkarkasse könnte beschädigt werden, das Band könnte sogar reißen.

8.3 AmCalc

Informationen zur Kapazität von Schüttgutförderern finden Sie in der Broschüre Berechnungsrichtlinien von Ammeraal Beltech. Zusammen mit AmCalc kann die Bandlast berechnet werden. Wenn Sie Hilfe bei der Berechnung benötigen, wenden Sie sich bitte an das zentrale Produktmanagement von Ammeraal Beltech.

8.4 Maximaler Steigungswinkel

Wenn der Steigungswinkel über ein bestimmtes Maximum hinaus erhöht wird, wird das Produkt nicht mehr sicher nach oben befördert. Zum Beispiel kann feuchter Sand bei einem ziemlich steilen Steigungswinkel gefördert werden, während Kartoffeln bei einem viel geringeren Steigungswinkel nach hinten rollen. Der maximale Steigungswinkel ist bei jeder Art von Schüttgut unterschiedlich.

Die verfügbare Bodenfläche eines Förderers kann es erforderlich machen, den Steigungswinkel über den maximalen Steigungswinkel eines bestimmten Schüttguts hinaus zu erhöhen. Oberhalb des maximalen Steigungswinkels kann ein Schüttgut nur dann sicher befördert werden, wenn das Band mit Stollen und Wellkanten ausgestattet ist. Wellkanten müssen 10 mm höher sein als die Stollen, sodass das Band bei der Unterstützung mit flachen Rollen im Umlenkbereich auf den verstärkten, geriffelten Kanten läuft. Bänder mit Stollen und Wellkante werden als Taschenbänder bezeichnet (siehe Abbildung 35). Gegebenenfalls müssen besondere Maßnahmen ergriffen werden, um ein Austreten des Produkts zwischen Stollen und Kanten zu verhindern.

Ähnlich wie ein Förderer mit Taschenband sind Förderer mit Stollenband, bei denen die Kanten ein Teil des Fördererrahmens sind (siehe Abbildung 36). Wenn das Produkt nach oben befördert wird, schleift es an den statischen Kanten. Die Kanten sind nahe an beiden Seiten der Stollen angebracht, um ein Austreten des Produkts zwischen den Stollen und den statischen Kanten zu verhindern. Die Kante muss in der seitlichen Position verstellbar sein, um Fertigungstoleranzen von Ersatzbändern auszugleichen.

Abbildung 35
Taschenband

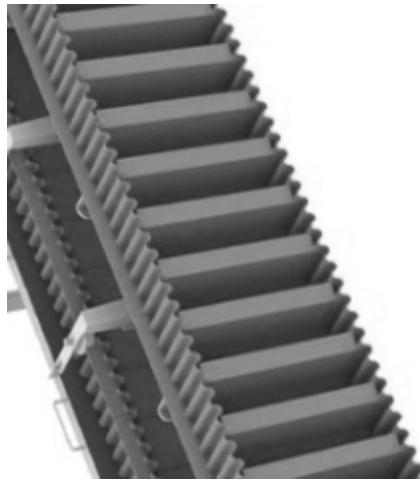
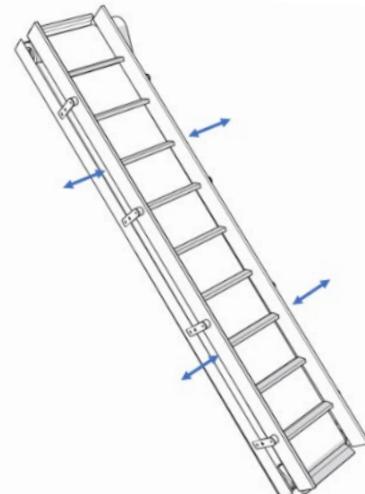


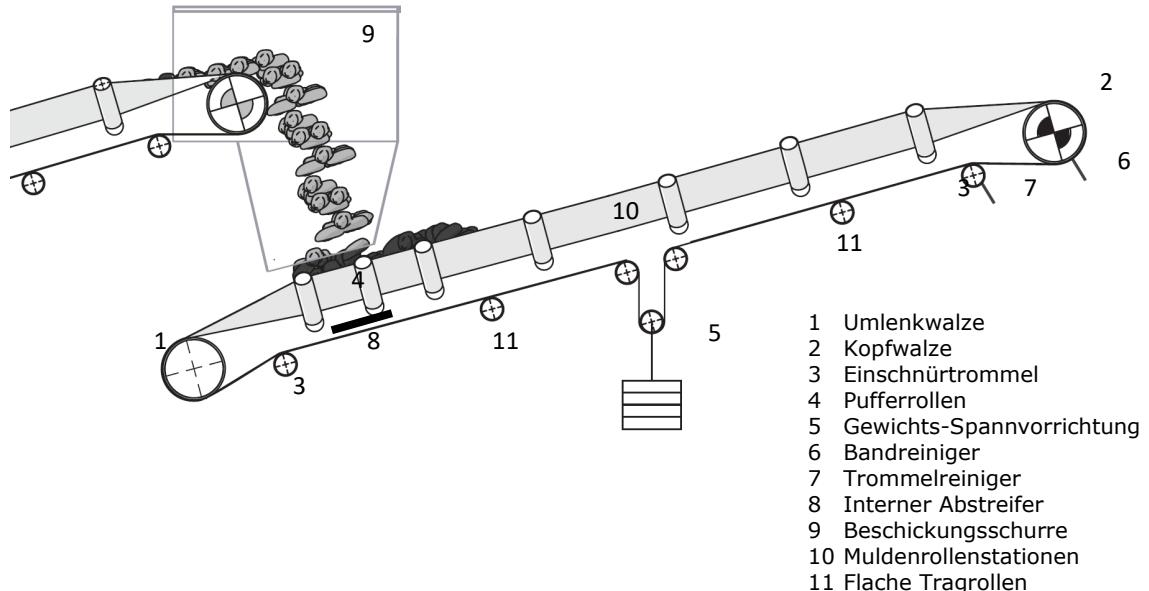
Abbildung 36
Stollenband mit statischen Kanten



8.5 Komponenten eines Schüttgutförderers

Schrägförderer für Schüttgut werden häufig für mittlere und schwere Anwendungen in Branchen wie der Landwirtschaft, der Lebensmittelindustrie und anderen Rohstoffsektoren eingesetzt. Abbildung 37 zeigt die verschiedenen Komponenten eines solchen Förderers.

Abbildung 37 Schüttgut-Schrägförderer

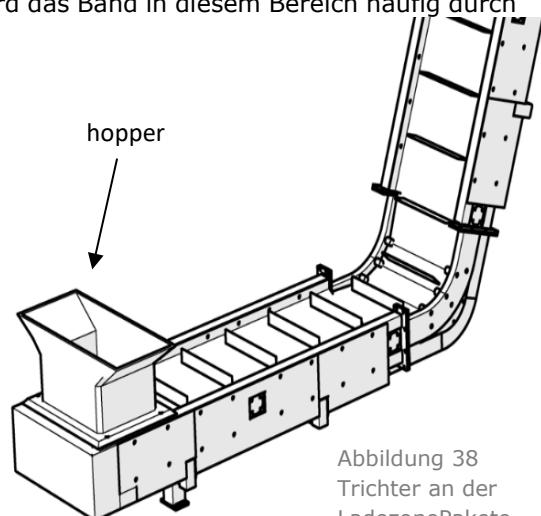


8.6 Ladezone und Trichter

Ein besonders interessanter Bereich eines Förderers für Schüttgut ist die Ladezone. Hier ist die Wahrscheinlichkeit am größten, dass Produkt verschüttet wird. In der Ladezone wird das Schüttgut aus einem Silo oder einem anderen Produktbehälter auf den Förderer geschüttet. Um den Aufprall des auf das Band fallenden Produkts in der Ladezone abzufedern, wird das Band in diesem Bereich häufig durch Aufschlagleiter oder Aufschlagrollen mit geringem Mittenabstand unterstützt.

Um ein Verschütteten des Produkts so weit wie möglich zu vermeiden, kann eine Reihe von Maßnahmen ergriffen werden. Das Produkt wird in den Trichter geschüttet (Abbildung 38), der das Produkt so führt, dass es zwischen die Seiten des Förderbandes fällt. Die Seiten des Förderers sind mit Seiten-Dichtleisten abgedichtet. Die Seiten-Dichtleisten sollen verhindern, dass das Produkt zwischen Trichter und Band austritt.

Das Produkt darf den Trichter nicht füllen, damit die Stollen das Schüttgut nicht aus dem Trichter herausziehen.



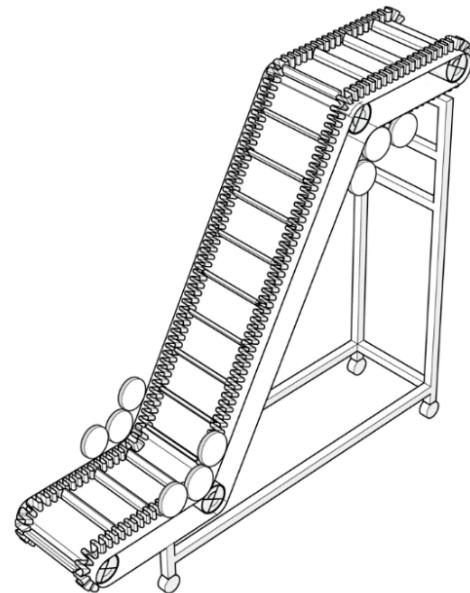
8.7 Band

Der Bandtyp der Wahl für einen Schüttgutförderer mit gemuldeter Rollenunterstützung sollte ein seitlich flexibles Band mit einer beschichteten Tragseite und Laufseite sein. Bei Außenanwendungen werden häufig Gummibänder verwendet. Elastizität, Feuchtigkeitsbeständigkeit und Schlagfestigkeit von Gummi machen dieses Material ideal für mittlere und schwere Außenanwendungen. Kunststoffbänder in Lebensmittelqualität für den Transport von Schüttgut sind häufig in leichten und mittleren Anwendungen zu finden. Zum Beispiel für den Transport von Lebensmitteln: Kartoffeln, Zucker, Salz und Getreide.

9. Schwanenhalsförderer

Schwanenhalsförderer oder Z-Förderer transportieren Güter auf eine andere Ebene. Bei dieser Art von Förderern sind der Zuführungsabschnitt, der Steigabschnitt und der Abwurfschnitt in einem einzigen Förderer zusammengefasst (siehe Abbildung 11 und 39). Auf diese Weise entfallen zwei Übergabestellen, und die Produkte können problemlos von einer Ebene zur nächsten befördert werden. Bei der Betrachtung von Schwanenhalsförderern aus Sicht des Bandes sind einige Aspekte des Förderers zu berücksichtigen, wie z. B. die Position der Antriebstrommel, die konkaven und konvexen Kurven und die Rollen, die das Band an der konkaven Kurve in Position halten

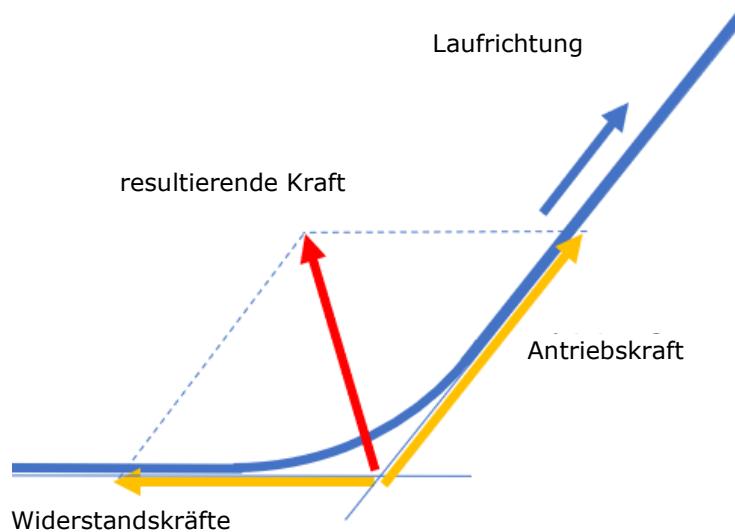
Abbildung 39
Schwanenhalsförderer



9.1 Antriebstrommel

Die Antriebstrommel muss oben angeordnet sein (Kopfantrieb), folglich ist die konkave Kurve mit der höchsten Bandspannung diejenige im Obertrum des Bandes. Die resultierende Kraft aus der Antriebskraft und den Kräften, die dem Band Widerstand entgegensetzen, führt dazu, dass sich das Band aus der konkaven Kurve herausheben will, siehe Abbildung 40. Der Belag der Antriebstrommel ermöglicht eine geringere Vorspannung. Eine geringere Vorspannung bedeutet, dass auch die Gesamtbandspannung geringer ist. Wenn die Gesamtspannung des Bandes so gering wie möglich gehalten wird, wird auch die resultierende Kraft, die das Band aus der konkaven Kurve zieht, so gering wie möglich gehalten.

Abbildung 40 resultierende Kraft



9.2 Konkave Kurven

Eine konkave Kurve ist eine Kurve in der vertikalen Ebene, bei der sich das Band über die Tragseite zurückbiegen muss. Ein Schwanenhalsförderer hat zwei konkave Kurven, eine im Obertrum und eine im Untertrum. Dieser Bandtyp wird in der Regel mit Zubehör wie Stollen, Wellkante und manchmal auch mit Längsprofilen ausgestattet. Wie in Kapitel 7.4 beschrieben, muss der Mindest-Riemenscheibendurchmesser des konfigurierten Bandes überprüft werden.

9.3 Rückhalterollen

Es müssen besondere Maßnahmen ergriffen werden, um zu verhindern, dass das Band aus der konkaven Kurve herausläuft. Auf beiden Seiten des Bandes müssen mehrere Rückhalterollen oder ein großes Rad angebracht werden. Wenn die Tragseite des Bandes hart und verschleißfest ist und sowohl Bandgeschwindigkeit als auch Bandspannung niedrig sind, können statische Gleitschuhe verwendet werden. Rollen sind jedoch vorzuziehen, da diese Lösung den geringsten Widerstand, die geringste Bandspannung und den geringsten Verschleiß des Bandes bewirkt. Für gedrehte Synthetikbänder in leichten und mittelschweren Anwendungen wird ein Mindestradius der konkaven Kurven von 350 mm empfohlen.

Wird ein Band mit mehreren Rollen anstelle einer Radrolle gehalten, teilen kleinere Rollen den Neigungswinkel in Winkel von maximal 15 Grad. Halten Sie einen Band in seiner konkaven Kurve niemals mit weniger als 3 Rollen auf jeder Seite der konkaven Kurve, siehe Abbildung 41.

Der seitliche Mindestabstand zwischen den Rollen und Wellkante beträgt 10 mm. Die Mindestbreite der Radrolle, der Rollen oder der Gleitschuhe beträgt 50 mm, bei Schwanenhalsförderern mit einer Breite

von 750 mm beträgt sie 70 mm. Die dem Wellkante zugewandte Kante der Rollen muss $5 \times 45^\circ$ abgeschrägt oder mit einem Radius von 5 mm abgerundet sein (siehe Abbildung 42).

Abbildung 41
konkave Kurve, Rückhalterollen

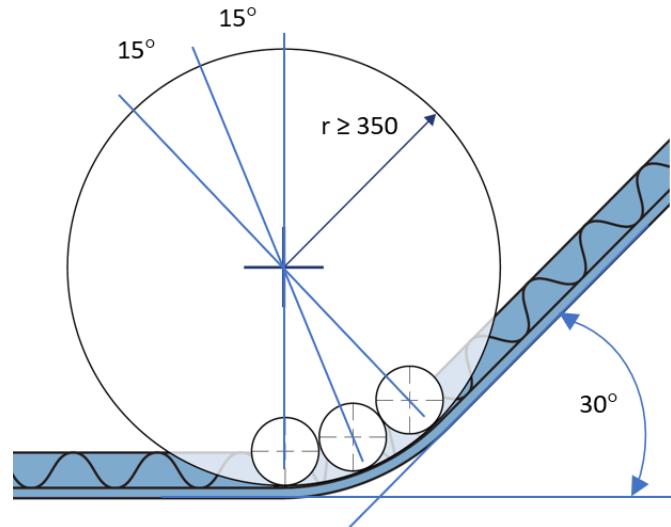


Abbildung 42
Profil-Rückhalterolle

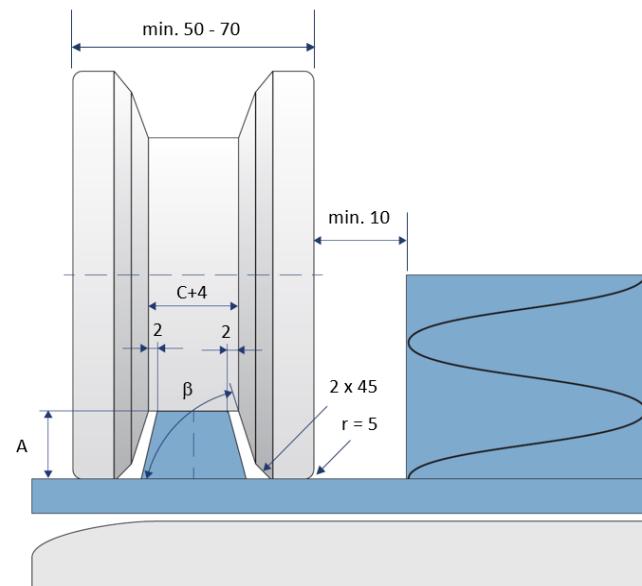


Abbildung 43
Tabelle Riemenmaße

Keilriemen

		6 x 4	8 x 5	10 x 6	13 x 8	17 x 11	22 x 14	30 x 16
A	mm	4	5	6	8	11	14	16
B	mm	6	8	10	13	17	22	30
C	mm	4	5	5,5	7,5	9,5	12,5	20
β	$^{\circ}$	76	73	69	71	71	71	73

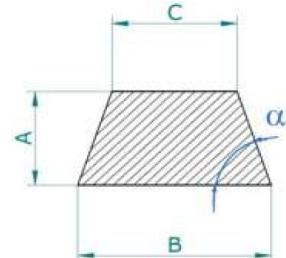
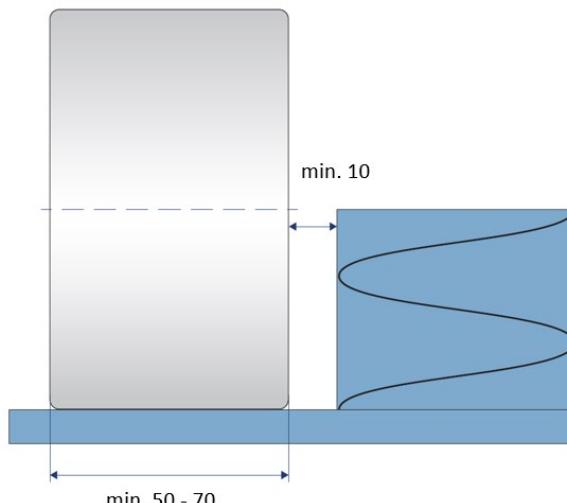


Abbildung 44
flache Rückhalterolle



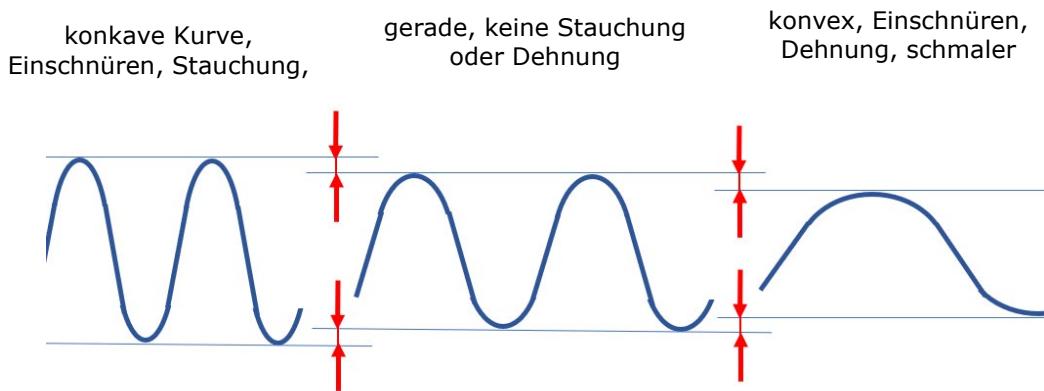
In einigen Anwendungen werden Profilrollen verwendet, um nicht nur vertikale Niederhaltekkräfte, sondern auch zusätzliche seitliche Kräfte zu erzeugen, die das Band in Position halten. In der konkaven Kurve werden die V-Profilen auf der Tragseite des Bandes zusammengedrückt. Aus diesem Grund muss auch ein seitlicher Abstand zwischen dem V-Profil auf dem Band und der Profilrolle vorhanden sein. Das Band und das Profil werden mit Gleitleisten aus Rollen auf der Rückseite des Bandes in der Nut der Rollen gehalten, siehe Abbildung 42.

So wird verhindert, dass die Seiten des Bandes durch die Niederhaltekraft der Rollen beschädigt werden. Die Rollen müssen an der Innenseite des Förderers abgerundet sein, siehe Abbildung 42. Die Rollen müssen oben abgedeckt sein, um zu verhindern, dass Produkt zwischen Band und Rollen gerät.

Die Bandspannung verlängert das Band, und wenn ein Band verlängert wird, wird er auch schmäler. Die Verringerung der Bandbreite beträgt etwa ein Drittel der Längung. Das heißt, wenn ein Gurt um 0,6 % gedehnt wird, beträgt die Verringerung der Breite etwa $0,6/3 = 0,2\%$. Dies muss insbesondere bei der Konstruktion von breiten Schwanenhalsförderern berücksichtigt werden. Die Verringerung der Bandbreite aufgrund der Bandspannung, der Fertigungstoleranzen und der Toleranzen des Fördererrahmens machen ein Spiel zwischen Rollen und Bandkomponenten erforderlich. Es ist ratsam, die seitliche Position der Seitenrollen verstellbar zu machen.

Bei einigen Anwendungen müssen die Enden der Stollen an den Wellkanten befestigt werden. Es ist zu beachten, dass sich die Breite der Wellkante beim Abrunden der konkaven und konvexen Kurven eines Schwanenhalsförderers verändert. Durch das Zusammendrücken der Wellkante in der konkaven Kurve wird die Wellkante breiter, während die Wellkante in der konvexen Kurve gestreckt wird, wodurch er schmäler wird. Diese Variante belastet die Verbindung zwischen Stollen und Wellkante, siehe Abbildung 45.

Abbildung 45
Wellkante Dehnung, Stauchung



9.4 Bandsteuerung

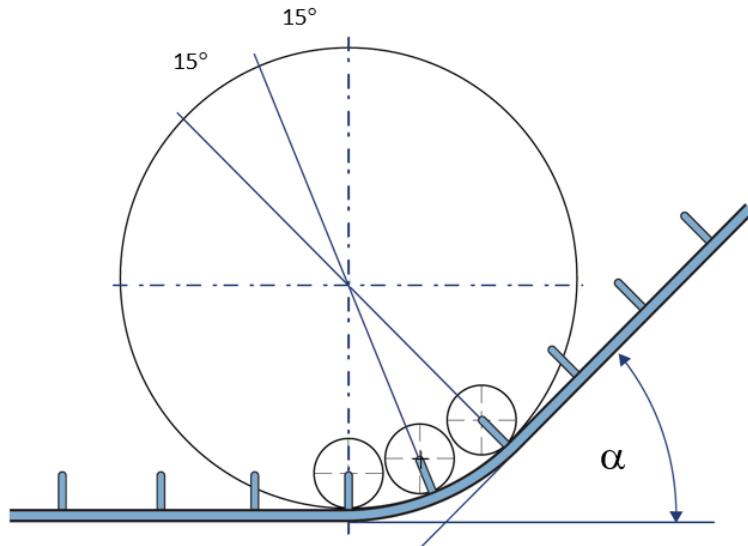
Die Optionen zur Bandsteuerung bei einem Schwanenhalsförderer sind ähnlich wie bei einem normalen Bandförderer. Die Bombierung der Antriebs- und Umlenkwalze sind äußerst wirksame Mittel zur Zentrierung eines Schwanenhalsband. Damit die Bombierung ein wirksames Steuerungsinstrument ist, ist eine Mindestgurtspannung von 0,2 % erforderlich. Die Tragrolle an der konvexen Kurve an der Oberseite kann als Steuerrolle fungieren. Auch die Tragrollen in den konvexen Kurven, die in den Abbildungen 5 und 6 mit TR gekennzeichnet sind, können zur weiteren Unterstützung der korrekten Bandsteuerung verwendet werden.

9.5 Seitliche Steifigkeit des Gurtes

Die seitliche Steifigkeit eines Bandes für einen Schwanenhalsförderer verhindert zusammen mit den seitlichen Rollen, dass das Band aus der konkaven Kurve herausläuft. Der Bandtyp der Wahl ist ein zwei-, besser noch ein dreilagiges, besonders querstabiles Band. Steife Stollen, wie z. B. dicke massive TPU-Stollen oder noch besser gewebeverstärkte Stollen, erhöhen die Querstabilität des konfigurierten Bandes. Wir empfehlen, die Stollen mit einem Mittenabstand zu platzieren, der dem Abstand der Rückhalterollen in der konkaven Kurve entspricht, wie in Abbildung 46 dargestellt.

Wenn der Mittenabstand der Stollen kleiner ist als die Breite der Presse, mit der das Band endlos verbunden wird, muss nach der Verbindung ein Stollen über den Verbindungsbereich gelegt werden. In der Praxis ist der Mittenabstand der Stollen nicht kleiner als 100 mm.

Abbildung 46
Stollen in konkaver Kurve



Stollen in Kurven- oder Chevronform tragen weniger zur Seitenstabilität des Bandes bei als gerade Seitenstollen.

Mittenabstand der Stollen = Mittenabstand der Umlenkwalzen und nicht kleiner als 100 mm

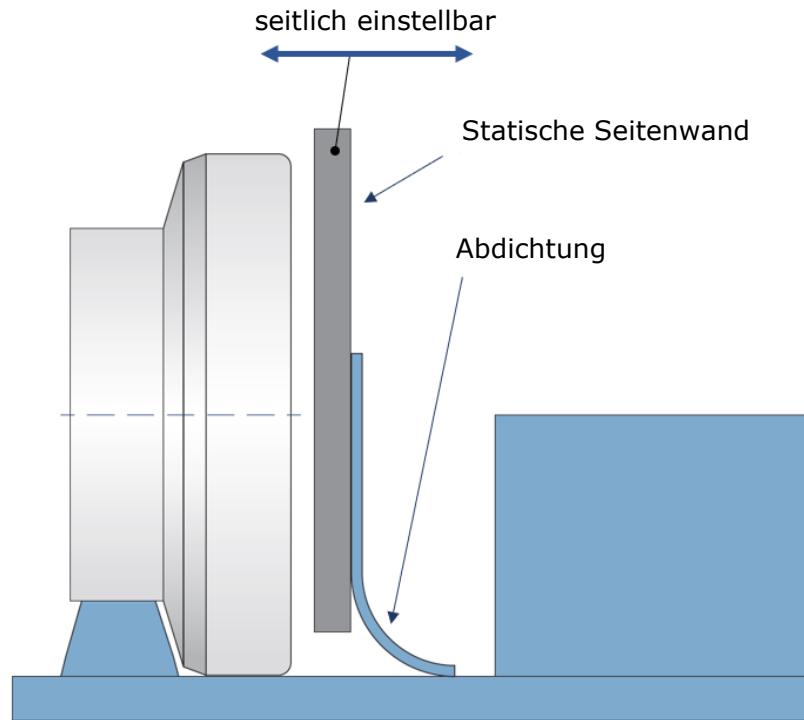
9.6 Bandverbindung

Die bevorzugte Verbindung in einem Schwanenhalsförderer ist eine Stufenverbindung. Der Grund ist, dass ein Band mit einer stufenförmigen Fingerverbindung im Verbindungsreich weniger seitenstabil ist.

9.7 Statische Seitenwände

Einige Fördererdesigns haben statische Seitenwände, die am Fördererrahmen befestigt sind (siehe Abbildung 47). Solche Seitenwände müssen so nah wie möglich an den Stollen angeordnet sein, um ein Austreten des Produkts nach unten zu verhindern und um die Seitenrollen so nah wie möglich an den Stollen anzuordnen, um die Seitenstabilität zu optimieren. Die Beschaffenheit des Förderguts macht manchmal eine Dichtung zwischen Seitenwand und Band erforderlich. Die seitliche Position der Seitenwände muss einstellbar sein, siehe Abbildung 47.

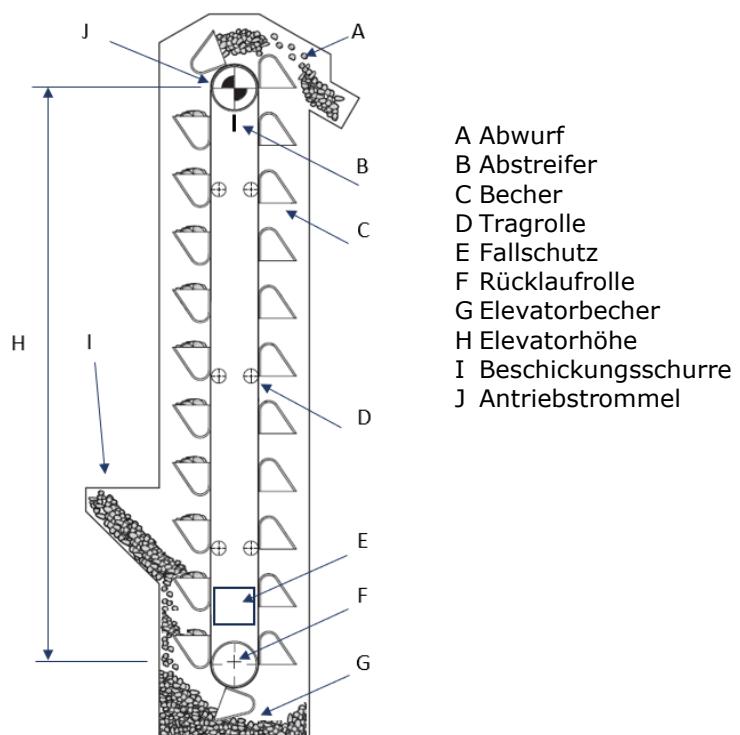
Abbildung 47
statische Seitenwand



10. Becherwerke

Die Aufgabe eines Becherwerks ist der vertikale Transport von Schüttgut. Beispiele für Schüttgut sind Sand, Kies, Splitt, Kohle, Zement, Düngemittel, Getreide, Mehl, Salz und Zucker. Ein Becherwerk ist ein Senkrechtförderer mit Bechern, die an einem Förderband befestigt sind. An der Ladestelle wird das Produkt in Becher geschüttet und/oder von Bechern geschöpft. Das Produkt wird dann senkrecht nach oben befördert und beim Umlaufen der oberen Trommel entladen. Je nach Art des Produkts und der Bandgeschwindigkeit wird das Produkt durch reine Schwerkraft, durch Zentrifugalkräfte oder durch eine Kombination aus beidem aus den Bechern ausgetragen. Abbildung 48 zeigt die Komponenten eines Becherwerks, die für Bandlieferanten am wichtigsten sind.

Abbildung 48
Becherwerk



10.1 Becher

Becherwerke mit Schwerkraftabwurf haben eine kontinuierliche Becheranordnung (Abbildung 51), die Becher sind nahe beieinander angeordnet. Becherwerke mit Schwerkraftabwurf laufen mit einer niedrigen Bandgeschwindigkeit von weniger als 1,2 m/s. Becherwerke mit Zentrifugalabwurf hingegen laufen mit einer Bandgeschwindigkeit von über 1,2 m/s und haben eine beabstandete Becheranordnung (Abbildung 52). In beiden Fällen werden die Becher mit speziell entwickelten Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben am Fördergurt verschraubt (Abbildung 53). Falls das zu fördernde Produkt heiß ist, empfiehlt es sich, ein temperatur-isolierendes Material zwischen den Bechern und der Bandoberfläche anzubringen, insbesondere bei Metallbechern.

Es gibt verschiedene Arten von Bechern, wobei die Wahl des Materials, der Form und der Größe von der Art des Produkts abhängt: Ist es fein, grob oder verklumpt? Fließt es gut oder ist es klebrig? Für Lebensmittelprodukte sind lebensmittelechte Becher erforderlich. Die Tabelle in Abbildung 49 und Abbildung 50 gibt Aufschluss darüber, welches Becherdesign für welche Anwendung zu verwenden ist.

Abbildung 49
Tabelle Bandgeschwindigkeit, Schwerkraft- und Zentrifugalabwurf

Bandgeschwindigkeit m/s	Bandgeschwindigkeit Kategorie	Art des Abwurfs	Belastung	Produkt	Bechertyp, DIN
<1	niedrig	Schwerkraft	direkt oder schöpfen	schweres Pulver, Granulat, Kies, Schotter, Erde, Zement, Kohle, Sand, Schotter	tief, Rückwand gewölbt DIN 15234, DIN 15235
1 - 2	hoch	Zentrifugal	direkt oder schöpfen	Sand, Düngemittel, Rohrzucker, Zement, Gips	flach, flach gerundet, mitteltief DIN 15232, DIN 15233
>2	sehr hoch	Zentrifugal	direkt oder schöpfen	frei fließend, leicht, einfach zu schöpfen, Getreide, Samen, Splitt, Mehl, pulvrig	flach, flach gerundet, mitteltief DIN 15231, DIN 15232

Abbildung 50
DIN-Becher



Abbildung 51
kontinuierliche Becherbestückung,
Schwerkraftabwurf

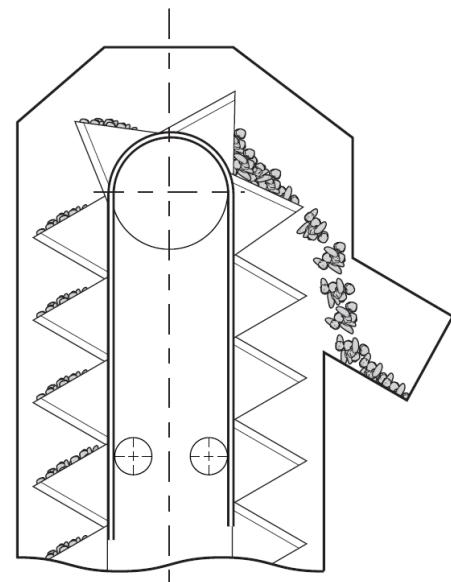


Abbildung 52
Becheranordnung in Abständen, Zentrifugalabwurf

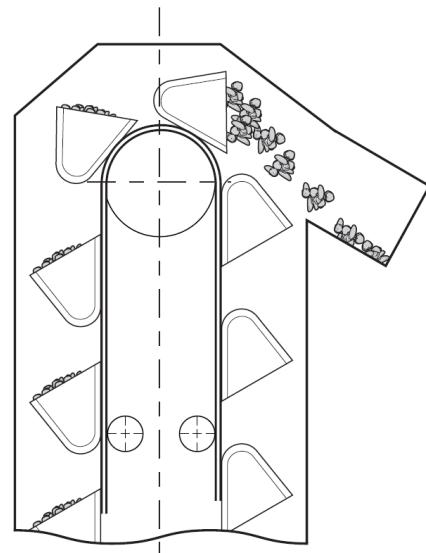
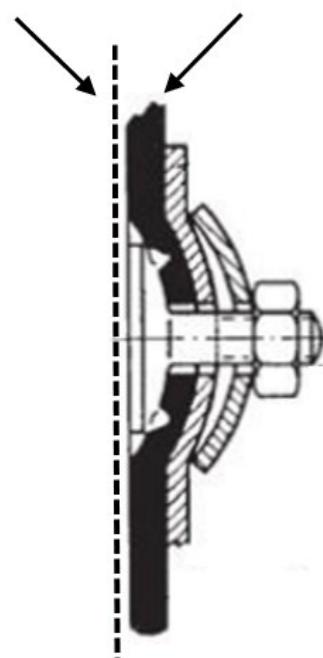


Abbildung 53
Bolzen und Unterlegscheiben

Bolzen, Mutter und Unterlegscheibe für
Becherwerksgurt gemäß DIN 15237

Flach auf der Rückseite des Bandmaterials



10.2 Becherwerksbänder

Bei leichten und mittelschweren Becherwerksanwendungen werden häufig hochfeste, reißfeste, gewebeverstärkte Gummi- oder Kunststoffbänder mit 2 oder mehr Gewebelagen verwendet. Becherwerksbänder sind zum Schutz der Verstärkungslagen mit einer Ober- und Unterbeschichtung versehen. Bei schwereren Anwendungen werden stahlseilverstärkte Gummibänder verwendet. In allen Fällen muss das Band der Wahl die spezifischen Anwendungsanforderungen erfüllen, wie z. B. Lebensmittelzulassungen, Flammenschutz oder ATEX-Anforderungen.

Synthetische Becherwerksbänder mit mehreren Lagen haben den Vorteil, dass sie im Vergleich zu einlagigen (durchgewebten) Synthetikbändern und gewebeverstärkten Gummi-Becherwerksbändern eine geringe Dehnung aufweisen. Oft ist die verfügbare Länge der Spannvorrichtung begrenzt, daher müssen Becherwerksbänder mit hoher Dehnung oft gekürzt werden.

10.3 Befüllung der Becher

Es gibt zwei Möglichkeiten, die Becher mit Produkt zu füllen. Zum einen kann das Produkt einfach vom Boden des Becherwerks aufgeschöpft werden (siehe Abbildung 54). Dies ist nur möglich, wenn das Produkt locker und frei fließend ist. Die andere Methode besteht darin, das Produkt bei weniger frei fließenden Produkten direkt in die Becher zu laden. Bei der direkten Beladung wird das Produkt von oben in die Becher geladen, und das verschüttete Material wird nicht von den Bechern aufgenommen, sondern z. B. mit einer Förderschnecke wieder nach oben befördert (siehe Abbildung 55).

Abbildung 54
Schöpfbeladung

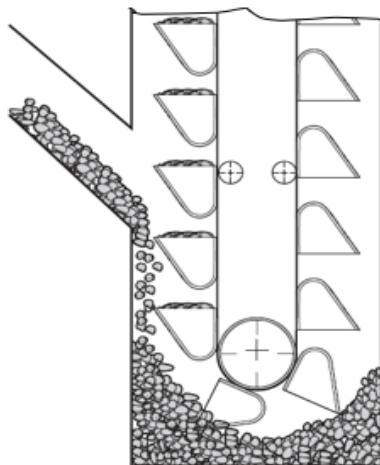
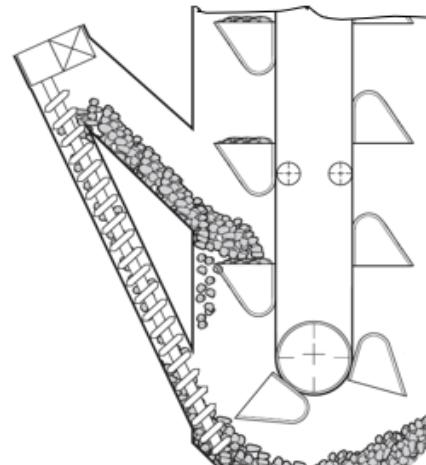


Abbildung 54
Direktbeladung



10.4 Berechnung eines Becherwerksbandes

Bei der Berechnung der Bandspannung in einer bestimmten Becherwerkbandanwendung mit dem Berechnungswerkzeug von Ammeraal Beltech wird ein Sicherheitsfaktor von 10 angewendet. Das bedeutet, dass die sichere Traglast für einen Becherwerksgurt 10 % der Bruchfestigkeit (=Zugfestigkeit) des Bandes beträgt. Becherwerksbänder können mit Hilfe einer Heißverschweißung, mechanischen Verbindungselementen, einer oil-well splice oder zum Beispiel einer Stoßüberbrückung endlos verschweißt werden. All diese Verbindungsarten bieten, sofern sie korrekt ausgeführt werden, eine ausreichende Festigkeit, um die sichere Traglast zu erreichen. Betriebsbedingungen wie erhöhte Temperaturen, Kontakt mit Chemikalien oder Bedingungen, die übermäßigen Verschleiß verursachen, können eine Erhöhung des Sicherheitsfaktors erforderlich machen. Einige Becherwerke werden im Freien aufgestellt, um große Silos zu befüllen. Bei Betrieb unter kalten Bedingungen ist es ratsam, das Becherwerksband langsam anlaufen zu lassen, um ihm die Möglichkeit zu geben, sich aufzuwärmen. Sowohl unter warmen als auch unter kalten Bedingungen werden die mechanischen Eigenschaften eines Förderbands beeinträchtigt.

10.5 Endlos-Becherwerksbänder

Heiße (vulkanisierte) Verbindungen können nur verwendet werden, wenn eine ausreichende Länge der Spannvorrichtung vorhanden ist, sodass das Band nicht gekürzt werden muss, um die Vorspannung aufrechtzuerhalten, die für einen schlupffreien Antrieb des Bandes erforderlich ist.

Üblich sind oil-well splice, siehe Bild 58. Sie beeinflussen den Mindest-Riemenscheibendurchmesser des Bandes nicht so stark wie eine Laschenverbindung oder eine Stoßüberbrückung (Abbildung 56 und 57).

Abbildung 56
Laschenverbindung

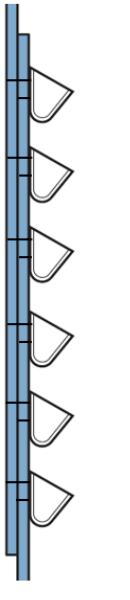


Abbildung 57
Stoßüberbrückung

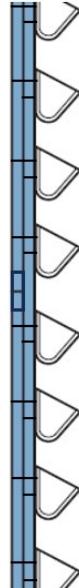
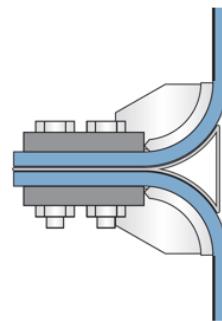


Abbildung 58
Oil-well splice



10.6 Antriebstrommel und Tragrollen

Die obere Trommel ist gleichzeitig die Antriebstrommel. Sie kann belegt werden, um die Reibung zu erhöhen und Schlupf zu vermeiden. Sie muss groß genug sein, um die Spezifikationen des Bandherstellers zu erfüllen. Die Tragrollen (Abbildung 48, D) unterstützen die Rückseite des Becherwerkbandes.

Wenn die Antriebstrommel am oberen Ende des Förderers nicht belegt ist, kann ein Abstreifer (Abbildung 48, B) verwendet werden, um zu verhindern, dass sich Produkt auf der Oberfläche der Antriebstrommel ansammelt und eine Fehlausrichtung des Bandes verursacht. Die Antriebstrommel ist häufig gewölbt, um die Bandsteuerung zu unterstützen.

10.7 Sonstige Komponenten des Förderers

Die meisten Becherwerke leiden darunter, dass Produkt auf den Boden des Becherwerks fällt. Das Produkt läuft über die Becherkante und beim Abwerfen in die Abwurfschurre. Um zu verhindern, dass das Fördergut zwischen Band und Rücklaufrolle gerät, wird ein Fallschutz angebracht. Außerdem ist die Rücklaufrolle (Abbildung 48, F) an der Unterseite des Becherwerks häufig als offener Käfig ausgeführt.

Beschickungs- und Abwurfschurre: Je nach Art des Produkts kann die Abwurfschurre mit einer Verschleißschutzschicht versehen werden. Ein System zur Erkennung einer verstopften Schurre stoppt den Förderer, um Schäden an Band, Bechern und anderen Komponenten des Förderers zu vermeiden.

10.8 Überwachungssysteme und Rücklausperre

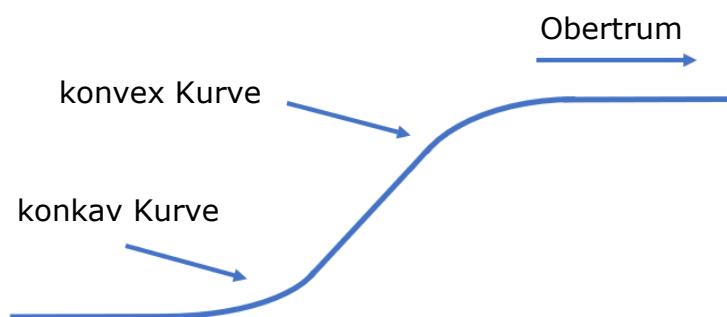
Becherwerke sind vollständig umschlossene Förderanlagen. Aus diesem Grund können Bediener Probleme und Fehlfunktionen nicht so leicht erkennen. Daher sind Becherwerke oft mit mehreren Überwachungssystemen ausgestattet, um Gurtschlupf, Fehlausrichtung, verstopfte Schurren, erhöhte Betriebstemperatur, Gewichts-Spannvorrichtung und eine zu geringe Bandspannung zu erkennen.

Ein Becherwerk muss mit einer Rücklausperre ausgestattet sein, die verhindert, dass das Band bei voller Beladung rückwärts läuft. Auch wenn alle Systeme vorhanden sind, ist eine regelmäßige und gründliche Überprüfung des gesamten Becherwerksystems erforderlich.

11. Zusammenfassung

11.1 Zusammenfassung Schrägförderer allgemein

- Der Transport eines Kartons von einem horizontalen Förderer auf einen Schrägförderer führt zu einem gewissen Verrutschen des Produkts.
- Vermeiden Sie die Überlagerung von Produkten in einer konkaven Kurve.
- Teilen Sie gegebenenfalls große konvexe Kurven in kleinere Kurven auf.
- Der Zuführgurt muss einen geringeren Reibungskoeffizienten zum Produkt aufweisen als der Schrägförderer.
- Teilen Sie, falls erforderlich, große konvexe Kurven in kleinere Kurven von z. B. 15° auf.
- Füllen Sie einen Trichter nicht so, dass die Stollen das Schüttgut aus dem Trichter ziehen müssen.
- Anwendungsfaktoren wie Abnutzung der Bandoberfläche, Verschmutzung, Staub, Wind, Feuchtigkeit und Temperatur haben Einfluss auf den tatsächlichen Reibungskoeffizienten zwischen Band und Produkt.
- Eine glatte Gleitunterlage bietet einen größeren maximalen Steigungswinkel als eine Rollenunterstützung.
- Eine Kiste mit gleichmäßiger Gewichtsverteilung fällt nicht um, wenn der Steigungswinkel kleiner ist als der Winkel, in dem die Schwerkraftlinie den Boden der Kiste über 1/3 der Grundfläche schneidet.



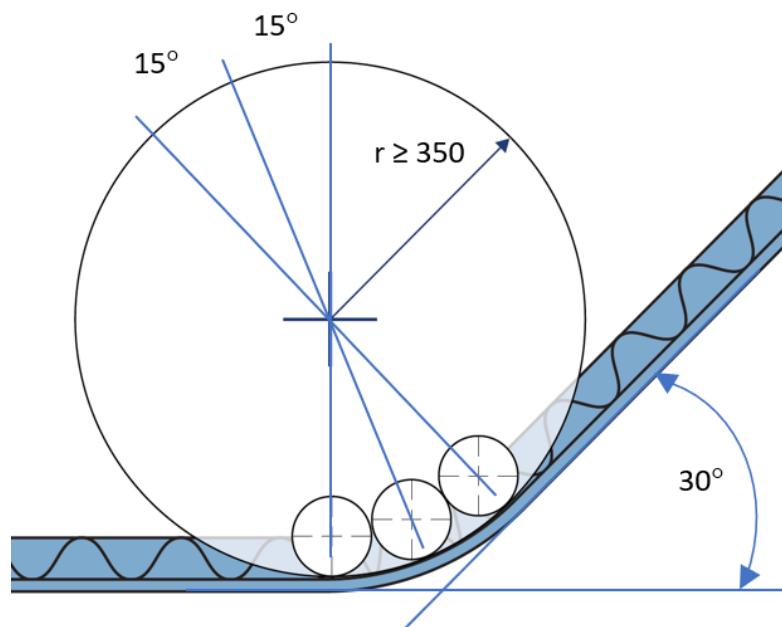
Angabe des maximalen Neigungswinkels

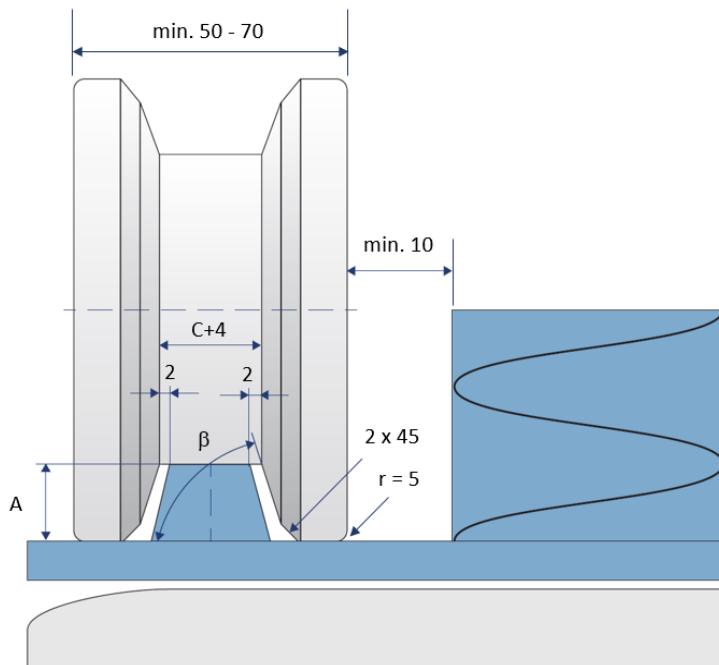
Bandtyp	Angabe des max. Neigungswinkels in Grad
Obere Deckplatte mit hoher Reibung (z.B. Weich-PVC oder (Silikon-) Gummi)	< 20°
Geprägte Deckplatte (z.B. A32 oder A42 supergrip)	< 40°
Transversalbandzubehör (z.B. Profilleisten oder Nocken)	> 40°
Becherwerke (für Schüttgut)	Vertikal

11.2 Zusammenfassung Schwanenhalsförderer

- Verwenden Sie für Schwanenhalsförderer besonders querstabile Bänder aus 2 oder mehr Lagen.
- Verwenden Sie steife, verstärkte Stollen.
- Es müssen immer mindestens zwei Stollen in der konkaven Kurve des Bandes vorhanden sein.
- In der Praxis ist der Mittenabstand zwischen den Stollen nicht kleiner als 100 mm.
- Der Mindestradius einer konkaven Kurve beträgt Ø 350 mm.
- Platzieren Sie auf beiden Seiten des Bandes ein großes Rückhalterad.
- Die Verwendung von Gleitschuhen mit geringer Reibung anstelle von Rückhalterollen ist nur dann eine Option, wenn die obere Tragseite des Bandes verschleißfest und die Bandgeschwindigkeit niedrig ist.
- Bei Verwendung von Rückhalterollen sind mindestens 3 Rollen zu verwenden, um den 180°-Steigungswinkel in mehrere Winkel von maximal 15° zu unterteilen.
- Halten Sie einen Mindestabstand von 10 mm zwischen Rückhalterollen und Wellkante ein.
- Die Bandspannung verlängert das Band, gleichzeitig wird das Band schmäler. Verringerung der Bandbreite = $1/3 \times$ Bandlängung.
- Höhe Wellkante = Höhe der Stollen + 10 mm.
- Steife, verstärkte Stollen.
- Um die seitliche Stabilität des Bandes zu unterstützen, ist es ratsam, die Stollen in einem Mittenabstand anzuordnen, der dem Abstand der Rückhalterollen in der konkaven Kurve entspricht.
- Verwenden Sie gerade Querstollen anstelle von gebogenen oder Chevron-Stollen, um die Seitenstabilität des Bandes zu optimieren.
- Die Rollen haben eine Mindestbreite von 50 mm. Bei Schwanenhalsförderern von 750 mm Breite beträgt die Mindestbreite der Rollen 70 mm.

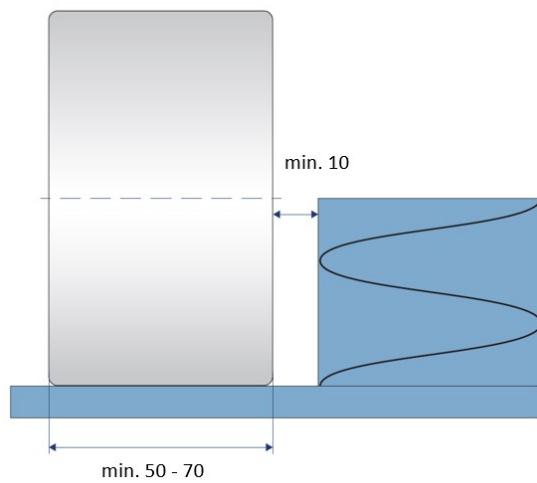
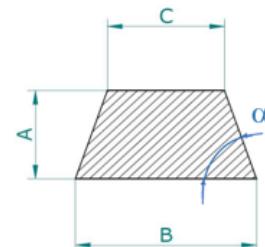
- Die Rollen müssen abgeschrägte Kanten ($5 \times 45^\circ$) oder rundere Kanten $r = 5$ mm haben.
- V-Profile und Profilrollen helfen, das Band in der konkaven Kurve zu halten.
- Achten Sie darauf, dass der Winkel der Profilrollen mit dem des verwendeten Keilprofils übereinstimmt und Spiel hat.
- Rückhalterollen müssen in der seitlichen Position einstellbar sein.
- Bringen Sie eine Abdeckung über den seitlichen Rollen an, um zu verhindern, dass Produkt zwischen Rollen und Band gelangt.
- Bei Förderern mit statischen Seitenwänden muss eine Dichtung vorhanden sein, um zu verhindern, dass das Produkt unter den statischen Seitenwänden hindurchläuft.
- Die statischen Seitenwände müssen im Mittenabstand verstellbar sein.
- Bombieren Sie Antriebs- und Umlenkwalze, um die Bandsteuerung zu unterstützen.
- Die Tragrollen in den konvexen Kurven müssen zur Unterstützung der Bandsteuerung einstellbar sein.
- Bänder für Anwendungen mit einer konkaven Kurve müssen mit einer Stufenverbindung endlos gemacht werden.
- Beim Biegen wird die Wellkante schmäler, beim Einschnüren wird sie breiter.
- Statische Seitenwände müssen in der Seitenlage verstellbar sein.

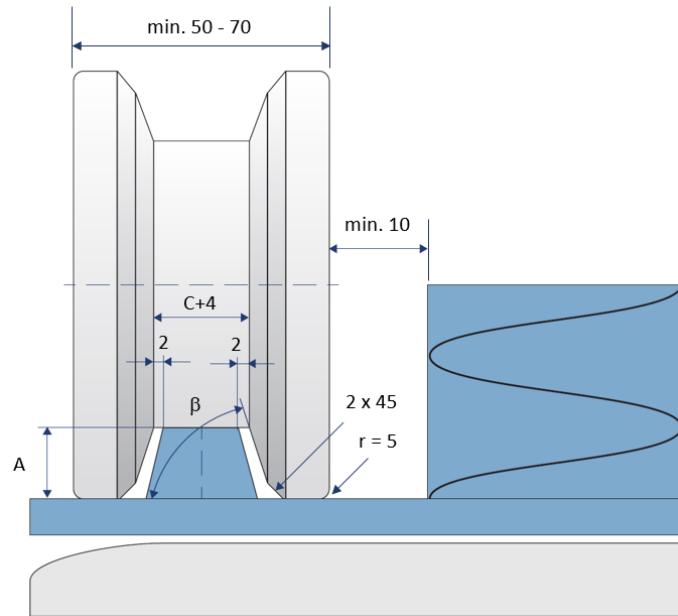




Keilriemen

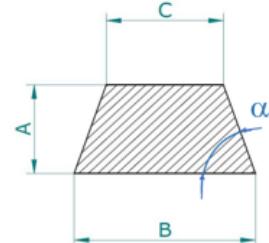
		6x4	8x5	10x6	13x8	17x11	22x14	30x16
A	mm	4	5	6	8	11	14	16
B	mm	6	8	10	13	17	22	30
C	mm	4	5	5.5	7.5	9.5	12.5	20
β	$^{\circ}$	76	73	69	71	71	71	73

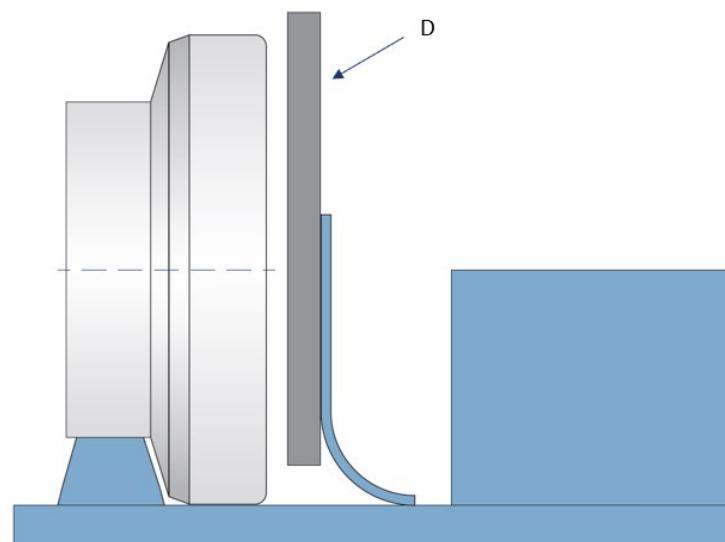
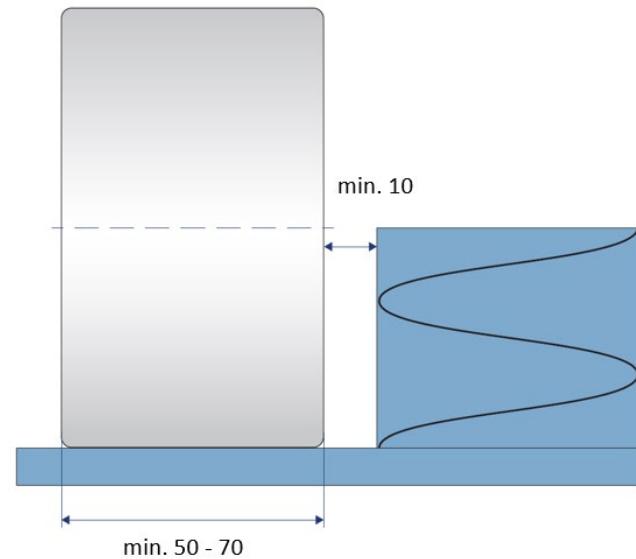


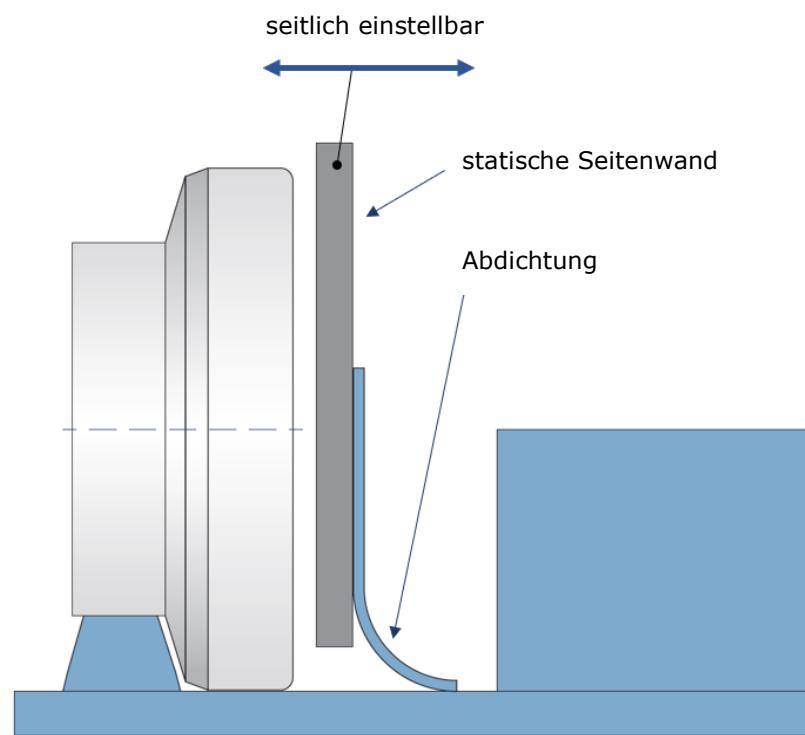
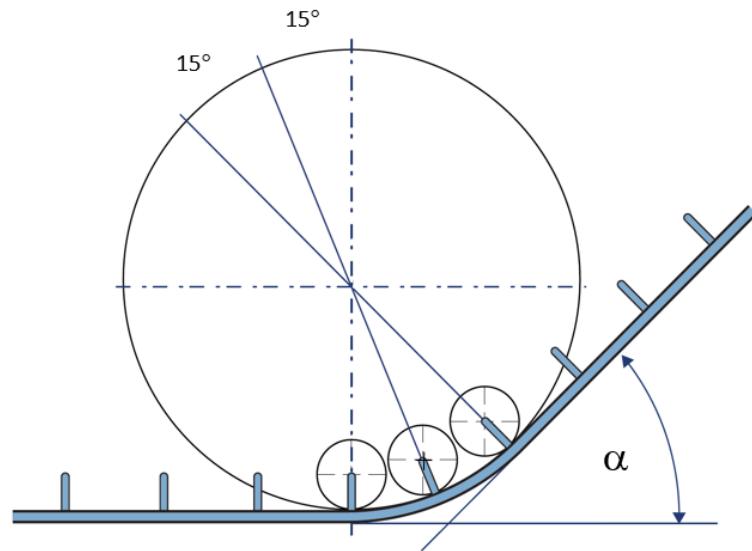


Keilriemen

		6x4	8x5	10x6	13x8	17x11	22x14	30x16
A	mm	4	5	6	8	11	14	16
B	mm	6	8	10	13	17	22	30
C	mm	4	5	5.5	7.5	9.5	12.5	20
β	$^{\circ}$	76	73	69	71	71	71	73

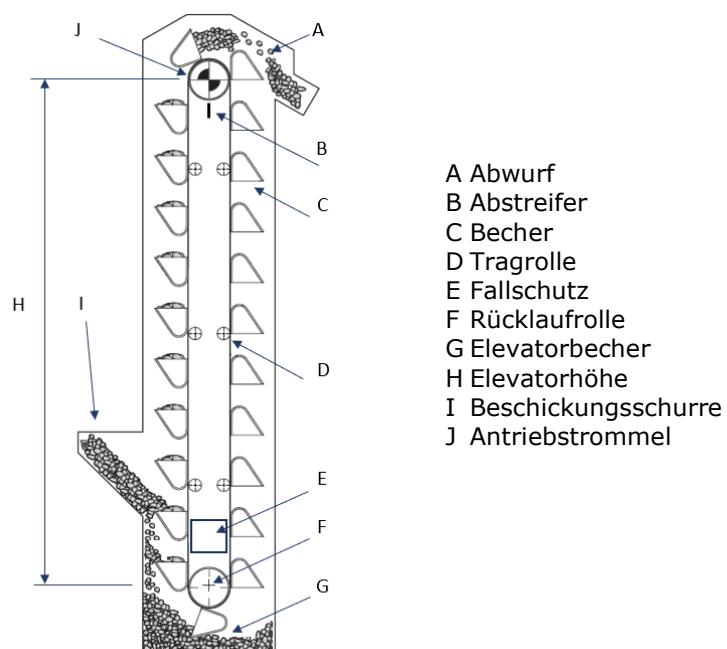






11.3 Zusammenfassung Becherwerke

- Becherwerke mit Schwerkraftabwurf haben eine kontinuierliche Becheranordnung.
- Becherwerke mit Schwerkraftabwurf laufen mit einer Bandgeschwindigkeit $< 1,2 \text{ m/s}$.
- Becherwerke mit Zentrifugalabwurf haben eine beabstandete Becheranordnung.
- Becherwerke mit Zentrifugalabwurf laufen mit einer Bandgeschwindigkeit $> 1,2 \text{ m/s}$.
- Die Antriebstrommel kann belegt werden, um die Reibung mit dem Becherwerksband zu erhöhen.
- Wenn die Antriebstrommel nicht belegt ist, kann ein Abstreifer eingesetzt werden.
- Die Umlenkwalze ist häufig als offener Käfig ausgeführt, um zu verhindern, dass das Fördergut zwischen Band und Trommel gerät und eine Schieflage des Bandes verursacht.
- Bombieren Sie Antriebs- und Umlenkwalze, um die Bandsteuerung zu unterstützen.
- Die untere Umlenkwalze dient zum Spannen des Becherwerksbandes.
- Zum Endlosmachen eines Becherwerksband ist eine oil-well splice am gebräuchlichsten.
- Bei der Berechnung von Becherwerksgurten wird ein Sicherheitsfaktor von 10 angewendet. Das bedeutet, dass die sichere Traglast 10 % der Bruchfestigkeit des Bandes beträgt.
- Bei anspruchsvoller Anwendungen, wie z. B. bei erhöhten Betriebstemperaturen, muss der Sicherheitsfaktor erhöht werden.
- Ein gut konzipiertes Becherwerk verfügt über mehrere Sicherheitssysteme, die u. a. Bandschlupf, Schieflauf, verstopfte Schurren, Betriebstemperatur, Bandspannung und ein Rücklaufsperrsystem überwachen.



A Abwurf
B Abstreifer
C Becher
D Tragrolle
E Fallschutz
F Rücklaufrolle
G Elevatorbecher
H Elevatorhöhe
I Beschickungsschurre
J Antriebstrommel

Bandgeschwindigkeit m/s	Bandgeschwindigkeit Kategorie	Art des Abwurfs	Belastung	Produkt	Bechertyp, DIN
<1	niedrig	Schwerkraft	direkt oder schöpfen	schweres Pulver, Granulat, Kies, Schotter, Erde, Zement, Kohle, Sand, Schotter	tief, Rückwand gewölbt DIN 15234, DIN 15235
1 - 2	hoch	Zentrifugal	direkt oder schöpfen	Sand, Düngemittel, Rohrzucker, Zement, Gips	flach, flach gerundet, mitteltief DIN 15232, DIN 15233
>2	sehr hoch	Zentrifugal	direkt oder schöpfen	frei fließend, leicht, einfach zu schöpfen, Getreide, Samen, Splitt, Mehl, pulverig	flach, flach gerundet, mitteltief DIN 15231, DIN 15232

Oil-well splice

