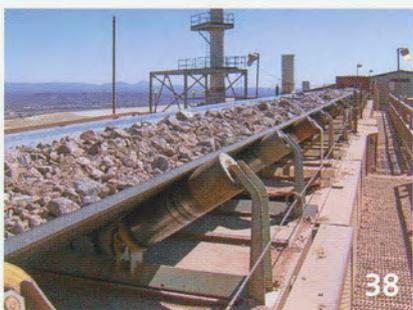




MINERAL PROCESSING EUROPE



© Martin Engineering

38

Conveying

„Faustregeln“ für Förderanlagen

Conveyor “Rules of Thumb” 38

Trends & Equipment

Gips – Ein knapper Rohstoff?

Gypsum – a scarce raw material?

46



© NW Gypsum

46





*R. Todd Swinderman, CEO Emeritus
Martin Engineering, Neponset/USA
www.martin-eng.com*

R. Todd Swinderman kam 1979 als Ingenieur für Fördertechnikprodukte zu Martin Engineering und war als Vizepräsident und Generaldirektor, Präsident und CEO sowie als Leitender Technischer Direktor und als Technischer Direktor tätig. Er hält mehr als 140 aktive Patente in 12 verschiedenen Ländern. In seiner Arbeit mit CEMA (dem Verband der Hersteller von Förderanlagen) war er maßgeblich an der Entwicklung einheitlicher Normen zur Verbesserung der Sicherheit und Produktivität von Fördersystemen und -komponenten beteiligt.

Fakt oder Fiktion?

„Faustregeln“ für Förderanlagen

Zusammenfassung: Dieser Artikel befasst sich mit der Notwendigkeit, Bediener und Wartungspersonal von Förderanlagen zu schulen, indem er die vielen informellen Konstruktionsgrundsätze erörtert, die sich im Laufe der Jahre entwickelt haben und auch als „Faustregeln“ bekannt sind. Diese Regeln wurden durch Versuch und Irrtum oder aus qualitativen Beobachtungen entwickelt, die oft Jahrzehnte zurückliegen, und werden routinemäßig über Spezifikationen und von Konstrukteuren angewendet.

Fact or Fiction?

Conveyor “Rules of Thumb”

Summary: This article examines the need for training conveyor operators and maintenance personnel by discussing the many informal design axioms that have developed over the years, otherwise known as “rules of thumb”. These rules have been developed by trial and error or from qualitative observations, often decades ago, and are routinely applied via specifications and by designers.



© Martin Engineering

Förderband mit ordnungsgemäßer Beladung und Spurführung
Conveyor with proper loading and tracking

Die zur Diskussion gestellten Themen – Materialien, Sockelleisten und Spurführung – stehen im Zusammenhang mit anhaltenden Problemen bei der Förderung von Schüttgütern mit Gurtförderern, die oft zu einem mangelnden Verständnis beitragen und dazu führen, dass eher die Symptome als die eigentlichen Ursachen angegangen werden. Vielleicht ist der einzige Ratschlag für die Konstruktion von Förderern, der sich bewährt hat, der folgende: Konstruiere für den schlimmsten Fall. Die Realität sieht jedoch so aus, dass oft nicht genügend finanzielle Mittel oder Zeit für die Entwicklung zur Verfügung stehen, um die erforderlichen Konstruktionsänderungen vorzunehmen, die einen sicheren und rentablen Betrieb gewährleisten.

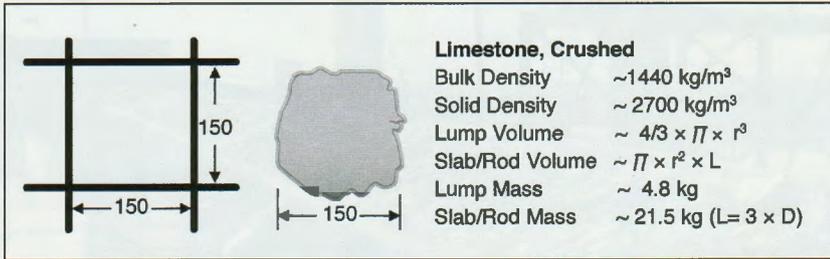
Es gibt zahlreiche Konstruktionsverallgemeinerungen, die als Binsenweisheiten akzeptiert werden und aufgrund ihrer langjährigen Verwendung bei der Herstellung und dem Betrieb von Förderanlagen scheinbar keiner Beweise bedürfen. Dies wirft die Frage auf: Wenn diese Regeln nachweislich gängige Probleme lösen, warum gibt es dann immer noch Probleme mit verstopften Schächten, Bandschäden, Staub und Verschüttungen beim Betrieb von Schüttgutförderern?

Die Unterschiede in den Empfehlungen zeigen, dass man leicht Fehler machen kann, wenn der Konstrukteur nicht über solide, praxisnahe Kenntnisse im Schüttgutumschlag verfügt und bei der Anwendung der Regeln fundierte Annahmen treffen kann. Da die "alten Hasen", die diese Regeln entwickelt und weitergegeben haben, schon lange nicht mehr am Leben sind oder bald in den Ruhestand gehen, besteht die Notwendigkeit, den jüngeren Betreibern und dem Wartungspersonal Wissen zu

The topics picked for discussion – materials, skirtboards and tracking – will correlate to continuing problems in the handling of bulk materials by belt conveyor, often contributing to a lack of understanding and leading to addressing symptoms rather than root causes. Perhaps the only advice for conveyor design that has remained true is: Design for the worst-case conditions. But the reality is that often insufficient funding or engineering time is allocated to make the needed design changes to ensure safe and profitable operation.

There are numerous design generalizations that are accepted as truisms and seemingly require no proof due to their long-standing use in conveyor fabrication and operation. This begs the question: If these rules are proven to address common problems, then why do we still have all the issues of chute plugging, belt damage, dust and spillage when operating bulk material handling conveyors?

The variances in recommendations indicate that it's easy to make mistakes unless the designer has solid, real-world knowledge in bulk material handling and can make educated assumptions when applying the rules. With the "old salts" who developed and handed down these rules long gone or fast retiring, there is a need to provide knowledge to the younger operators and maintenance personnel to avoid the trial and error associated with applying many of the handed-down design rules. Training based on a combination of industry experience and engineering will greatly improve design decisions, resulting in higher productivity, fewer safety incidents and reduced unplanned outages.



1 Beispiel für die Berechnung der Masse von Klumpen und Schollen
Lump and slab mass example calculation

vermitteln, um das Ausprobieren und die Fehler zu vermeiden, die mit der Anwendung vieler überlieferter Konstruktionsregeln verbunden sind. Eine Schulung, die auf einer Kombination aus Industrieerfahrung und Technik basiert, wird die Konstruktionsentscheidungen erheblich verbessern und zu höherer Produktivität, weniger Sicherheitsvorfällen und weniger ungeplanten Ausfällen führen.

Historische Konstruktionsprinzipien

Viele dieser Konstruktionsprinzipien sind zweifellos das Ergebnis der ersten Jahre des Einsatzes von Förderanlagen und wurden durch Versuch und Irrtum entwickelt. Andere wurden in die Anfang des 20. Jahrhunderts entwickelten Vorschriften aufgenommen, aufgrund von katastrophalen Geräteausfällen oder als Ergebnis eines eindeutigen Zusammenhangs mit Verletzungsrisiken oder dem Ausbruch von Berufskrankheiten. Einige hatten ihre technische Grundlage in Tests, die für frühe Konstruktionshandbücher durchgeführt wurden, aber die ursprünglichen Daten sind verloren gegangen. Doch die Binsenweisheiten leben weiter. Dann entwickelten jeder Industriezweig und sogar jeder Standort seine eigenen Regeln, die in die Unternehmensspezifikationen aufgenommen wurden und darauf basierten, eher die Symptome als die Grundursachen zu behandeln.

Die Regeln unterscheiden sich oft von Branche zu Branche, und viele von ihnen haben keine wirkliche technische Grundlage, sondern beruhen darauf, dass man die Dinge so macht „wie früher“. Seit der Entwicklung des modernen Förderbandes in den frühen 1900er Jahren hat sich bei der Konstruktion von Förderbändern, den Kapazitäten und den Vorschriften viel getan. Förderbänder sind nach wie vor Quellen von Umweltverschmutzung und Unfällen, so dass es offensichtlich ist, dass „so wie bisher“ einfach nicht ausreicht. Die in **Tabelle 1** zur Diskussion gestellten Regeln sind nur einige von vielen gängigen Richtlinien für die Konstruktion von Förderbändern, die sich oft gegenseitig widersprechen.

Materialgröße

Wenn hochkonzentrierte Erzkörper erschöpft sind, muss das verbleibende Schüttgut intensiver aufbereitet werden, um Rückstände zu entfernen und das Material für die Verarbeitung zu zerkleinern. Auch die Kosten für die Rohstoffe zwingen die Verarbeiter dazu, minderwertigeres Material mit einem höheren Anteil an Feinanteilen zu akzeptieren. Wenn sich die Menge, die Qualität oder die Herkunft des Schüttguts ändert, muss die Konstruktion neue Herausforderungen bei der Handhabung berücksichtigen. Es kann sein, dass die „nominale Stückgröße“ die größte Lüge bei der Handhabung von Schüttgut ist, da die tatsächliche Stückgröße in der Produktion in der Regel viel

Historical design axioms

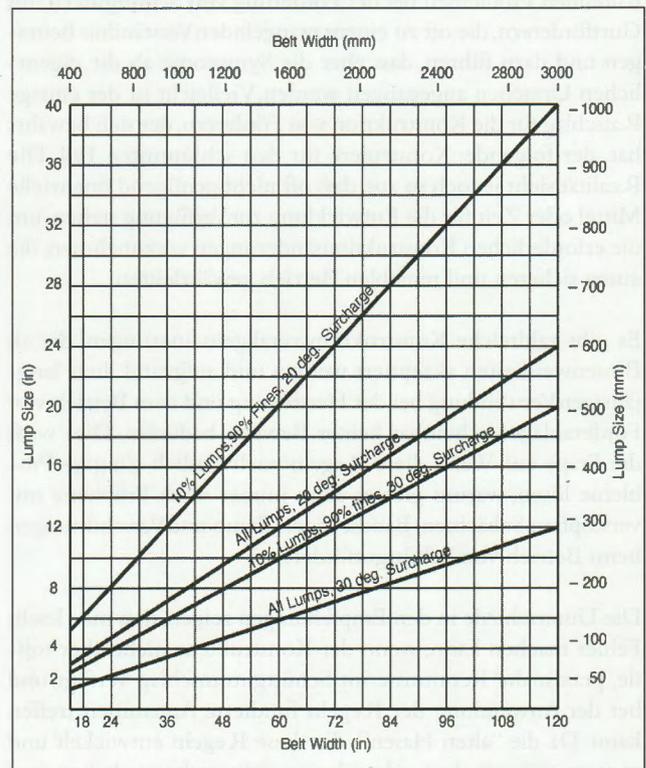
Many of these design principles undoubtedly are the result of the early years of conveyor use and were developed by trial and error. Others emerged in codes developed in the early 20th century due to catastrophic equipment failures or as a result of being clearly correlated to injury risks or industrial disease outbreaks. Some had their engineering basis in testing done for early design manuals, but the original data has been lost. Yet the truisms live on. Then each industry and even each location developed their

own rules, which became written into company specifications based on somewhat successfully treating symptoms rather than root causes.

There are often differences in rules by industry and many of them have no real engineering basis, instead being based on doing things the “same as before.” Since the modern conveyor was developed in the early 1900s, much has changed in conveyor belt construction, capacities and regulations. Conveyors are still sources of pollution and accidents, so it seems clear that “same as before” just isn’t good enough. The rules selected for discussion in table 1 are just a few of many common conveyor design guidelines that often contradict each other.

Material size

As high concentration ore bodies are depleted, the remaining bulk material needs more processing to remove refuse and size the material for processing. The cost of raw materials also drives processors to accept lower grade materials with a higher percentages of fines. When the quantity, quality or sources of the bulk material change, the design must anticipate new



2 Klumpen vs. Feingut und Bandbreite [6]
Lumps vs fines and belt width [6]

Kategorie Category	Leitprinzip Guiding axiom	Wirkungen Affects	Ref. #
Materialgröße Material size	Klumpengewicht beträgt das 2- bis 3fache der nominalen Materialmasse Lump weight 2 to 3 times nominal material mass	Auswahl der Tragrolle, Aufprallkraft Idler selection, impact force	1
	Maximale Diagonale der Klumpen entspricht der 2,5-fachen Nennweite bei sortiertem Material und der 3,0-fachen Nennweite bei nicht sortiertem Material Maximum lump diagonal 2.5 times nominal for graded material and 3.0 times nominal for ungraded	Gurtbreite, Abmessungen der Schurre und der Sockelleiste Belt width, chute and skirtboard dimensions	2
Sockelleisten Skirtboards	Breite der Sockelleiste beträgt 2/3 der Bandbreite, 1/2 der Bandbreite bei frei fließenden Materialien Skirtboard width 2/3 of the belt width, 1/2 of belt width for free-flowing materials	Seitliche Abdichtung, Gurtschieflauf Side sealing, belt mistracking	1
	Die Breite der Sockelleiste entspricht dem 3-fachen der maximalen Stückgröße Skirtboard width 3 times the maximum lump size	Verstopfung der Rinne, Abmessungen der Sockelleiste, Gurtbreite Chute clogging, skirtboard dimensions, belt width	5
	Sockelleistenverlängerung beträgt 1,5 m + 0,6 m je 1 m/s der Bandgeschwindigkeit Skirtboard extension 1.5 m + 0.6 m for every 1 m/s of belt speed	Abmessungen der Sockelleiste, Auslaufen und Leckage Skirtboard dimensions, spillage and leakage	3
	Länge der Sockelleisten entspricht der 4-fachen Gurtbreite Skirtboard length 4 times belt width	Abmessungen der Sockelleiste Skirtboard dimensions	4
Spurverfolgung Tracking	Führungsrollen in Abständen von 31 bis 46 m und mindestens eine Führungsrolle auf Förderbändern mit einer Länge von weniger als 31 m Training idlers spaced from 31 to 46 m apart, and at least one training idler on conveyors less than 31 m long	Breite der Riemenscheiben, Fehlerspurentoleranz, Gurtreinigung, Überlauf und Leckage Pulley face width, mistracking allowance, belt cleaning, spillage and leakage	1

© Martin Engineering

Tabelle 1: Gängige Beispiele für Entwurfsregeln

Table 1: Common design rule examples

größer ist als die Konstruktionsspezifikation. Diese Diskrepanz zwischen angegebener und tatsächlicher Stückgröße ist häufig auf die Anpassung von Brechern oder Sieben zur Produktionssteigerung, auf allmählichen Verschleiß oder auf längere Wartungsintervalle zurückzuführen.

Die Stückgröße und der Feinkornanteil dienen als Anhaltspunkte für die Wahl der Bandbreite und anschließend der Breite und Höhe der Sockelleiste. In **Tabelle 1** ist angegeben, dass die Stückgröße das 2- bis 3-fache der Nenn- oder spezifizierten Stückgröße betragen sollte. Die Stückgröße beeinflusst aufgrund der Aufprallkräfte auch die Auswahl der Tragrollen. Die Wahl der maximalen Stückgröße hängt auch davon ab, wie das Material zum Bruch neigt – in Klumpen oder Schollen. Es kann durchaus sein, dass eine Scholle viel länger als das 2- bis 3-fache der Nenngröße ist, während im anderen Extrem die Klumpen eher kugelförmig sind. Die Kenntnis des Materials, seiner Eigenschaften und seines Verhaltens ist nicht nur für die Auswahl der Tragrollen, sondern auch für viele andere Überlegungen, wie z. B. die Größe und Neigung der Rutsche, von entscheidender Bedeutung. Nur weil die Erfahrung zeigt, dass Kalkstein auf einem Förderer mit einer Schurreneigung von 50 Grad gut fließt, heißt das noch lange nicht, dass das Material aus einer anderen Grube oder einem anderen Flöz gut über dieselbe Schurre fließt.

Schüttgut ist schwer genug zu handhaben, wenn es in Größe, physikalischen Eigenschaften und Feingehalt einheitlich ist. Wenn in **Bild 1** die Schüttdichte von 1440 kg/m³ anstelle der festen oder spezifischen Dichte von 2700 kg/m³ verwendet

handling challenges. It may be that “nominal lump size” is the biggest lie in bulk material handling, as the actual lump size in production is typically much larger than the design specification. This discrepancy in lump size from specified to actual is often due to adjusting crushers or screens to increase production, from gradual wear or from longer maintenance intervals.

The lump size and % of fines provide guidance on selecting the belt width and then the skirtboard width and height. In **Table 1** the references state that the lump size is to be considered 2 to 3 times the nominal or specified lump size. The lump size also influences idler selection due to impact forces. Picking the maximum lump size also depends on how the material tends to fracture – into lumps or slabs. It may well be that a slab is much longer than 2 to 3 times the nominal size, while at the other extreme, lumps may tend to be more spherical. Understanding the material, its properties and behavior is critical not just for idler selection, but for many other considerations such as chute size and slope. Just because experience shows that on one conveyor limestone flows well on a 50 degree chute slope, for example, doesn't mean material from another pit or seam will flow down the same chute.

Bulk materials are hard enough to handle when consistent in size, physical properties and percent of fines. In **Fig. 1**, if the bulk density of 1440 kg/m³ is used rather than the solid or specific density of 2700 kg/m³, the mass used for idler and impact cradle selection would be almost 50 % underestimated, almost guaranteeing premature failures. For a slab or rod shape, the error could be significantly more than if using the nominal lump

wird, würde die für die Auswahl von Tragrollen und Aufprallwanne verwendete Masse um fast 50 % unterschätzt, was fast eine Garantie für vorzeitige Ausfälle wäre. Bei einer Platten- oder Stabform könnte der Fehler erheblich größer sein als bei Verwendung der nominalen Stückgröße. Die Klumpen- oder Schollenmasse ist eine direkte Variable, die in die Auswahlmethoden für Tragrollen und Aufprallwanne einfließt. Eine korrekte Berechnung der maximalen Größe und Masse kann sich auch auf die Auswahl der Bänder auswirken. Mit steigendem Feingutanteil nimmt auch die Größe der Klumpen zu, die auf schmalere Bänder toleriert werden können. In diesem Beispiel können 150 mm große Klumpen und 10 % Feingut bei einem Material mit einem Aufschlag von 30 Grad auf einem 900-mm-Gurt befördert werden, während bei einer Ladung von 100 % Klumpen ein 1600-mm-Gurt erforderlich wäre.



3 Die gezeigte Doppelmantelabdichtung mit ausreichend freier Bandkante kann bei Verschleiß umgedreht werden, um die Lebensdauer zu verdoppeln
Dual skirt sealing shown with sufficient free belt edge can be flipped over when worn to double the service life

Sockelleisten

Die Richtlinien für die Breite und Länge der Sockelleisten wurden entwickelt, lange bevor Staub zu einem Problem wurde. Sie wurden höchstwahrscheinlich durch Beobachtung und Erfahrung entwickelt, um eine ausreichende Höhe zu bestimmen, die das turbulente Material lange genug zurückhält, damit es sich nach dem Beladen des Bandes in einem stabilen Profil absetzen kann. Als man begann, Abdeckungen zur Staubkontrolle zu verwenden, wurden die Richtlinien für Höhe und Länge wahrscheinlich nicht geändert. Stattdessen wurden weiterhin die gleichen allgemeinen Regeln auf der Grundlage der Bandbreite oder der Bandgeschwindigkeit angewandt, in der Erwartung, dass damit bessere Ergebnisse erzielt werden. Nach und nach erkannte man, dass die Luftgeschwindigkeit in der Sockelleiste kontrolliert werden musste, um die Staubemissionen zu verringern. Etwa zur gleichen Zeit begannen Lieferanten und Ingenieure, den Details der Verschleißauskleidung und der Abdichtung der Sockelleiste mehr Aufmerksamkeit zu schenken, um Leckagen und Verschüttungen zu reduzieren.

Für die Breite der Sockelleisten folgen die meisten Spezifikationen der Empfehlung der Conveyor Equipment Manufacturers Association (CEMA) von $\frac{2}{3}$ der Bandbreite für die meisten Materialien oder $\frac{1}{2}$ der Bandbreite für frei fließende Materialien, während die International Standards Organization (ISO) keine spezifische Empfehlung für die Breite der Sockelleisten ausspricht. CEMA und ISO haben unterschiedliche Formeln für den Abstand zwischen dem belasteten Materialprofil und

size. Lump or slab mass is a direct variable inputted into the idler and impact cradle selection methodologies. Correct maximum size and mass calculations can also affect belt selection. As the percentage of fines increases, the size of the lumps that can be tolerated on narrower belts also increases. In this example, 150 mm lumps and 10 % fines, for a material with a 30 degree surcharge, can be handled on a 900 mm belt, whereas if the cargo was 100 % lumps it would require a 1600 mm belt.

Skirtboards

Skirtboard width and length guidelines were developed long before dust was a concern, most likely developed by observation and experience to determine sufficient height to contain the turbulent material long enough to allow it to settle into a stable profile after the belt is loaded. When covers started being used to control dust, there likely weren't any changes to the height or length guidelines. Instead, the same general rules based on either belt width or belt speed continued to be used, expecting better results.

Gradually it was recognized that the velocity of the air in the skirtboard enclosure had to be controlled to reduce dust emissions. At about the same time, suppliers and engineers began paying more attention to the wear liner and skirtboard sealing details to reduce leakage and spillage.

For the width of the skirtboards, most specifications follow the Conveyor Equipment Manufacturers Association (CEMA) recommendation of $\frac{2}{3}$ of the belt width for most materials or $\frac{1}{2}$ belt width for free-flowing materials, while the International Standards Organization (ISO) does not make a specific skirtboard width recommendation. CEMA and ISO have different free belt edge formulae for the distance between the loaded material profile and the edge of the belt. The free edge distance beyond the skirtboards is to prevent spillage outside the loading chute due to belt sag between carrying idlers. The free belt edge is often confused with the amount of belt edge necessary in the load zone for sealing systems and belt tracking. CEMA provides some guidance on skirtboard height based on lump size, but not for dust control.

Examining all the factors that go into an engineered loading of material on the belt would require a lengthy discussion of its own. The $\frac{2}{3}$ of belt width rule is not generous enough on narrow belts and too generous on wider belts. ISO addresses the free belt edge with two formulae, one for belt widths under 2000 mm and one for wider belts. In addition to lump size, a

© Martin Engineering

der Bandkante. Der Abstand der freien Kante über die Sockelleisten hinaus soll verhindern, dass aufgrund des Durchhängens des Gurtes zwischen den Tragrollen Material außerhalb der Ladeschurre verschüttet wird. Die freie Bandkante wird oft mit dem für Dichtungssysteme und Gurtverschleppung erforderlichen Bandkantenabstand in der Ladezone verwechselt. Die CEMA gibt einige Anhaltspunkte für die Höhe der Sockelleiste in Abhängigkeit von der Stückgröße, jedoch nicht für die Staubkontrolle.

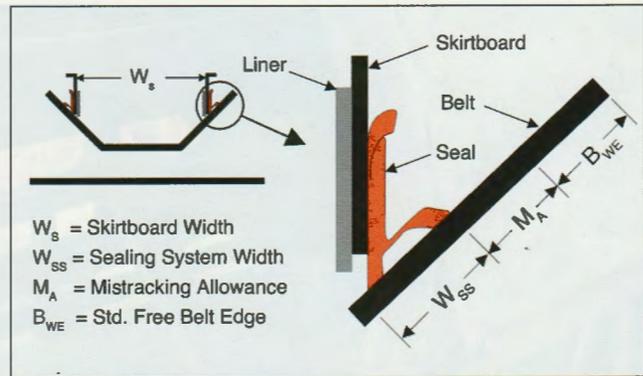
Die Untersuchung aller Faktoren, die für eine optimale Materialbeladung des Bandes ausschlaggebend sind, würde eine lange Diskussion erfordern. Die Regel $\frac{2}{3}$ der Bandbreite ist bei schmalen Bändern nicht großzügig genug und bei breiteren Bändern zu großzügig. Die ISO behandelt die freie Bandkante mit zwei Formeln, eine für Bandbreiten unter 2000 mm und eine für breitere Bänder. Neben der Stückgröße ist ein wichtiger Gesichtspunkt für die Breite der Sockelleiste der Platz, der für die vielen verschiedenen Arten von Dichtungssystemen benötigt wird, sowie die Berücksichtigung des zu erwartenden Riemenversatzes, denn die meisten Riemen versetzen sich weit mehr als die üblicherweise angegebene Toleranz von ± 25 mm auf einer Standard-Scheibenfläche.

Bild 4 zeigt, dass bei der Bestimmung der Sockelbreite W_s mehr als nur die freie Riemenkante berücksichtigt werden muss. Es wird allgemein angenommen, dass W_s das Innenmaß der Sockelleistenstege ist. Wenn die Verschleißauskleidung eine beträchtliche Dicke aufweist, wie z. B. Gusseisen oder Gummiblöcke, sollte die Dicke der Verschleißauskleidung bei der Festlegung des Abstandes der Sockelleiste berücksichtigt werden, da sie sich auf die Förderleistung auswirkt. Die Ausführungen der Dichtungssysteme variieren erheblich, so dass der angemessene Randabstand in der Lastzone von den tatsächlichen Abmessungen des angegebenen Dichtungssystems abhängt.

Gurtverfolgung

Theoretisch sollte ein ordnungsgemäß installiertes und ausgerichtetes Fördersystem mit einem Gurt innerhalb der Fertigungstoleranzen, mit rechtwinkliger(n) Verbindung(en) und mittig belastet, ohne Führungsrollen laufen. Wenn die meisten Führungsrollen unverbunden sind, bedeutet dies, dass sie entweder unwirksam sind oder dass der Gurt ständig neu zentriert werden muss, um strukturelle und komponentenbedingte Fehlausrichtungen oder Gurtschäden auszugleichen. Zu viele Führungsrollen können sich gegenseitig behindern und verschlechtern oft die Spurhaltung. Die Vorgabe, unabhängig von der Qualität des Einbaus und des Betriebs Führungsrollen in einem Standardabstand zu montieren, berücksichtigt nicht, ob sie überhaupt benötigt werden oder wie viel Korrektur jede einzelne Führungsrolle erzeugen kann. Manchmal ist mehr auch weniger.

Wenn der Riemen keinen guten Kontakt mit den Führungsrollen hat ($\geq 50\%$), kann der schlechte Kontakt nicht genügend Reibungskorrekturkräfte erzeugen, um die Steifigkeit des Riemens zu überwinden und den Riemen zur Mitte zu bewegen. Die gleiche Situation ergibt sich, wenn man die Tragrollen anschlägt, um zu versuchen, den Riemen nachzuführen. Eine übermäßige Einstellung für die Spurhaltung führt zum Verschleiß der unteren Abdeckung und verbraucht mehr Ener-



4 Eingaben für Gurtabdichtung, Versatz und Verschüttung zur Bestimmung der Breite der Sockelleiste
Inputs for belt sealing, mistracking and spillage for determining skirtboard width

main consideration for the skirtboard width is the space needed for the many different types of sealing systems, and to accommodate expected belt mistracking, because most belts mistrack far more than the commonly specified ± 25 mm allowance on a standard pulley face.

Fig. 4 illustrates that more than just the free belt edge must be accounted for in determining W_s , the skirtboard width. It is generally accepted that W_s is the inside dimension of the skirtboard uprights. If the wear liner is of significant thickness, such as cast iron or rubber blocks, the thickness of the wear liners should be considered in skirtboard spacing for their effect on conveyor capacity. Sealing system designs vary significantly, so the adequate edge distance in the load zone depends on the actual dimensions of the sealing system specified.

Belt Tracking

Theoretically, a properly installed and aligned conveyor system using a belt within manufacturing tolerances, with square splice(s) and center loaded should track without the need for training idlers. If most of the training idlers are tied off, it indicates that either they are ineffective or the belt must be constantly re-centered to compensate for structural and component misalignment or belt damage. Too many training idlers can interfere with each other and often make tracking worse. The guideline of installing training idlers a standard distance apart regardless of the quality of the installation and operation does not consider whether they are even needed or how much correction each training idler can generate. Sometimes more is less.

If the belt doesn't have good contact with the training idlers ($\geq 50\%$), the poor contact can't create enough frictional correction forces to overcome the belt stiffness and move the belt toward the center. It's the same situation when knocking idlers to try to track the belt. Over-adjustment for tracking causes bottom cover wear and consumes more energy than one might think. Training idlers cost more than standard idlers and may be adding unnecessary expense with little benefit.

For a start in locating training idlers, the most critical positions are before the belt enters the tail pulley, after the loading zone, before the belt discharges and before the belt enters the takeup. Portable and underground conveyors may require more train-



© Martin Engineering

6 Die meisten Probleme mit dem Gurtlauf entstehen durch Fehlausrichtung der Struktur, der Riemenscheiben und der Tragrollen
 Most belt tracking issues result from misalignment of the structure, pulleys and idlers

gie als man denkt. Führungsrollen kosten mehr als Standardtragrollen und können unnötige Kosten mit geringem Nutzen verursachen.

Die kritischsten Positionen für die Anordnung von Führungsrollen sind vor dem Eintritt des Gurtes in die Umlenkrolle, nach der Ladezone, vor dem Auslauf des Gurtes und vor dem Eintritt des Gurtes in die Aufwicklung. Bei tragbaren und unterirdischen Förderanlagen können aufgrund der Installationstoleranzen oder der Verformung der strukturellen Ausrichtung, wenn tragbare Förderanlagen bewegt werden, mehr Führungsrollen erforderlich sein. Die meisten Probleme mit dem Gurtlauf sind auf eine falsche Ausrichtung der Struktur, der Riemenscheiben und der Tragrollen zurückzuführen, nicht auf das Fehlen einer ausreichenden Anzahl von Führungsrollen.

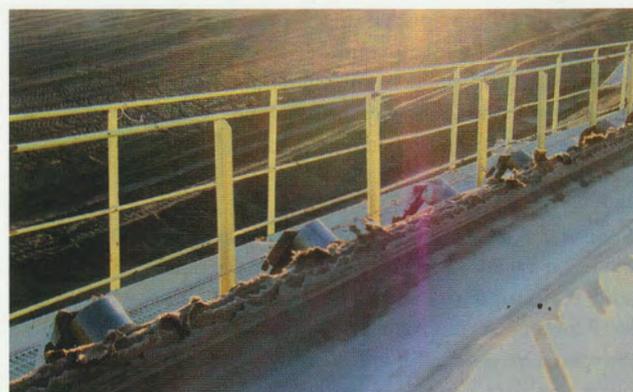
Fazit

Für die Herstellung eines sicheren und produktiven Förderers sind viele Faktoren erforderlich, die in den allgemeinen Konstruktionsregeln nicht enthalten sind. Solange das Personal, das sich mit Fördererproblemen befasst, nicht weiß, wie man die Grundursachen behandelt, anstatt provisorische Lösungen beizubehalten, werden die Probleme mit Sicherheit weiter bestehen. Da viele erfahrene Bediener und Mechaniker in den Ruhestand gehen – und es schwierig ist, neue Mitarbeiter zu finden –, ist es von entscheidender Bedeutung, dass neue Mitarbeiter die Grundlagen der Konstruktion und des Betriebs von Förderanlagen verstehen. Die hausgemachten “Das haben wir schon immer so gemacht”-Lösungen behandeln häufig nur die Symptome und nicht die eigentlichen Ursachen.

ing idlers because of the installation tolerances or distortion of the structural alignment when portable conveyors are moved. Most belt tracking problems are related to misalignment of the structure, pulleys and idlers, not the absence of enough training idlers.

Conclusion

There are many inputs required to make a safe and productive conveyor that are not included in the general design rules. Unless the personnel dealing with conveyor issues have a basic understanding of how to treat root causes rather than perpetuate temporary fixes, problems will almost certainly continue. With the retirement of many experienced operators and mechanics – and the difficulty in finding new workers – it becomes critical



© Martin Engineering

5 Beschädigung der Bandkante durch Versatz
 Belt edge damage from mistracking



© Martin Engineering

7 Übergabestelle mit Einhausung, Abstützung, Schürzenabdichtung und Staubvorhängen
Transfer point with enclosure, support, skirt sealing and dust curtains

Heutzutage gibt es viele Möglichkeiten für nichtkommerzielle Fördererschulungen. Viele Unternehmen bieten persönliche Kurse oder virtuelle Schulungen an. Einige Firmen nutzen Echtzeit-Videokonferenzen mit Mobiltelefonen, um die tatsächlichen Probleme zu zeigen und Lösungen "live" unter vier Augen zu besprechen. Angesichts der verstärkten Betonung von Staubkontrolle und Sicherheit wird die Anwendung dieser "wie-immer"-Regeln die Staubemissionen wahrscheinlich nicht mindern oder eine angemessene Kontrolle des Verschützens gewährleisten, was dazu führt, dass die Arbeitnehmer unnötig einer erhöhten Belastung durch Atemwegserkrankungen oder Sicherheitsrisiken bei der Reinigung ausgesetzt sind. Der effektivste Schulungsansatz befasst sich mit den spezifischen Herausforderungen eines Werks im Bereich der Fördertechnik und hilft den Betreibern, ihre Arbeit sicherer, sauberer und produktiver zu gestalten, indem die Ursachen der Probleme angegangen werden. Es gibt einen Grundsatz, der immer noch wahr ist: "Wenn Sie denken, dass Bildung teuer ist, versuchen Sie es mal mit Unwissenheit".

that new employees understand the basics of conveyor design and operation. The homegrown "we've always done it that way" solutions frequently treat only symptoms and not root causes.

Today, there are many options for non-commercial conveyor training. Many companies offer in-person classes or virtual training. Some firms use real-time video conferencing with cell phones to show the actual problems and discuss solutions "live" one-on-one. With the increased emphasis on dust control and safety, using these "same-as-before" rules probably isn't going to mitigate the dust emissions or provide adequate spillage control, resulting in workers' unnecessary increased exposure to respiratory disease or safety hazards from cleaning. The most effective approach to training examines a plant's specific conveyor challenges and helps operators run safer, cleaner and more productively by treating the root causes of its problems. The one axiom that still rings true: "If you think education is expensive, try lack of knowledge."

Literatur • Literature

- [1] Belt Conveyors for Bulk Materials, 7th ed., Conveyor Equipment Manufacturers Association
- [2] Crushing Plant Layout and Design Considerations K. Boyd 2002
- [3] Army Corps of Engineers/NIOSH RI 9698
- [4] OCC Belt Analyst Training May 2015
- [5] Mining research contract report (February 1987); Bureau of Mines Open File Report 2-88, p. 22; Dust Control Handbook for Minerals Processing; Contract No. J0235005; Martin Marietta Corporation. Martin Marietta Laboratories
- [6] Conveyor Equipment Manufacturers Association, Belt Conveyors for Bulk Solids, 7th ed. Fig. 4.2