

MINERAL PROCESSING EUROPE



© RHEVUM

Resources

Sandgewinnung mit mobilen
Aufbereitungsanlagen

Sand extraction through
mobile processing

29

Conveying

Spezifikation und Konstruktion
von Förderanlagen

Conveyor specification
and design

48



© Martin Engineering

martin
engineering®



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.

Probleme lösen

Zehn häufige Fehler bei der Spezifikation und Konstruktion von Förderern

Fördersysteme sind das Herzstück eines breiten Spektrums von Schüttgutumschlagsbetrieben, einschließlich Bergbau, Kohle- und Erzaufbereitung, Zuschlagstoff- und Zementherstellung. Moderne Systeme haben die Aufgabe, größere Frachtvolumina – bei höheren Geschwindigkeiten – als je zuvor zu bewegen. Dennoch sind die gängigen Praktiken der Auslegung und der Konstruktion der Förderanlagen im Vergleich zu den aktuellen Erwartungen der Anwender an eine sichere, betriebsfähige und zuverlässige Förderung von Schüttgütern, die flüchtiges Material minimiert, veraltet. Der folgende Beitrag zeigt vermeidbare Probleme inklusive Empfehlungen zur Problemlösung auf.

Solving problems

Ten common mistakes in conveyor specification and design

Conveyor systems are the lifeblood of a wide range of bulk material handling operations, including mining, coal and ore processing, aggregate and cement manufacturing. Modern systems are being tasked with moving greater volumes of cargo – at higher speeds – than ever before, yet the common practices in conveyor specification and design are out of date compared to the current expectations of users for safe, serviceable and reliable conveyance of bulk solids that minimizes fugitive material. The following article shows avoidable problems including recommendations for problem solving.



1 Förderer sind komplexe Systeme, die mit praktisch allen wichtigen Prozessen interagieren
Conveyors are complex systems that interact with virtually all major processes

Bandförderer werden häufig falsch eingesetzt, sei es durch Überlastung, Überbeanspruchung oder Vernachlässigung (oder eine Kombination der drei). Es hat den Anschein, als hätten Konstrukteure und Hersteller sehr robuste Systeme bereitgestellt, die unter allen möglichen widrigen Bedingungen funktionieren, so dass sie als eine Ware betrachtet werden, die man pro Kilogramm kaufen kann, anstatt die Förderanlagen als ein sorgfältig konstruiertes System aus Hunderten von verschiedenen Komponenten zu betrachten, die zusammenwirken (Bild 1).

Viele Eigentümer betrachten Förderanlagen als ziemlich einfache Geräte, die lediglich Schüttgüter mit einer vorgeschriebenen Geschwindigkeit von Punkt A nach Punkt B transportieren. In Wirklichkeit handelt es sich um komplexe Systeme, die mit praktisch allen wichtigen Prozessen interagieren, und Kürzungen in der Konstruktions- und Auslegungsphase haben weitreichende Auswirkungen auf Sicherheit, Produktivität und Umwelt. Viele Entscheidungen wirken sich auf die anfängliche und zukünftige Leistung eines Fördersystems aus, wobei zu den führenden Trends die risikoärmere Konstruktion, größere Nachhaltigkeit und geringere Lebenszykluskosten gehören.

Leider ist der Kauf zum niedrigsten Preis statt zu den Lebenszykluskosten zur Norm geworden. Die Praxis weist jedoch schwerwiegende Mängel auf – oft werden Mittel für notwendige Konstruktionselemente von den Investitionsaus-

Belt conveyors are often abused, whether through overloading, overuse or neglect (or a combination of the three). It's almost as if designers and manufacturers have provided very robust systems that continue to operate under all sorts of adverse conditions. So conveyors are considered a commodity which can be purchased by the kilogram, rather than a carefully engineered system of hundreds of different components working together (Fig. 1).

Many owners view conveyors as fairly simple equipment that merely transport bulk solids from Point A to Point B at a prescribed rate. In reality, they are complex systems that interact with virtually all major processes, and short cuts taken in the design and specification stages will have dramatic and far-reaching effects on safety, productivity and the environment. Many decisions affect the initial and future performance of a conveyor system, with leading trends that include designing for lower risk, greater sustainability and reduced life cycle costs.

Unfortunately, purchasing on lowest price rather than life cycle cost has become the norm. But the practice is seriously flawed – often transferring funds for necessary design elements from capital expenses to the operating budget – either because the low-bid design cannot be cost-effectively maintained and modified to suit changing needs and conditions, or because the required funds to address shortcomings in the original equipment are never made available.

gaben in das Betriebsbudget übertragen – entweder, weil die Niedrigstpreiskonstruktion nicht kosteneffizient gewartet und an veränderte Bedürfnisse und Bedingungen angepasst werden kann, oder weil die erforderlichen Mittel zur Behebung von Mängeln in der Originalausrüstung nie zur Verfügung gestellt werden.

Dies trägt zu zahlreichen und kostspieligen Problemen bei, wie z.B. ineffizienter Betrieb, Unfälle, Umweltverschmutzung und Rechtsstreitigkeiten, die über die gesamte Lebensdauer des Förderers andauern können. Um Anlageneigentümern und Betriebsleitern zu helfen, die Fallstricke zu vermeiden, nur nach dem Kaufpreis zu kaufen, haben Experten eine Liste mit zehn der gängigsten Konstruktionsentscheidungen zusammenfasst, die wahrscheinlich zu einem Förderband führen, das mit der Zeit weniger sicher, weniger sauber und weniger produktiv ist.

1 Das Schüttgut nicht kennen

Seit Jahrzehnten ist es gängige Praxis, zur Beschreibung eines Schüttgutes nur die Schüttdichte und den Schüttwinkel zu verwenden. Die Conveyor Equipment Manufacturers Association (CEMA) erhält eine unüberschaubare Anzahl von Anfragen nach Schüttguteigenschaften, die einfach in einer Tabelle nachgeschlagen werden können, als ob jede Materialvariation effektiv in einem Lehrbuch erfasst werden kann. Bei diesem Ansatz kann es jedoch erhebliche Probleme geben.

Ein einfaches Beispiel für die Gefahren findet man bei der Betrachtung einer grundlegenden Anforderung: der Tonnage. Der Hauptzweck des Förderers besteht darin, x t/h von einem Ort zum anderen zu bewegen. Wenn dieses Ziel nicht effektiv erreicht wird, sind alle anderen Anforderungen zweitrangig. Aber „CEMA-Norm 550: Properties of Bulk Solids“ enthält z.B. 8 verschiedene Schüttdichten für Kohle, die von ~600 bis 980 kg/m³ reichen. Dies stellt eine große potenzielle Abweichung von der durchschnittlichen Schüttdichte dar: ~790 ± 190 kg/m³. Die Auslegung eines Systems, das den Durchschnittswert berücksichtigt, bedeutet also, dass der Durchsatz um ± 25 % über- oder unterdimensioniert werden könnte.

Außerdem variiert der Schüttwinkel für diese acht Kohleauflistungen von 27 – 45°, eine mögliche Abweichung von ± 9° vom Mittelwert. Die Auslegung der Neigung von Trichtern oder Schurren auf der Grundlage des Durchschnittswertes könnte bedeuten, dass das Schüttgut überhaupt nicht oder so frei fließt, dass es durch die Schurrengeometrie nicht ausreichend kontrolliert werden kann.

Ein typischer Versuchssatz zur Charakterisierung eines bestimmten Schüttgutes kostet etwa 30 000 US\$, während die geschätzten Kosten für die Ausfallzeit des Systems bei etwa 1000 US\$ pro Minute liegen. Wenn während der Lebensdauer eines Fördersystems nur eine einzige verstopfte Schurre vermieden werden kann, haben sich die Tests amortisiert (**Bild 2**).

Ähnliche Argumente lassen sich auch für viele andere Werte anführen, die für die Reduzierung zukünftiger Betriebskosten entscheidend sind. So werden z.B. die Pauschalgröße und der Prozentsatz der Bußgelder in einer Ausschreibung oft falsch dargestellt; das Ergebnis können laufende Streitigkeiten über die Vertragserfüllung sein.



© Martin Engineering

2 Ein Trockenabriebstester prüft den Dreikörper-Abrieb, z.B. zwischen Förderband, Schurrenauskleidung und Schüttgut
A dry abrasion tester checks three-body abrasive wear, such as between a conveyor belt, chute liner and bulk material

All this contributes to numerous and expensive problems, such as inefficient operation, accidents, pollution and litigation that can persist over the lifetime of the conveyor. To help facility owners and plant managers avoid the pitfalls of buying only on purchase price, experts have compiled a list summarizing ten of the most common design choices likely to result in a conveyor that is less safe, less clean and less productive over time.

1 Not knowing the bulk material

For decades it has been common practice to use only the bulk density and angle of repose to describe a bulk solid. The Conveyor Equipment Manufacturers Association (CEMA) receives an untold number of requests for bulk material properties that can just be looked up in a table, as if every material variation can be effectively captured in a textbook. But there can be significant problems with this approach.

A simple example of the dangers can be found by considering a very basic requirement: tonnage. The primary purpose of the conveyor is to move x t/h from one place to another. If that one goal isn't effectively achieved, all other requirements

Empfehlung: Testen Sie Proben des tatsächlich zu fördernden Schüttgutes unter dem gesamten Bereich des zu erwartenden Feuchtigkeitsgehalts und Verdichtungsdrucks und verwenden Sie diese Informationen zur Auslegung des Fördersystems.

2 Belastung des Übergangs

Ein gängiger „Trick der Branche“ zur Einhaltung von Preisvorgaben besteht darin, die Gesamtlänge eines Förderbandes durch Beladung dort zu verringern, wo das Band von flach in muldenförmig übergeht. Ein anderer Ansatz zur Verkürzung der Gesamtlänge des Förderbandes, um Preisziele zu erreichen, ist eine Konstruktionstechnik, die als Halb-Mulden-Übergang bekannt ist. Wenn die Praktiken der Beladung am Übergang und des Halb-Mulden-Übergangs in Kombination angewendet werden, kann das Ergebnis ein erhöhter Gurtverschleiß, erhöhter Rutschenverschleiß und vermehrtes Überlaufen sein (Bild 3).

Die Verringerung der Entfernung sowohl an der Belade- als auch an der Entladezone um 1 m oder mehr Förderbandlänge (und die daraus resultierenden 2 m Band) kann zu Einsparungen von 15 000 bis 20 000 US\$ pro Förderband führen. Weitere Einsparungen ergeben sich aus der geringeren Größe des Gebäudes, in dem das Förderband untergebracht ist.

Aber diese Kosteneinsparungsmaßnahmen haben ihren Preis. Betriebsprobleme beginnen sofort bei vielen Konstruktionen, die eine Beladung am Übergang und/oder die Verwendung des Halb-Mulden-Übergangs vorsehen. Das Hauptproblem ist flüchtiges Material, d.h. verschüttetes Material und Staub. Bei seinem Übergang von der flachen Umlenkrolle zur ersten

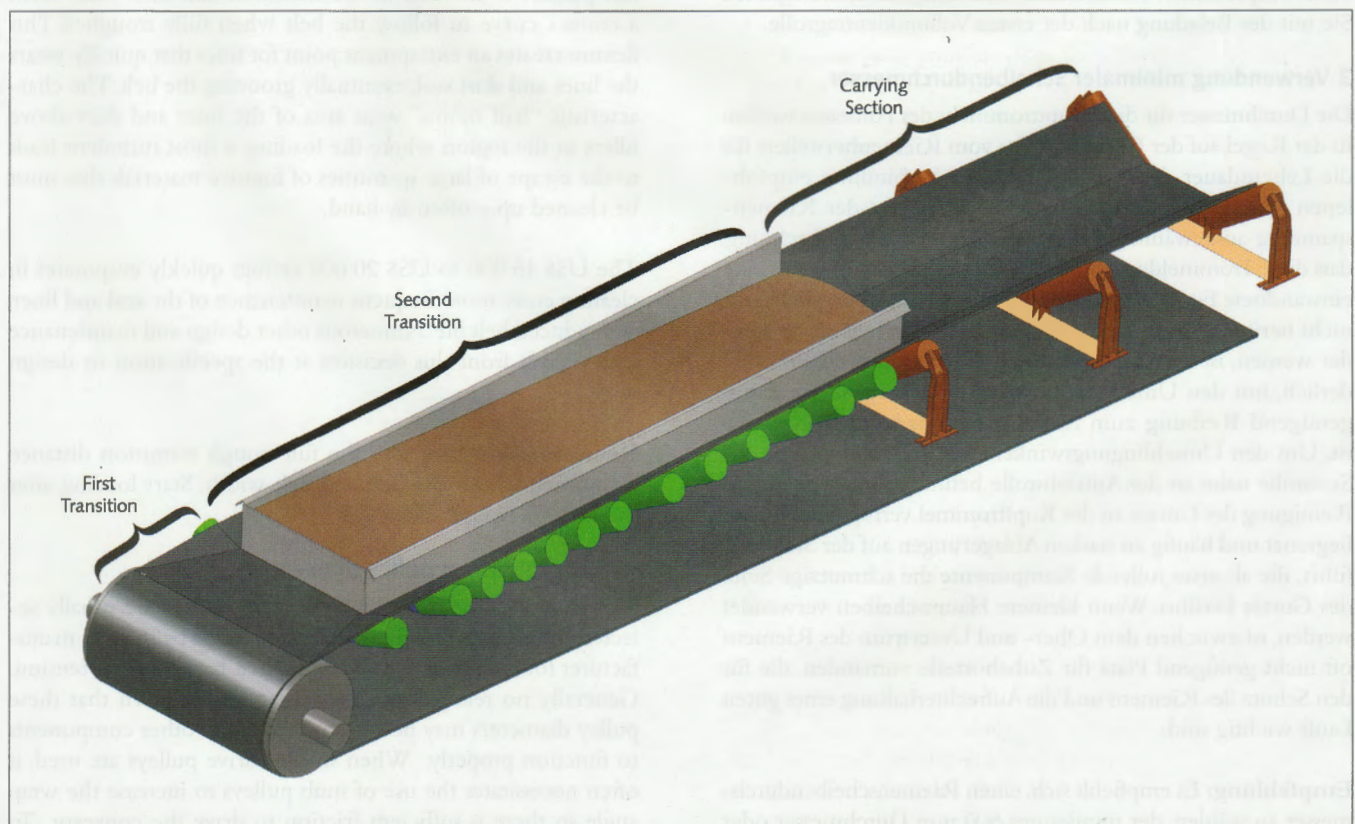
are secondary. But “CEMA Standard 550: Properties of Bulk Solids” has eight different bulk density listings for coal, ranging from ~600 to 980 kg/m³. That represents a large potential variation from the average bulk density: ~790 ± 190 kg/m³. So designing a system to accommodate the average value means that throughput could be over- or under-designed by ± 25 %.

Further, the angle of repose for these eight coal listings varies from 27 – 45°, a possible variation of ± 9° from the average. Designing the slope of hoppers or chutes based on the average value could mean that the bulk material doesn’t flow at all, or it might flow so freely that it can’t be adequately controlled by the chute geometry.

A typical set of tests to characterize a particular bulk solid costs about US\$ 30 000, while the estimated cost for system downtime is around US\$ 1000 per minute. Over the lifetime of a conveyor system, if just one plugged chute episode can be avoided the testing will have paid for itself (Fig. 2).

Similar arguments can be made for many other values that are critical to reducing future operating costs. For example, lump size and the percentage of fines are often misrepresented in a request for bid; the result can be ongoing disputes over contract performance.

Recommendation: Test samples of the actual bulk solid to be conveyed under the full range of expected moisture content and consolidating pressures, and use this information to design the conveyor system.



3 Die Übergangszone ist der Bereich, in dem das flache Band in eine Muldenform übergeht
The transition zone is the area where the flat belt converts to a troughed shape

Vollmuldenrolle ist das Band eine schwer zu modellierende, komplexe 3D-Oberfläche, die je nach Bandspannung (verursacht durch Schwankungen in der Belastung) variiert. Es ist praktisch unmöglich, diese Oberfläche genau zu modellieren; folglich muss die Schurre vor Ort an die Bandanlage angepasst werden, was die Kosten zusätzlich erhöht. Eine gängige Faustregel besagt, dass die Herstellung vor Ort 10 Mal so viel kostet wie die Herstellung in der Werkstatt.

Wenn auf den Übergang geladen und/oder die „Tricks“ des halbmuldigen Übergangs in einer Konstruktion verwendet werden, ergibt sich eine Rutsche, die im Übergang parallel zum Gurt beginnt und dann eine konvexe Kurve bilden muss, um dem Gurt zu folgen, wenn er vollständig gemuldet ist. Diese Biegung schafft einen Einschlusspunkt für Feinstkorn, der den Liner und die Randabdichtung schnell abnutzt und schließlich zu einer Rillung des Gurtes führt. Der charakteristische „Halbmond“-Verschleißbereich des Liners und der Schürze über den Tragrollen in der Region, in der die Belastung am turbulentesten ist, führt zum Austritt großer Mengen flüchtiger Materialien, die – oft von Hand – gereinigt werden müssen.

Die Einsparungen in Höhe von 15 000 bis 20 000 US\$ verflüchtigen sich schnell in Reinigungskosten, häufigeren Wartungsarbeiten an Dichtung und Laufbuchse und einer verkürzten Lebensdauer des Bandes. Zahlreiche andere Konstruktions- und Wartungsprobleme ergeben sich aus dieser Entscheidung in der Spezifikations- oder Konstruktionsphase.

Empfehlung: Verwenden Sie den für den Gurt und die Gurtbreite empfohlenen vollen Muldenübergangsabstand. Beginnen Sie mit der Beladung nach der ersten Vollmuldentragrolle.

3 Verwendung minimaler Scheibendurchmesser

Die Durchmesser für die Haupttrommeln des Förderers werden in der Regel auf der Grundlage des vom Riemenherstellers für die Lebensdauer des Riemens und der Verbindung empfohlenen Mindestdurchmessers auf der Grundlage der Riemen-Spannung ausgewählt. Im Allgemeinen wird die Befürchtung, dass diese Trommeldurchmesser zu klein sein könnten, um eine einwandfreie Funktion anderer Komponenten zu ermöglichen, nicht berücksichtigt. Wenn kleinere Antriebsscheiben verwendet werden, ist oft die Verwendung von Stoppscheiben erforderlich, um den Umschlingungswinkel zu vergrößern, damit genügend Reibung zum Antrieb des Förderers vorhanden ist. Um den Umschlingungswinkel zu erhöhen, muss sich die Stossrolle nahe an der Antriebsrolle befinden, was den für die Reinigung des Gurtes an der Kopftrommel verfügbaren Raum begrenzt und häufig zu starken Ablagerungen auf der Stossrolle führt, die als erste rollende Komponente die schmutzige Seite des Gurtes berührt. Wenn kleinere Hauptscheiben verwendet werden, ist zwischen dem Ober- und Untertrum des Riemens oft nicht genügend Platz für Zubehörteile vorhanden, die für den Schutz des Riemens und die Aufrechterhaltung eines guten Laufs wichtig sind.

Empfehlung: Es empfiehlt sich, einen Riemenscheibendurchmesser zu wählen, der mindestens 600 mm Durchmesser oder eine Größe größer ist als der vom Riemenhersteller empfohlene Mindestdurchmesser.

2 Loading on the transition

A common “trick of the trade” to meet price targets is to reduce the overall length of a conveyor by loading where the belt transitions from flat to troughed. Another approach to shortening the overall length of the conveyor to meet price targets is a design technique known as half-trough transition. When the practices of loading on the transition and half-trough transition are used in combination, the result can be increased belt wear, increased chute wear and increased spillage (Fig. 3).

Reducing the distance at both the loading and discharge zones by a meter or more of conveyor length (and the resultant two meters of belting) can result in a savings of US\$ 15 000 to US\$ 20 000 per conveyor. Additional savings may be found in the reduced size for the building that houses the conveyor.

But these cost-saving measures have a price. Operating problems begin immediately with many designs that incorporate loading on the transition and/or using the half-trough transition. The primary issue is fugitive material – that is, spillage and dust. In its transition from the flat tail pulley to the first full trough idler, the belt is a hard-to-model, complex 3D surface that varies based on belt tension (caused by variations in loading). It's virtually impossible to accurately model this surface; consequently field-fitting of the chute to the belt line is required, which adds to the cost. A common rule of thumb is that it costs 10 times as much to do field fabrication as shop fabrication.

When loading on the transition and/or using the half-trough transition “tricks” in a design, the result is a chute that starts out parallel to the belt in the transition and then must form a convex curve to follow the belt when fully troughed. This flexure creates an entrapment point for fines that quickly wears the liner and skirt seal, eventually grooving the belt. The characteristic “half moon” wear area of the liner and skirt above idlers in the region where the loading is most turbulent leads to the escape of large quantities of fugitive materials that must be cleaned up – often by hand.

The US\$ 15 000 to US\$ 20 000 savings quickly evaporates in cleanup costs, more frequent maintenance of the seal and liner, and reduced belt life. Numerous other design and maintenance issues result from this decision at the specification or design stage.

Recommendation: Use the full trough transition distance recommended for the belt and belt width. Start loading after the first full trough idler.

3 Using minimum pulley diameters

The diameters for the conveyor's main pulleys are usually selected based on the minimum recommended by the belt manufacturer for the life of the belt and splice, based on belt tension. Generally no recognition is given to the concern that these pulley diameters may be too small to allow other components to function properly. When smaller drive pulleys are used, it often necessitates the use of snub pulleys to increase the wrap angle so there is sufficient friction to drive the conveyor. To increase the wrap, the snub pulley must be close to the drive pulley, which limits the space available for cleaning the belt at

4 Fehlender Zugang

Die Beispiele für mangelnden Zugang bei vielen Förderband-Konstruktionen sind so zahlreich, dass allein zu diesem Thema ein ganzer Artikel geschrieben werden könnte. Förderer werden oft in Gehäusen oder Tunneln platziert, bei denen eine Seite so dicht an der Wand liegt, dass für eine Wartungsperson kein Platz ist, um seitlich am Förderer entlang zu gehen.

Zugangstüren können sich an seltsamen Stellen befinden, die eine minimale Sicht erlauben und so klein sind, dass durch sie keine Inspektion oder Wartung durchgeführt werden kann. Förderer können so nah am Boden liegen, dass unter dem Förderer kein Platz zum Reinigen ist. Außerdem sind die Platzierung der Plattformen und Antriebskomponenten um die Kopftrammel herum oft so ungünstig, dass es unmöglich ist, Komponenten für eine ordnungsgemäße Inspektion oder Wartung zu erreichen (Bild 4).

Empfehlung: Befolgen Sie die CEMA-Empfehlungen für Zugang und Freiraum, wie in der 7. Ausgabe von „Gurtförderer für Schüttgut“ beschrieben [1].

the head pulley and often leads to severe buildup on the snub, which is the first rolling component to contact the dirty side of the belt. When smaller main pulleys are used, there is often inadequate space between the top and bottom runs of the belt for accessories that are critical to protecting the belt and maintaining good tracking.

Recommendation: Best practice is to select a pulley diameter that is at least 600 mm (24-inches) diameter or one size larger than the minimum recommended by the belt manufacturer.

4 Lack of access

The examples of lack of proper access in many conveyor designs are so numerous that an entire article could be written just on this topic alone. Conveyors are often placed in enclosures or tunnels where one side is so close to the wall that there is no room for a maintenance person to shuffle sideways along the conveyor.

Access doors may be located in odd places that allow a minimal view and are so small that no inspection or maintenance can be



4 Strategisch platzierte Zugangstüren erleichtern Inspektion und Service • Strategically-located access doors facilitate inspection and service

5 Abdeckung von Schlüsselkomponenten mit Rohrleitungen und Kabelkanälen

Die Tragkonstruktion des Förderers bildet ein praktisches System für die Montage der elektrischen Leitungen und der Rohrleitungen für die Luft- oder Wasserversorgung der Anlage. Es ist ein übliches Versäumnis, die Lage der Leitungs- und Rohrleitungsführungen auf einer Fördererstruktur nicht zu kontrollieren. Die Tatsache, dass diese Rohre und Leitungen oft die Installation und Wartung kritischer Komponenten wie Bandwanderungsschalter, Bandreiniger, Pflug- und Umlenkrollen behindern, ist allgemein bekannt.

Die Leitungen und Rohre müssen nur selten gewartet oder verlegt werden, während die sie umgebenden Komponenten in der Regel häufig inspiziert und gewartet werden müssen. Um die Verletzungsgefahr noch zu vergrößern, befinden sich diese Rohrleitungen oft an der Seite des Förderers, wo sich ein angeblich für den Zugang installierter Laufsteg befindet (Bild 5).

Empfehlung: Legen Sie fest, dass Leitungs- und Rohrleitungsstränge den Zugang zu kritischen Komponenten entlang des Förderers nicht blockieren oder behindern dürfen. An der Kopf- und Umlenkrolle sollten alle Leitungen und Rohrleitungen mit flexiblen Leitungsabwürfen zur Verbindung der Komponenten installiert werden.

done through them. Conveyors may be so close to the floor that there is no room to clean under the conveyor. Further, the location of platforms and drive components around the head pulley are often so misplaced that it's impossible to reach components for proper inspection or maintenance (Fig. 4).

Recommendation: Follow CEMA recommendations for access and clearance, as detailed in *Belt Conveyors for Bulk Materials*, 7th edition [1].

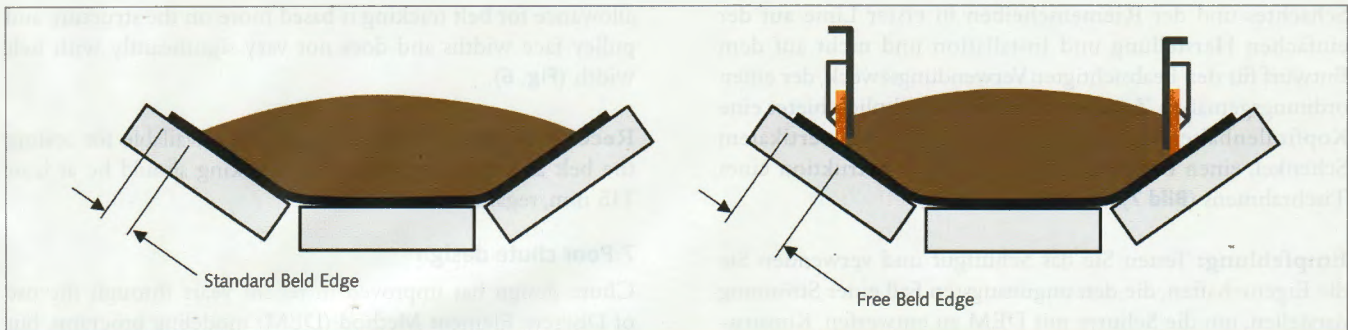
5 Covering key components with piping and conduit

The support structure of the conveyor makes a convenient rack system for mounting electrical conduit and the piping for plant air or water supply. It's a common omission not to control the location of conduit and piping runs on a conveyor structure. The fact that this piping and conduit often impedes the installation and service of critical components such as belt wander switches, belt cleaners, plows and return idlers is well recognized.

The conduit and piping rarely needs maintenance or relocation, while the components that surround it typically do need frequent inspection and service. To add insult to injury, these plumbing runs are often on the side of the conveyor where there is a walkway, supposedly installed to provide access (Fig. 5).



5 Diese Kabelrinne blockiert den Zugang für den effizienten Austausch von Spannrollen • This cable tray blocks access for efficiently replacing idlers



© Martin Engineering

6 Der Abstand der freien Kante sollte auf dem Abstand basieren, der erforderlich ist, um das Band ordnungsgemäß abzudichten
The free edge distance should be based on the distance needed to properly seal the belt

6 Unzureichender Randabdichtungsabstand

Die freie Bandkante außerhalb der Schutzleisten in der Ladezone eines Förderers wird als Kantendichtungsabstand bezeichnet. Die CEMA-Norm basiert darauf, dass der Abstand zwischen den Innenabmessungen der Schürzen $2/3$ der Flachriemenbreite entspricht, wobei der Einschlagswinkel nicht berücksichtigt wird. Die europäische Norm basiert auf einer Formel für die freie Gurtkante. Die Standardgurtkante wird für Kapazitätsberechnungen verwendet, um zu verhindern, dass Material zwischen Tragrollen von den Gurtkanten abfällt. Keine dieser beiden aktuellen Normen sieht einen ausreichenden Kantenabstand vor, um die Bandführungs- und Dichtungssysteme unterzubringen, die erforderlich sind, um die heutigen Anforderungen an Staub- und Überlaufkontrolle zu erfüllen. Der freie Kantenabstand sollte auf dem Abstand basieren, der für die ordnungsgemäße Abdichtung des Bandes erforderlich ist. Der Zuschlag für den Riemenlauf basiert eher auf der Struktur und den Scheibenflächenbreiten und variiert nicht wesentlich mit der Riemenbreite (Bild 6).

Empfehlung: Der freie Riemenrand, der zum Abdichten des Riemens zur Verfügung steht und eine Fehlsteuerung des Riemens zulässt, sollte unabhängig von der Riemenbreite mindestens 115 mm betragen.

7 Schlechte Schurrenkonstruktion

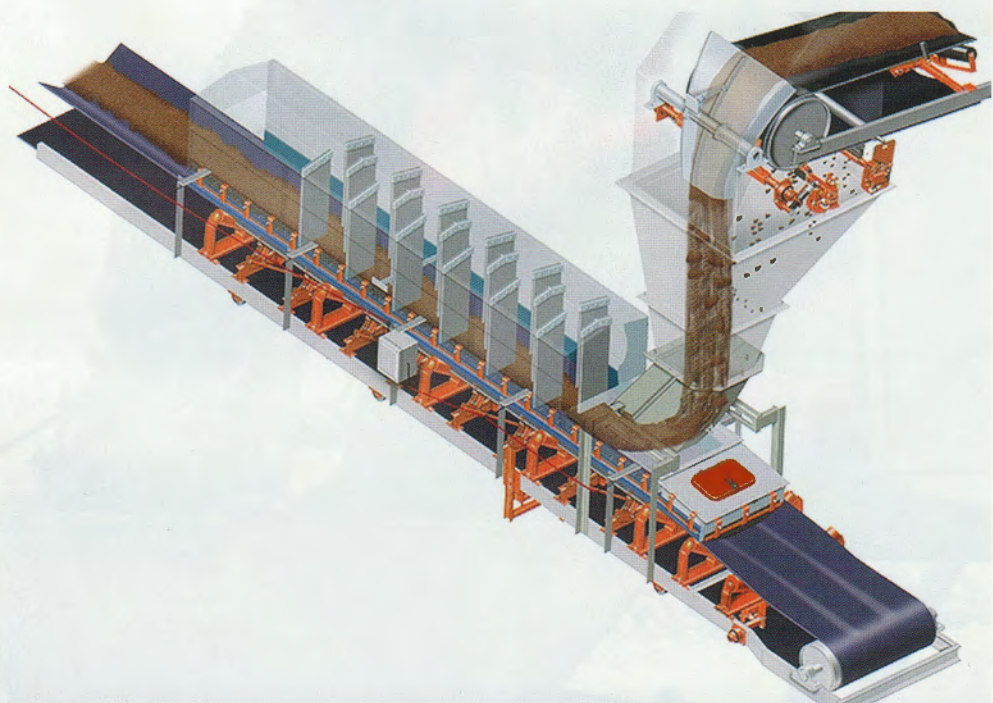
Der Schurrenentwurf hat sich in den letzten Jahren durch den Einsatz von DEM-Modellierungsprogrammen (Diskrete Elemente Methode) verbessert. Wenn die Eigenschaften des Schüttguts jedoch nicht richtig identifiziert werden, können die DEM-Ergebnisse schlechter ausfallen als bei Verwendung der alten „Faustformeln“ bei der Auslegung.

Selbst wenn das Schüttgut gut spezifiziert ist, basiert der Ansatz für den Entwurf der strukturellen Unterstützung des

Recommendation: Specify that conduit and piping runs not be allowed to block or impede access to critical components along the conveyor. At the head and tail pulley, all conduit and piping should be installed with flexible conduit drops to connect components.

6 Insufficient edge sealing distance

The free belt edge outside of the skirtboards in the loading zone of a conveyor is called the edge sealing distance. The CEMA standard is based on the distance between the inside dimensions of the skirtboards being equal to $2/3$ the flat belt width, which does not account for the toughing angle. The European standard is based on a formula for free belt edge. The standard belt edge is used for capacity calculations to prevent material from falling off the edges of the belt between carrying idlers. Neither of these current standards provides adequate edge distance to accommodate the belt tracking and sealing systems required to meet today's requirements for dust and spillage control. The free edge distance should be based on the distance needed to properly seal the belt. The



© Martin Engineering

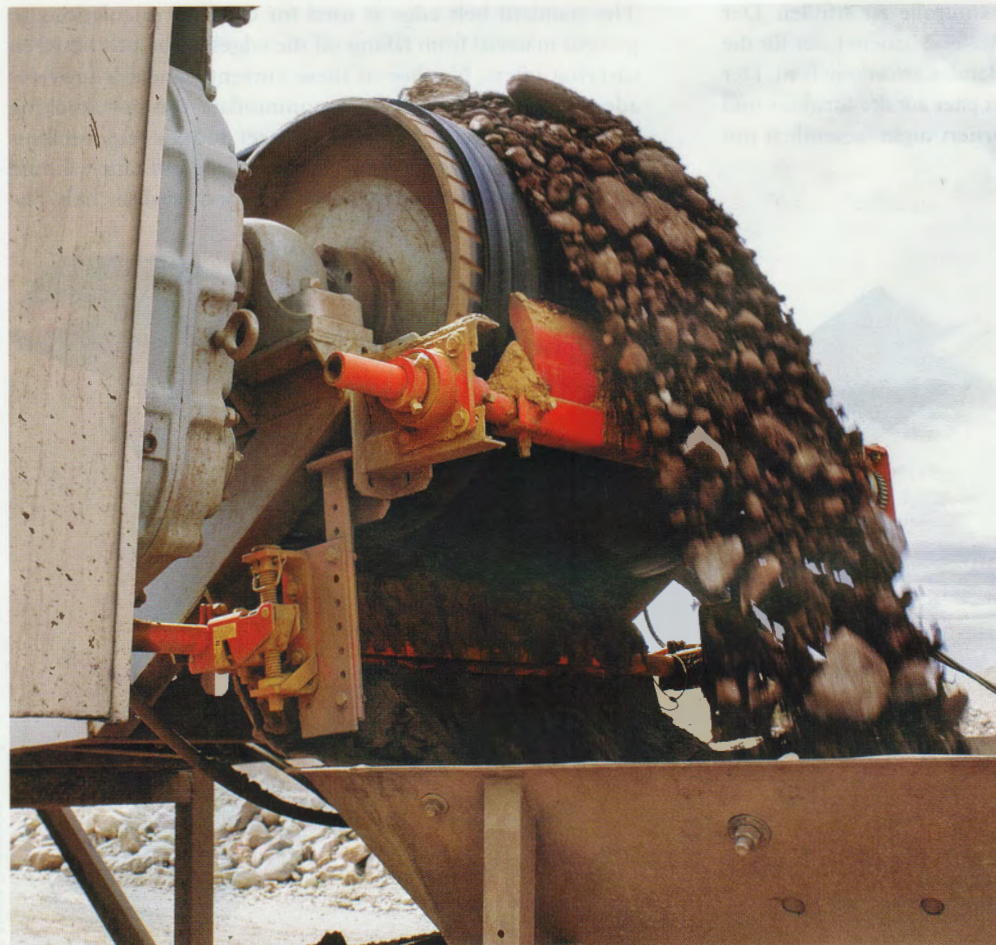
7 Die moderne Gestaltung der Ladezone enthält Elemente, die sowohl auf Sicherheit als auch auf Produktivität ausgerichtet sind • Modern loading zone design has elements that focus on both safety and productivity

Schachtes und der Riemenscheiben in erster Linie auf der einfachen Herstellung und Installation und nicht auf dem Entwurf für den beabsichtigten Verwendungszweck, der einen ordnungsgemäßen Zugang erfordert. Gewöhnlich bietet eine Kopffrollenhalterung mit A-Rahmen, d.h. mit vertikalem Schenkel, einen besseren Zugang als die Konstruktion eines Tischrahmens (Bild 7).

Empfehlung: Testen Sie das Schüttgut und verwenden Sie die Eigenschaften, die den ungünstigsten Fall einer Strömung darstellen, um die Schurre mit DEM zu entwerfen. Konstruieren Sie die Struktur so, dass sie den Zugang zu kritischen Komponenten nicht behindert, aber dennoch einen adäquaten Zugang für die Wartung sowie für zukünftige Upgrades ermöglicht.

8 Unzureichende Bandreinigung

Man kann nur schlussfolgern, dass mit der Verschärfung der Anforderungen an Staub und Verschüttungen im Laufe der Zeit anspruchsvollere Bandreiniger in größerer Anzahl erforderlich sein werden. Häufig wird eine unzureichende Anzahl von Bandreinigern oder Reinigern mit einer zu niedrigen Einschaltdauer angegeben. Darüber hinaus kann es sein, dass der in der Konstruktion vorgesehene Platz die ordnungsgemäße Installation und Wartung von Bandreinigern nicht zulässt (Bild 8).



8 Angemessener Raum und Zugang für mehrere Reiniger ist entscheidend, um Rückverschleppung zu verhindern und flüchtiges Material zu kontrollieren • Adequate space and access for multiple cleaners is critical in preventing carryback and controlling fugitive material

allowance for belt tracking is based more on the structure and pulley face widths and does not vary significantly with belt width (Fig. 6).

Recommendation: The free belt edge available for sealing the belt and allowing for belt mistracking should be at least 115 mm, regardless of belt width.

7 Poor chute design

Chute design has improved in recent years through the use of Discrete Element Method (DEM) modeling programs, but many chutes are still drafted rather than designed. However, if the properties of the bulk solid are not properly identified, the DEM results can be worse than using the old "rule of thumb" design methods.

Even if the bulk material is well specified, the approach to designing the structural support of the chute and the pulleys is based primarily on ease of fabrication and installation, rather than designing for the intended use, which requires proper access. Usually an A-frame type of head pulley support, with one leg vertical, provides better access than a table frame design (Fig. 7).

Recommendation: Test the bulk solid and use the properties that represent the worst-case flow to design the chute using DEM. Design the structure so that it does not impede access to

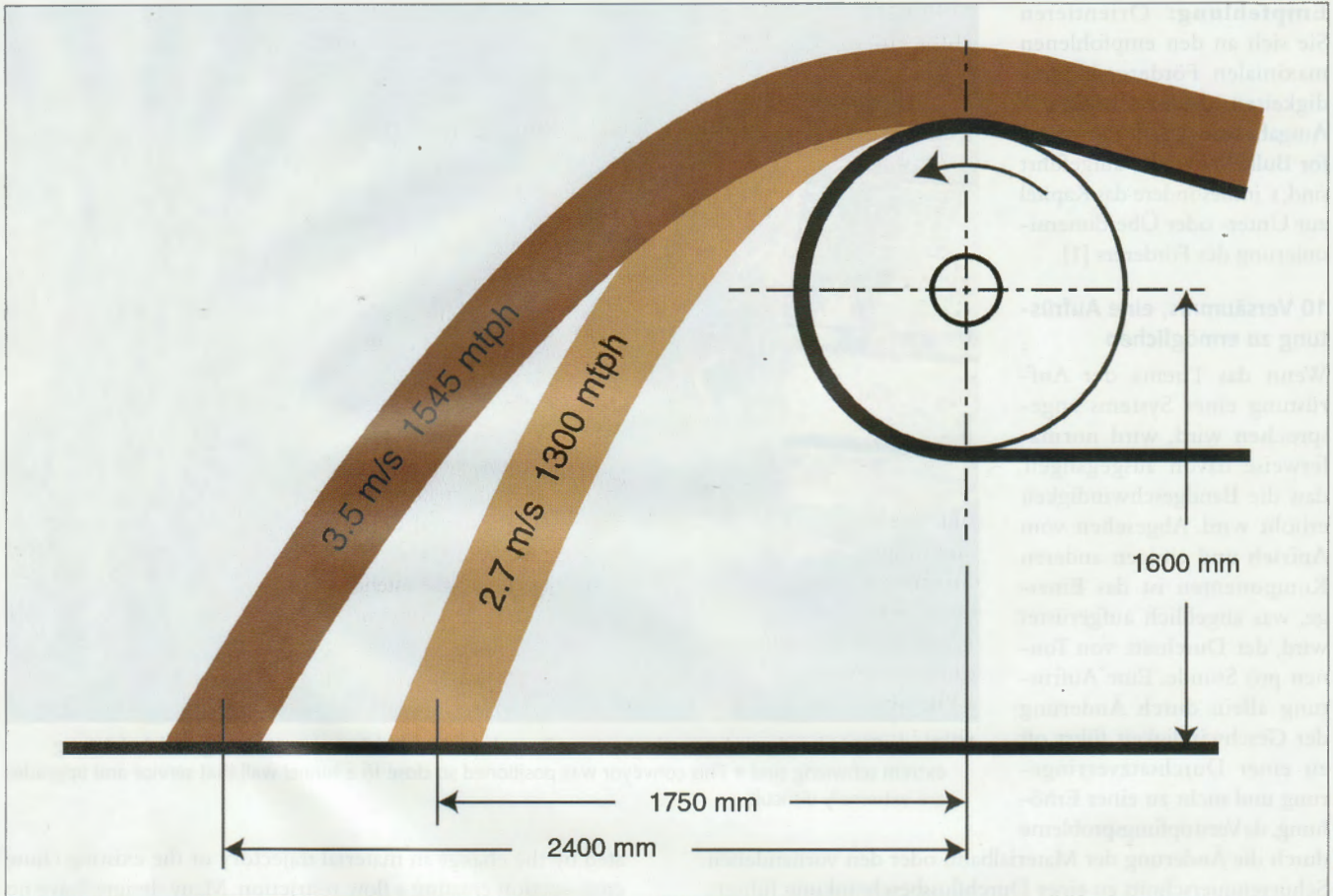
critical components, yet allows adequate access for maintenance as well as future upgrades.

8 Inadequate belt cleaning

One can only conclude that as dust and spillage requirements tighten over time that more sophisticated belt cleaners in larger numbers will be required. Often an inadequate number of belt cleaners or cleaners with too low a duty rating are specified. In addition, the space that is provided in the design may not allow the proper installation and service of belt cleaners (Fig. 8).

Suppliers are pressured to meet price goals and end up providing equipment that they know will not meet expectations. But the game is to make the specification vague enough (using terminology such as "or equal") so the supplier can be pressured with a choice: "Meet the price or we will put in a simple design and let the customer deal with the problem."

Recommendation: Include belt cleaning performance specifications in the conveyor



© Martin Engineering

9 Staub und Verschüttungen stehen in direktem Zusammenhang mit Bandgeschwindigkeit und Tonnage
Dust and spillage are directly related to belt speed and tonnage

Die Lieferanten werden unter Druck gesetzt, die Preisziele zu erreichen und liefern schließlich Geräte, von denen sie wissen, dass sie die Erwartungen nicht erfüllen werden. Das Spiel besteht jedoch darin, die Spezifikation vage genug zu formulieren (unter Verwendung von Begriffen wie „oder gleichwertig“), so dass der Lieferant vor die Wahl gestellt werden kann: „Erfüllen Sie den Preis, oder wir setzen ein einfaches Design ein und lassen den Kunden sich um das Problem kümmern“.

Empfehlung: Nehmen Sie Spezifikationen zur Bandreinigungsleistung in die Anforderungen an das Förderband auf. Lassen Sie ausreichend Platz für Scavenger-Förderer, wenn der Kopschacht so konstruiert ist, dass mindestens 3 Reiniger nicht in den verfügbaren Platz passen und der Rücklauf in einer Fallrinne mit nahezu senkrechten Wänden aufgefangen werden kann.

9 Ersatz der Gurtbreite durch die Geschwindigkeit

Förderer werden routinemäßig für Geschwindigkeiten von 7,5 bis 11,5 m/s ausgelegt. Einige Branchen haben maximale Transportgeschwindigkeiten festgelegt, um den Verlust des Schüttgutes zu begrenzen und/oder Staub zu kontrollieren. Obwohl diese Praktiken ihre Wurzeln in der praktischen Erfahrung haben, werden sie oft überstrapaziert, um Preisziele zu erreichen. Staub und Verschüttungen stehen in direktem Zusammenhang mit der Bandgeschwindigkeit und der Tonnage, während der Verschleiß eine Funktion des Quadrats des Schüttgutstroms ist. Daher sollten die Kompromisse zwischen Breite und Geschwindigkeit sorgfältig abgewogen werden (Bild 9).

requirements. Allow adequate space for scavenger conveyors if the head chute design is such that at least 3 cleaners cannot fit in the available space and the carryback can be captured in a dribble chute with near-vertical walls.

9 Belt width instead of speed

Conveyors are routinely designed to travel at speeds as high as 7.5 to 11.5 m/s. Some industries have established maximum transport speeds to limit degradation of the bulk solid and/or control dust. While these practices have their roots in practical experience, they are often stretched to meet price goals. Dust and spillage are directly related to belt speed and tonnage, while wear is a function of the square of the bulk material stream. So the trade-offs between width and speed should be considered carefully (Fig. 9).

Recommendation: Follow the suggested maximum conveying speeds listed in CEMA's "Belt Conveyors for Bulk Materials", 7th edition. See in particular the chapter: Underrate or oversize the conveyor [1].

10 Failure to allow for upgrading

When the topic of upgrading a system is brought up, the normal assumption is that the belt speed is being increased. Other than the drive and a few other components, the only thing that supposedly gets upgraded is the tons per hour output. Upgrading by changing the speed alone often results in a throughput decrease rather than an increase, due to pluggage problems cre-

Empfehlung: Orientieren Sie sich an den empfohlenen maximalen Fördergeschwindigkeiten, die in CEMA's 7. Ausgabe von „Belt Conveyors for Bulk Materials“ aufgeführt sind, s. insbesondere das Kapitel zur Unter- oder Überdimensionierung des Förderers [1].

10 Versäumnis, eine Aufrüstung zu ermöglichen

Wenn das Thema der Aufrüstung eines Systems angesprochen wird, wird normalerweise davon ausgegangen, dass die Bandgeschwindigkeit erhöht wird. Abgesehen vom Antrieb und einigen anderen Komponenten ist das Einzige, was angeblich aufgerüstet wird, der Durchsatz von Tonnen pro Stunde. Eine Aufrüstung allein durch Änderung der Geschwindigkeit führt oft zu einer Durchsatzverringern und nicht zu einer Erhöhung, da Verstopfungsprobleme durch die Änderung der Materialbahn oder den vorhandenen Schuppenquerschnitt zu einer Durchflussbeschränkung führen. Viele Konstruktionen lassen keinen Raum selbst für geringen Aufrüstungen oder Ergänzungen. Mit minimalem Aufwand in der Konstruktionsphase und mit wenig oder ohne zusätzliche Fertigungs- oder Installationskosten kann eine gewisse Flexibilität für leistungsverbessernde Upgrades in das System eingebaut werden (Bild 10).

Empfehlung: Verwenden Sie Standardkomponenten, um die Preisziele zu erreichen, aber lassen Sie im Design Raum für problemlösende Upgrades, um die Produktions-/Kostenziele zu erreichen.

11 Schlussfolgerung

Die Entscheidung, diese problematischen Bereiche zu ignorieren und ausschließlich nach dem Preis zu kaufen, führt in der Regel zu einem geringeren Durchsatz als angegeben, zu höheren Betriebs- und Wartungskosten als geplant und zu einer geringeren Sicherheit. Jedes dieser Probleme kann, wenn es in der Spezifikations- und Entwurfsphase angesprochen wird, leicht auf der Grundlage von Lebenszykluskosten und Kostenvermeidung gerechtfertigt werden. Wenn diese Konstruktionsprobleme erst einmal in der Fertigungs-, Installations- und Betriebsphase gelöst sind, können sie korrigiert werden oder auch nicht, und zwar zu wesentlich höheren Kosten, als wenn sie bereits in einem frühen Stadium des Projekts behandelt und finanziert würden. Weitere Informationen wie man Einsparungen erreichen und rechtfertigen kann, wie man "es richtig macht", finden Sie unter "Grundlagen für die Sicherheit von Förderanlagen":

www.martin-eng.com/content/product/690/safety-book



10 Dieses Förderband wurde so nahe an einer Tunnelwand positioniert, dass Wartung und Aufrüstung extrem schwierig sind • This conveyor was positioned so close to a tunnel wall that service and upgrades are extremely difficult

ated by the change in material trajectory or the existing chute cross-section creating a flow restriction. Many designs leave no room for even modest upgrades or additions. With a minimal effort in the design phase and at little or no additional fabrication or installation cost, some flexibility can be built into the system for performance-improving upgrades (Fig. 10).

Recommendation: Use standard components to meet price targets, but allow space in the design for problem-solving upgrades to meet production/cost targets.

11 Conclusion

Deciding to ignore these problematic areas, and purchasing solely on price, usually results in less throughput than specified, higher operating and maintenance costs than budgeted, and reduced safety. Each of the issues, if addressed in the specification and design stages, can easily be justified based on life cycle costing and cost avoidance. Once these design problems progress to the fabrication, installation and operation stages, they may or may not be correctable, at substantially more cost than if they were addressed and funded early in the project. For more information on how to project savings and justify "doing it right" see "Foundations for Conveyor Safety":

www.martin-eng.com/content/product/690/safety-book

Literatur • Literature

- [1] Belt Conveyors for Bulk Materials, 7th edition, Conveyor Equipment Manufacturers Association (CEMA), 2014