



Sonderdruck – Reprint

aus: Cement International, Ausgabe 6, Dezember 2007

Bevorratung, Dosierung und Förderung von festen Sekundärbrennstoffen – Konzepte und Equipment

from: Cement International, issue 6, December 2007

Storing, metering and conveying solid secondary fuels – design basis and equipment

we make processes work



Zusammenfassung

Das Handling von festen Sekundärbrennstoffen einschließlich ihres Transports zum Drehofen- und/oder Calcinatorbrenner lässt sich in der Regel in die drei miteinander verbundenen Anlagenbereiche der Materialannahme und Materiallagerung, der Dosierung bzw. Materialverwiegung und des Transports zur Brennstelle unterteilen. Die Materialannahme erfolgt normalerweise in Lkws, wobei die Lagerung in Zwischenlagern realisiert werden kann. Als Zwischenlager eignen sich z. B. Silos, Flachbunker oder auch Container, die einschließlich der fördertechnischen Einrichtungen – wenn erforderlich – auch druckstoßfest ausgeführt sein können. Das angelieferte Material gelangt dann aus dem Zwischenlager in den Prozess. Im Gegensatz dazu können die Brennstoffe auch sozusagen „Just in time“ direkt von der Materialannahme in den Prozess weitergeleitet werden. Diese Materialübergabe erfolgt mittels so genannter Andockstationen oder Kippcontainerstationen direkt vom anliefernden LKW aus. Die Materialdosierung bzw. Verwiegung erfolgt nach einer eventuellen Fremdkörperabscheidung und Überkornbeseitigung mittels Dosierband- oder Schneckenwaagen, die je nach der Gefährlichkeit des Sekundärbrennstoffs druckstoßfest ausgeführt sein können und regelungstechnisch die vorgelagerten Austragsorgane mit einbeziehen. Der Materialtransport zum Ofen- bzw. Calcinatorbrenner kann mechanisch, aber auch pneumatisch realisiert werden. Die mechanische Förderung übernehmen in diesem Falle vorzugsweise Trogkettenförderer oder auch Gurtförderer. Im Gegensatz zur pneumatischen Förderung lassen sich mechanisch auch grobstückige Materialien problemlos fördern, die Flexibilität mechanischer Förderer ist allerdings deutlich geringer. Die Einspeisung des Brennstoffs in die pneumatische Förderleitung geschieht mithilfe einer speziell entwickelten Durchblas-Zellenradschleuse. Diese Schleuse besitzt selbst bei hohen Druckdifferenzen eine hohe Verschleißbeständigkeit und Zuverlässigkeit. Im vorliegenden Beitrag werden die von Schenck Process entwickelten bzw. eingesetzten Komponenten zur Dosierung von festen Sekundärbrennstoffen beschrieben und verschiedene Anlagenkonzepte vorgestellt.

Summary

The handling of solid secondary fuels, including their transport to the rotary kiln burner and/or calciner burner, can normally be divided into three linked areas of the plant, namely material acceptance and storage, metering and weighing of the material, and transport to the burner. The material is normally received in lorries and can be held in intermediate storage. Suitable intermediate storage can be provided by silos, flat-bottomed hoppers and containers, which can also – if necessary – be made resistant to pressure surges, including the transport equipment. The material that has been delivered then passes from the intermediate store into the process. However, after acceptance of the material the fuels can also be passed on directly to the process on a “just in time” basis. This material transfer is carried out directly from the delivery lorries via docking stations or container tipping stations. After elimination of any foreign bodies and removal of oversize particles the material is metered and weighed with belt or screw weigh-feeders that incorporate the preceding extraction devices in the control technology and, depending on the dangers posed by the secondary fuel, can be made resistant to pressure surges. The material can be transported to the kiln or calciner burners either mechanically or pneumatically. In this case the mechanical transport is generally by troughed chain conveyors or belt conveyors. In contrast to pneumatic conveying it is also possible to convey lumpy materials mechanically without any problem, but mechanical conveyors are significantly less flexible. The fuel is introduced into the pneumatic delivery line by a specially developed blow-through rotary-vane feeder. Even with large pressure differences this feeder has a high level of wear resistance and reliability. This article describes the components that have been developed and used by Schenck Process for metering solid secondary fuels and introduces the design basis for different plants.

1 Einleitung

In der Zementindustrie, insbesondere in den europäischen Ländern, gehört es längst zu einer täglichen Praxis, die immer teurer werdenden Primärbrennstoffe durch Sekundärbrennstoffe zu ersetzen. Diese oftmals hochenergetischen Abfall- oder Recyclingmaterialien eignen sich sowohl zur Befuerung des Drehofens als auch des Calcinator. Aufgrund der im Brennprozess auftretenden hohen Temperaturen können diese Materialien in idealer Weise umweltverträglich und energieeffizient verwertet werden. Mittlerweile werden in zahlreichen Ländern schon über 50 % des zum Klinkerbrennen benötigten spezifischen Wärmebedarfs durch den planmäßigen Einsatz von Sekundärbrennstoffen gedeckt. Die damit oftmals einhergehende Reduzierung der CO₂-Emissionen leistet einen wichtigen Beitrag zum Umweltschutz.

Der Einsatz eines Sekundärbrennstoffs richtet sich entscheidend nach dessen lokaler Verfügbarkeit. Der Anlagenbetreiber muss deshalb zunächst prinzipielle Überlegungen über die Eignung der Materialien zum Einsatz im Brennprozess, über die Entstehung von Emissionen sowie über die erforderlichen Investitions- und Betriebskosten für das Handling von Sekundärbrennstoffen anstellen. Die zur Verfügung stehenden Sekundärbrennstoffe können sehr unterschiedliche Eigenschaften aufweisen. Diese Eigenschaften stellen besondere Anforderungen an die Dosiertechnik, an die Bevorratung sowie an den Transport. Im vorliegenden Beitrag werden diese Anforderungen für die Verwertung von festen Sekundärbrennstoffen sowie deren Bewältigung näher beleuchtet.

2 Sekundärbrennstoffe

Sekundärbrennstoffe stammen in der Regel aus den unterschiedlichsten gewerblichen Bereichen und weisen stark von einander abweichende Materialeigenschaften auf. Dabei handelt es sich heute sehr häufig um Altreifen und Gummiabfälle, um Papier und Verpackungsabfälle, um Sägemehle, Lacke, Klärschlämme und geschredderte Plastikabfälle (» Bild 1). Für viele dieser Stoffe ist eine mechanische Aufbereitung durch Schreddern, Siebklassieren und Separieren notwendig, um ein homogenisiertes Produkt mit einem spezifizierbaren Heizwert zu erhalten. Die Aufbereitung erfolgt in der Regel nicht im Zementwerk, sondern durch spezialisierte Aufbereitungsfirmen, die dann Lieferverträge mit den Zementwerken in der Region abschließen (» Bild 2). Verglichen mit den Primärbrennstoffen weisen sehr viele Sekundärbrennstoffe Schüttdichten auf, die nur 10 bis 20 % der Dichte eines Primärbrennstoffs ausmachen,

1 Introduction

It has long been common practice in the cement industry, especially in European countries, to replace the increasingly expensive primary fuels with secondary fuels. These waste or recycled materials, which often have a high energy content, are suitable for firing both the rotary kiln and the calciner. The high temperatures involved in the burning process ensure ideal utilization of these materials in a way that is environmentally compatible and energy efficient. Numerous countries now cover over 50 % of the specific heat requirement for burning clinker by the systematic use of secondary fuels. This is often accompanied by a reduction in CO₂ emissions, which makes an important contribution to environmental protection.

The use of a secondary fuel is determined to a crucial extent by its local availability. The plant operator must therefore first give serious consideration to the suitability of the materials for use in the burning process, to the generation of emissions and to the capital and operating costs incurred for handling secondary fuels. The secondary fuels that are available can have widely differing properties. These properties place special demands on the metering technology, storage and transport. This article examines the requirements for utilization of solid secondary fuels and how they can be met.

2 Secondary fuels

As a rule secondary fuels come from very different sectors of industry and have materials properties that differ widely from one another. Nowadays this often involves used tyres and rubber waste, paper and packaging waste, sawdust, paints, sewage sludge and shredded plastic waste (» Fig. 1). Many of these materials required mechanical processing by shredding, screening and separating to obtain a homogenized product with

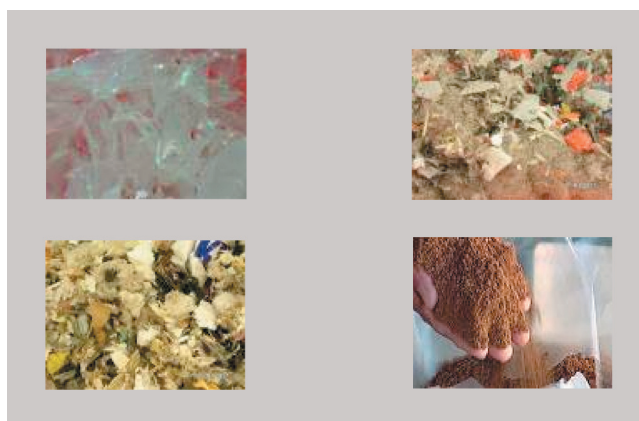


Bild 1: Beispiele für aufbereitete feste Sekundärbrennstoffe
Figure 1: Examples of processed solid secondary fuels

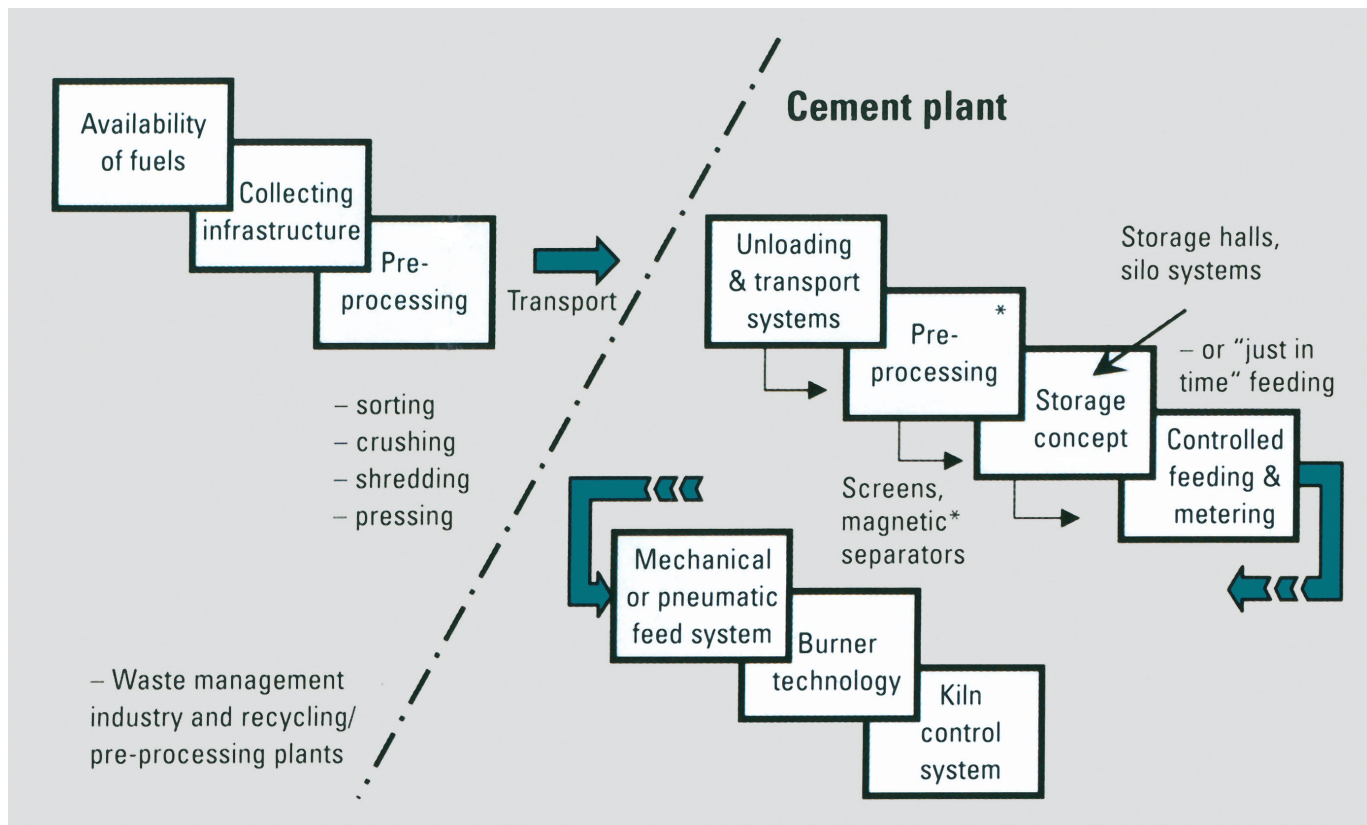


Bild 2: Konzept zur Verwertung von Sekundärbrennstoffen

Figure 2: Scheme for utilization of secondary fuel

was zur Folge hat, dass hohe Volumina transportiert, gelagert und dosiert werden müssen. Bei dem sehr häufigen Brennstoffdurchsatz von 5 t/h müssen demzufolge bereits 1.200 m³ pro Tag „gehandelt“ werden. Die Kosten für Transport- und Lagerung gehen deshalb sehr stark in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ein.

3 Equipment

3.1 Bevorratung

Unter der Bevorratung eines Sekundärbrennstoffs versteht man die Materialannahme sowie Materiallagerung. Prinzipiell wird dabei zwischen den Bereichen „Just in time“ und Zwischenlagerung unterschieden. „Just in time“ steht für die direkte Zuführung des Materials vom LKW in den Prozess, was durch so genannte Andock- oder Kippcontainerstationen erfolgen kann. Bei der Zwischenlagerung wird der Brennstoff vor der Zuführung in den Prozess in Silos, Flachbunkern oder Containern zwischengelagert. Die Zwischenlagerung kann – wenn erforderlich – auch in druckstoßfesten Behältern erfolgen.

3.1.1 Walking Floor Container

Vielfach werden heute feste Sekundärbrennstoffe auch in Sattelaufliegern mit einem Walking-Floor-

a specifiable calorific value. As a rule the processing is not carried out at the cement works but is undertaken by specialist processing firms that then arrange supply contracts with the cement works in the region (» Fig. 2). When compared with primary fuels a great many secondary fuels have bulk densities that are only 10 to 20% of the density of a primary fuel, which means that large volumes have to be transported, stored and metered. At the very common fuel throughput of 5 t/h it can be necessary to handle as much as 1,200 m³ per day. The transport and storage costs are therefore major factors when considering the economic viability.

3 Equipment

3.1 Storing

The storing of a secondary fuel is taken to mean acceptance of the material as well as its storage. A distinction is made in principle between the approaches of “just in time” and intermediate storage. “Just in time” implies direct supply of the material from lorries to the process, which can take place through docking stations or container tipping stations. With intermediate storage the fuel is stored in silos, flat-bottomed hoppers or containers before it is introduced into the

Austragssystem lose angeliefert. Solche Auflieger-systeme sind weltweit im Einsatz und speziell für den Transport von Losematerial mit Volumina bis zu 90 m³ entwickelt worden. Der Sattelaufliieger wird dabei rückwärts in die exakte Entladeposition vor den Andockstationen rangiert. Ein aufblasbares Dichtsystem umschließt den Auflieger staubdicht nach allen Seiten, sodass während der Entladung kein Material in die Umwelt entweichen kann. Anschließend wird die Zugmaschine vom Auflieger abgekoppelt und das Walking Floor-Austragssystem an eine Hydraulik-Anlage angeschlossen (» Bild 3).

Die Elemente eines Walking-Floor-Containers bewegen sich nur im vorgegebenen Rhythmus – gleichzeitig in Richtung Schneckenboden, separat zurück – und entladen durch diesen Bewegungsablauf den Auflieger. Ein Sicherheitsschalter schaltet die Hydraulik bei zu hohem Materialanfall im Schneckenboden aus und nach entsprechendem Abfall des Hydraulikdrucks wieder ein. Der in die Andockstation integrierte Schneckenboden dient zum Transport des Sekundärbrennstoffs in dem sich meist anschließenden Trogkettenförderer. Um die Ausbildung von Materialbrücken oberhalb des Schneckenbodens zu verhindern und zur Gewährleistung eines konstanten Materialtransports in den Trogkettenförderer, muss der Einlaufquerschnitt entsprechend groß bemessen sein. Für viele Sekundärbrennstoffe reicht eine einzige Schnecke nicht aus. In der Regel werden vier Schnecken verwendet, wobei sich je nach benötigter Förderleistung entweder alle vier oder auch nur ein Schneckenpaar in Betrieb befindet (» Bild 4).

3.1.2. Kippcontainer



Bild 3: Docking Station mit Walking Floor Container

Figure 3: Docking Station with Walking Floor Container

process. If necessary the intermediate storage can also take place in containers that are resistant to pressure surges.

3.1.1 Walking floor containers

Nowadays solid secondary fuels are also often supplied in bulk in semitrailers with walking floor discharge systems. These trailer systems are used worldwide and have been developed specifically for transporting up to 90 m³ of bulk material. The semitrailer is backed into the exact unloading position in front of the docking station. An inflatable sealing system encloses the trailer on all sides with a dust-tight seal so that no material can escape into the atmosphere during the unloading. The tractor unit is then uncoupled from the trailer and the walking floor extraction system is connected to a hydraulic plant (» Fig. 3).

The elements of a walking floor container only move in a predetermined rhythm – simultaneously in the direction of the screw extractor floor, and separately in the return direction – and use this sequence of movements to unload the trailer. trough docking stations or container tipping stations. With intermediate storage the fuel is stored in silos, flat-bottomed hoppers or containers before it is introduced into the process. If necessary the intermediate storage can also take place in containers that are resistant to pressure surges. A safety switch cuts off the hydraulic system if there is too much material in the screw extractor floor and switches it on again after an appropriate drop in the hydraulic pressure. The screw extractor floor, which is an integral part of the docking station, transports the secondary fuel into the troughed chain conveyor that usually follows. The inlet crosssection must be made large enough to prevent the material from bridging over the screw extractor floor and to ensure a constant feed of material into the troughed chain conveyor. For many secondary fuels a single screw is not sufficient. As a rule there are four screws and either all four screws or only one pair of screws are used depending on the transport rate required (» Fig. 4).

3.1.2 Tipping containers

Standard containers can also be used instead of walking floor containers for storing the material. These containers are driven to the tipping station by the tractor unit and are unloaded into the screw extractor floor by controlled tipping of the container. However, the smaller volume of only about 40 m³ makes increased demands on the logistics and must be taken into account when deciding whether to use a standard container (» Fig. 5).

Zur Materialbevorratung können anstelle von Walking-Floor-Containern auch Standard-Container zum Einsatz gelangen. Diese Container werden von der Zugmaschine auf eine Kippstation verfahren, wobei dann die Entladung in den Schneckenboden durch das kontrollierte Kippen der Container erfolgt. Bei Entscheidung für die Verwendung eines Standard-Containers ist allerdings das geringere Volumen von nur ca. 40 m³ zu berücksichtigen, was erhöhte Anforderungen an die Logistik stellt (» Bild 5).

3.1.3 Vorratsilo

Die Bevorratung von festen Brennstoffen kann auch in Vorratssilos erfolgen. Dadurch wird im Zementwerk eine längere Verfügbarkeit garantiert. Vorratssilos bieten sich vor allem bei einer weniger ausgeprägten Infrastruktur oder schwer austragbaren Schüttgütern, wie z. B. Tiermehlen, an. Der Sekundärbrennstoff wird dann in entsprechend dimensionierten Silos gelagert und von dort aus dem Prozess zugeführt. Der Austrag aus dem Silomuss zuverlässig und geregelt erfolgen, um eine konstante Förderung zu gewährleisten. Ein geeignetes Austragssystem ist die Siloentnahmeschnecke, die im Innern des Silos unmittelbar über dem horizontal ausgebildeten Siloboden umläuft. Die Schnecke befördert den Sekundärbrennstoff zur Mitte des Silobodens, wo sich der Austrag befindet (» Bild 6). Als Bauweise für das Silo kann sowohl eine Stahl- als auch eine Betonkonstruktion gewählt werden. Wenn Silos mit vertikalen Seitenwänden eingesetzt werden, dann können Brückenbildungen praktisch ausgeschlossen werden. Zum leichteren Materialaustrag werden die Schneckenwindungen gewöhnlich mit Reißzähnen versehen, die gegebenenfalls auch noch verschleißgeschützt sind.

3.2 Dosierung

Die verschiedenartigen Sekundärbrennstoffe stellen hohe Anforderungen an die Dosiereinrichtungen, die für eine große Bandbreite von Materialeigenschaften wie Korngrößenzusammensetzung, Schüttdichte, Fließverhalten usw. ausgelegt sein müssen. Um eine gleich bleibend hohe Klinkerqualität sicherzustellen, ist eine hochgenaue, konstante Dosierung der Sekundärbrennstoffe erforderlich. Des Weiteren müssen die Dosiersysteme äußerst zuverlässig sein und auch bei Materialien, die Fremdkörper und Überkorn enthalten, problemlos funktionieren. Außerdem müssen sich die Dosiereinrichtungen leicht in vorhandene Anlagen integrieren lassen und möglichst wartungsarm sein. Im Folgenden werden verschiedene Dosiersysteme sowie zusätzlich benötigte Ausrüstungen für eine sichere Dosierung vorgestellt.



Bild 4: Screw extractor floor in the docking station
Figure 4: Schneckenboden in der Andockstation

3.1.3 Storage silos

Solid fuels can also be held in storage silos. This guarantees longer availability in the cement works. Storage silos are particularly appropriate where there is a poor infrastructure or for bulk materials that are difficult to extract, such as animal meals. The secondary fuel is then stored in appropriately dimensioned silos from where it is introduced into the process. The extraction from the silo must be reliable and controlled to ensure a constant supply. One suitable extraction system is a silo emptying screw that circulates inside the silo immediately above horizontal silo floor. The screw carries the secondary fuel to the centre of the silo floor where the extraction takes place (» Fig. 6). The silo can be built of steel or concrete. Bridging can be practically eliminated if silos with vertical walls are used. Ripper teeth, which if necessary can be made wear-resistant, are usually fitted to the spirals to assist the extraction of the material.

3.2 Metering



Bild 5: Docking Station mit Kippcontainer
Figure 5: Docking Station with tipped container

3.2.1 Kettenförderer

Kettenförderer kommen zum Materialtransport über begrenzte Distanzen in vertikaler, horizontaler oder geneigter Richtung zum Einsatz. Die Förderer sind staubdicht, wartungsarm, zuverlässig und in der Geschwindigkeit regelbar. Angepasst an die unterschiedlichsten Förderleistungen und Materialien haben sich diese Förderer als geeignete Zuteiler für Dosierbandwaagen bewährt. Die von Schenck Process eingesetzten Kettenförderer verfügen üblicherweise über eine Überwachung gegen Kettenriss.

3.2.2. Magnetabscheider

Magnetabscheider werden zur Abscheidung von Eisenteilen aus dem Materialstrom eingesetzt, um Beschädigungen nach geschalteter Dosier- und Fördereinrichtungen auszuschließen und eventuelle Blockaden in der Förderleitung zum Drehofen- oder/und Calcinatorbrenner zu vermeiden. Der Sekundärbrennstoff wird zu diesem Zweck über eine Magnettrommel geleitet und die ausgesonderten Eisenteile automatisch in einen bauseitigen Abfallcontainer abgeworfen. Der auf diese Weise bereinigte Brennstoff wird dann über eine Schurre weitertransportiert.

3.2.3. Sternsiebmaschine

Der Sternsiebmaschine fällt innerhalb einer Anlage zum Handling von Sekundärbrennstoffen die Aufgabe zu, nachgeschaltete Ausrüstungen vor Störstoffen sicher zu schützen. Diese Maschinen übernehmen keine Klassierfunktion im Sinne des Wortes, sondern dienen nur dem Zweck, Störstoffe mit Überkorngrößen mehr oder weniger vollständig aus dem Materialstrom abzusieben (» Bild 7). Die Größe des Grenzkorns wird durch die Geometrie der Siebsterne und durch die Drehzahl der Siebwellen bestimmt. Im Betrieb lässt sich das Grenzkorn innerhalb gewisser Grenzen mittels Drehzahlanpassung der Siebwellen variieren. Die Störstoffe werden über das gesamte Siebdeck in einen bauseitigen Abfallbehälter transportiert, während das so genannte Gutmaterial auf der gesamten Sieblänge zwischen den Siebwellen durchtritt.

3.2.4. Dosierbandwaage

Die eingesetzten Dosierbandwaagen vom Typ MULTIDOS® sind speziell für die Dosierung von festen Sekundärbrennstoffen ausgeführt und damit gut geeignet, um die vorstehend beschriebenen Anforderungen zu erfüllen. Die Dosierbandwaagen werden für fast alle Arten von Sekundärbrennstoffen eingesetzt. Aufgrund der zur Verfügung stehenden Achsabstände und Gurtbreiten können sie an die unterschiedlich-



Bild 6: Siloentnahmeschnecke
Figure 6: Silo extraction screw

The different types of secondary fuels place heavy demands on the metering equipment, which has to be designed to cope with a wide range of material properties, such as particle size composition, bulk density, flow characteristics, etc. Highly accurate and constant metering of the secondary fuels is necessary to ensure a consistently high clinker quality. The metering systems must also be extremely reliable and be able to function without any problems even with materials that contain foreign bodies and oversize particles. The metering equipment must be easy to integrate into existing plants and require as little maintenance as possible. Various metering systems and the additional equipment that is required for reliable metering are described below.

3.2.1 Chain conveyors

Chain conveyors are used for transporting materials over limited distances in vertical, horizontal or inclined directions. The conveyors are dust-tight, low-maintenance and reliable, and the speed can be controlled. When adapted to suit the widely differing conveying



Bild 7: Blick auf eine Sternsiebmaschine
Figure 7: View of a star screen

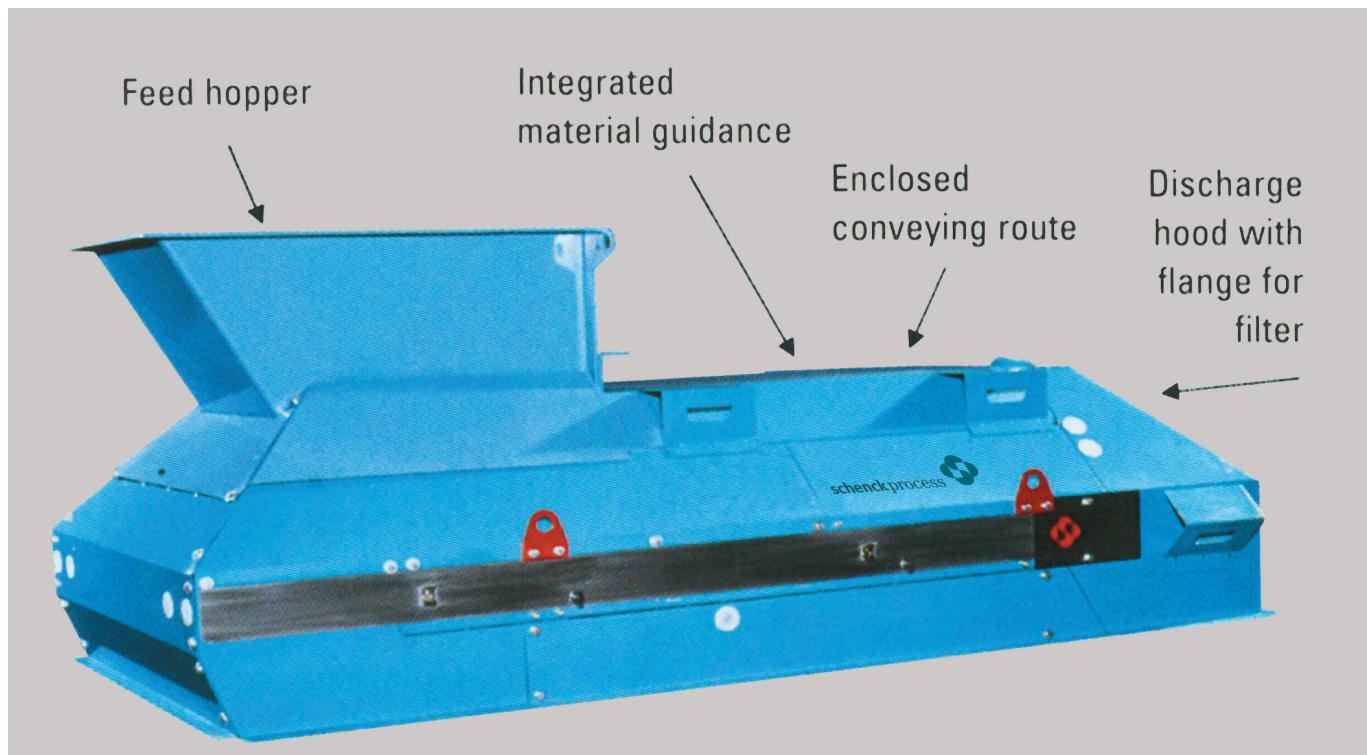


Bild 8: Dosierbandwaage MULTIDOS®

Figure 8: MULTIDOS® belt weighfeeder

ten Förderlängen und Förderleistungen angepasst und verhältnismäßig leicht in vorhandene Anlagen integriert werden. Das von den Zuteilern kommende Material wird von der Waage direkt weiter transportiert und verworfen, womit Materialstauungen praktisch ausgeschlossen werden. Durch Verwendung eines sehr leichten, hochfesten und antistatischen Gurtes sowie einer verlängerten Wiegebrücke wird der niedrigen Schüttdichte von Sekundärbrennstoffen Rechnung getragen. Auf der Wiegebrücke ist das Verhältnis von gemessenem Material zum Taragewicht 1 eine wichtige Voraussetzung, um hohe Dosiergenauigkeiten zu erreichen. Die zum Einsatz kommenden Dosierbandwaagen sind komplett eingehaust und an der Abwurfhaube mit einem Anschlussflansch für Entstaubungszwecke versehen (» Bild 8).

Die Dosierbandwaagen sind das regelungstechnische Herz einer jeden Anlage zum Handling von festen Sekundärbrennstoffen. Der unterlegte Regelkreis regelt sowohl die Bandgeschwindigkeit der Dosierbandwaage selbst als auch die Geschwindigkeiten der vorgelagerten Zuförderer wie z.B. von Trogkettenförderer und Schneckenboden. Damit ist eine konstante Bandbelastung als Voraussetzung für eine hochgenaue Materialstromverwiegung gegeben. Eine Überschüttung der Dosierbandwaage und der nachfolgenden Durchblaszellenradschleuse wird dadurch vermieden. Für eine

rates and materials these conveyors have proved to be suitable for dispensing material to belt weighfeeders. The chain conveyors used by Schenck Process usually have a monitoring system to detect chain breakage.

3.2.2 Magnetic separators

Magnetic separators are used for removing pieces of iron from the flow of material to prevent damage to the downstream metering and conveying equipment and avoid possible blockages in the delivery line to the rotary kiln and/ or calciner burners. The secondary fuel is passed through a magnetic drum and the pieces of iron that have been removed are ejected automatically into a waste bin. The cleaned fuel is then transported onwards through a chute.

3.2.3 Star screen

A star screen in a plant for handling secondary fuels has the task of protecting downstream equipment reliably from disruptive materials. These machines do not undertake a classifying function in the strict sense of the word but are only used to remove oversize disruptive materials to varying extents from the flow of material (» Fig. 7). The cut-off size is determined by the geometry of the screening stars and by the rotational speed of the screening shafts. During operation the cut-off size can be varied within certain limits The belt weighfeeder is

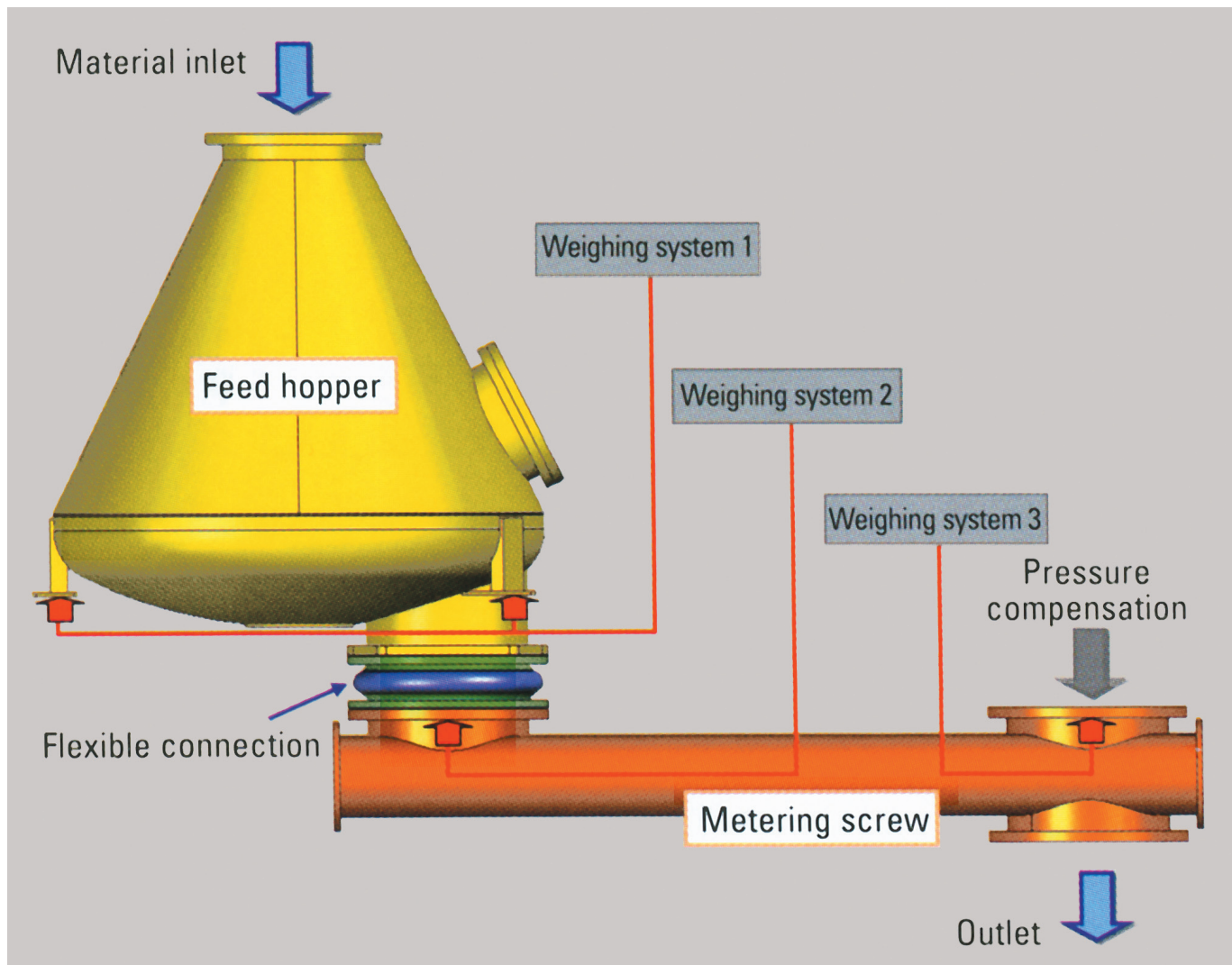


Bild 9: Prinzip einer Dosierschneckenwaage
Figure 9: Principle of a screw weighfeeder

pulsationsfreie Förderung des Brennstoffs in den Drehofen und Calcinatorbrenner und damit zur Erzielung einer gleich bleibend hohen Klinkerqualität bei niedrigsten Emissionswerten ist eine hoch genaue Dosierung eine unabdingbare Voraussetzung.

3.2.5 Dosierschneckenwaage

Die von Schenck Process eingesetzte Schneckenwaage nimmt wie eine Dosierbandwaage eine kontinuierliche gravimetrische Messung des Materialstroms vor. Die Schneckenwaage ist komplett gekapselt (staubdicht) und druckstoßfest ausgeführt. Das Schüttgut wird praktisch in einer Förderschnecke verwogen, seine Geschwindigkeit ermittelt und der Förderstrom ständig auf dem Messwert über die Schneckendrehzahl korrigiert (» Bild 9). Übergeordnet wird die ermittelte Förderleistung mithilfe der Gewichtsabnahme in der kompletten Waage einschließlich des Vorbehälters kontrolliert. Bei

the key component in the control system of any plant for handling solid secondary fuels. The associated control loop controls not only the belt speed of the belt weighfeeder itself but also the speeds of the upstream feed conveyors, such as troughed chain conveyors and screw extractor floors. This ensures a constant belt loading, which is a basic requirement for highly accurate weighing of a flow of material, and avoids overloading the belt weighfeeder and the downstream blowthrough rotary-vane feeder. Highly accurate metering is an essential precondition for pulsation-free delivery of the fuel to the rotary kiln and calciner burners, and therefore for achieving a uniformly high clinker quality with the lowest possible emissions.

3.2.5 Screw weighfeeder

Like belt weighfeeders, the screw weighfeeder used by Schenck Process undertakes continuous gravimetric me-



Bild 10: Durchblaszellenradschleuse IDMS 100
Figure 10: Blow-through rotary valve IDMS 100

Abweichungen erfolgt eine automatische Korrektur. Die Schneckenwaage ist mit einer Doppelschnecke ausgerüstet, um einen großen Einlaufquerschnitt des Schneckeneinlaufs zu erreichen.

3.3 Materialtransport zur Brennstelle

3.3.1 Mechanische Förderung

Die Förderung des Sekundärbrennstoffs kann auf mechanischem bzw. pneumatischem Wege erfolgen. Die mechanische Förderung erfolgt vorzugsweise in Trogkettenförderern. Eine weitere Möglichkeit besteht im Einsatz von Gurtbandförderern. Ein Vorteil der mechanischen Förderung liegt in dem problemlosen Transport grobstückiger Materialien; Nachteile sind die vergleichsweise hohen Investitionskosten und die geringere Flexibilität.

3.3.2 Pneumatische Förderung

Im Gegensatz dazu steht die pneumatische Förderung, die sich verhältnismäßig leicht in eine vorhandene

tering of the stream of material. The screw weighfeeder is completely enclosed (dust-tight) and is resistant to pressure surges. The bulk material in a screw conveyor is weighed, its flow rate is determined and the flow of material being conveyed is continuously corrected on the basis of the measured value by the rotational speed of the screw (» Fig. 9). The measured transport rate is checked at a higher level on the basis of the loss in weight in the complete weigher including the feed hopper. Any deviations are corrected automatically. The screw weighfeeder is equipped with a double screw to ensure a large inlet cross-section to the screws.

3.3 Material transport to the burner

3.3.1 Mechanical conveying

The secondary fuel can be conveyed mechanically or pneumatically. Mechanical conveying tends to take place in troughed chain conveyors. Another option is to use belt conveyors. One advantage of mechanical conveying



Anlage integrieren lässt. Die Auslegung des pneumatischen Förderers erfolgt auf der Grundlage speziell entwickelter Auslegungsprogramme. Nach Eingabe der Grunddaten, der vertikalen und horizontalen Förderlängen, der Anzahl der Bögen, der Förderleistung und des Druckverlusts der Brenner, berechnet dieses Programm den benötigten Innendurchmesser der Förderleitung, den notwendigen Gebläsedruck und das erforderliche Ansaugvolumen. Bei der Verlegung der Förderleitungen müssen dann noch solche Anforderungen wie genügend große Bogenradien, stoßfreie Verbindungen bei den Rohrleitungen sowie die Festlegung der Verschleißschutz- Auskleidungen in den Bögen erfüllt werden.

3.3.3 Durchblas-Zellenradschleuse

Für die Einspeisung des Sekundärbrennstoffs in die pneumatische Förderleitung gelangt eine Injektor-Durchblas-Messer-Schleuse (IDMS) zum Einsatz. Diese Schleuse wurde bei Schenck Process entwickelt und speziell an die Erfordernisse der Dosierung von festen Sekundärbrennstoffen angepasst. Die Durchblas-Zellenradschleuse stellt eine Vertikal-Zellenradschleuse dar, die den Schüttgutaustrag durch die Zwangsräumung der Zellenradkammern mittels der Injektor beschleunigten Förderluft aus der pneumatischen Förderung realisiert (» Bild 10). Im Einlaufschacht ist in Zellenrad-Drehrichtung ein Messer angeordnet, welches sowohl Überkorn als auch Fremdkörper zerschneidet.

Ein wichtiges Kriterium für den erfolgreichen Einsatz einer Zellenradschleuse ist ihre Standzeit. Das Verschleißkonzept der Durchblas-Zellenradschleuse besteht im Einsatz von radialen und axialen am Zellenrad durch Schraubverbindungen befestigte Verschleißleisten. Der Austausch der radialen Verschleißleisten kann ohne Demontage der kompletten Schleuse erfolgen und auch der Wechsel der axialen Leisten ist mit keinen zusätzlichen Justagearbeiten verbunden. Das Gehäuse der Zellenradschleuse selbst sowie die Ausblasrinne sind ebenfalls Verschleiß geschützt ausgeführt. Der Einsatz dieser hart abdichtenden Schleuse ist aufgrund ihres geringen Verschleißes über einen langen Zeitraum mit einer weitgehend konstanten Leckluftmenge verbunden. Bei einer Zellenradschleuse bewirkt bekanntlich eine Zunahme der Leckluftmenge einen schlechteren Füllungsgrad der Kammern und damit eine Reduzierung der Förderleistung. Die pneumatische Förderung wird dann durch die absinkende Geschwindigkeit der Luft instabil und es kann zu Blockaden in der Förderleitung kommen. Die durch Schenck Process entwickelte Durchblas-

lies in the troublefree transport of lumpy materials; the disadvantages are the comparatively high capital costs and the poor flexibility.

3.3.2 Pneumatic conveying

Pneumatic conveying, on the other hand, can be integrated relatively easily into existing plants. The pneumatic conveyor is designed using a specially developed design program. After the basic data, i.e. the vertical and horizontal conveying distances, the number of bends, the conveying rate and the pressure drop of the burner, have been input the program calculates the internal diameter required for the delivery line, the fan pressure need and the requisite intake by adjusting the rotational speed of the screening shafts. The disruptive materials are transported over the entire screen deck into a waste bin, while the "good" material passes between the screening shafts over the full length of the screen.

3.2.4 Belt weighfeeder

The MULTIDOS® belt weighfeeders used are specifically designed for metering solid secondary fuels and are therefore particularly suitable for fulfilling the requirements mentioned above. The belt weighfeeders are used for almost all types of secondary fuel. Because of the distances between centres and belt widths that are available they can be adapted to suit the very varied conveying distances and rates and are relatively easy to integrate into existing plants. The material coming from the feeders is transported onwards and weighed directly on the weigher, which virtually eliminates any back-up of the material. The low bulk density of secondary fuels is taken into account by using a very lightweight, high-strength antistatic belt as well as an extended weighing bridge. The ratio of material being measured to the tare weight on the weighing bridge is greater than 1 – an important precondition for achieving high metering accuracies. The belt weighfeeders used are completely enclosed and are provided with discharge hoods with connecting flanges for dedusting purposes (» Fig. 8). volume. When the delivery lines are being installed it is then necessary to fulfil any requirements such as sufficiently large bend radii, smooth joints in the pipelines, and the specification of wear-protection linings in the bends.

3.3.3 Blow-through rotary-vane feeder

An injector blow-through measuring rotary-vane feeder (IDMS) can be used for feeding the secondary fuel into the pneumatic delivery line. This feeder was developed at Schenck Process and adapted specifically to suit the requirements for metering solid secondary fuels. The

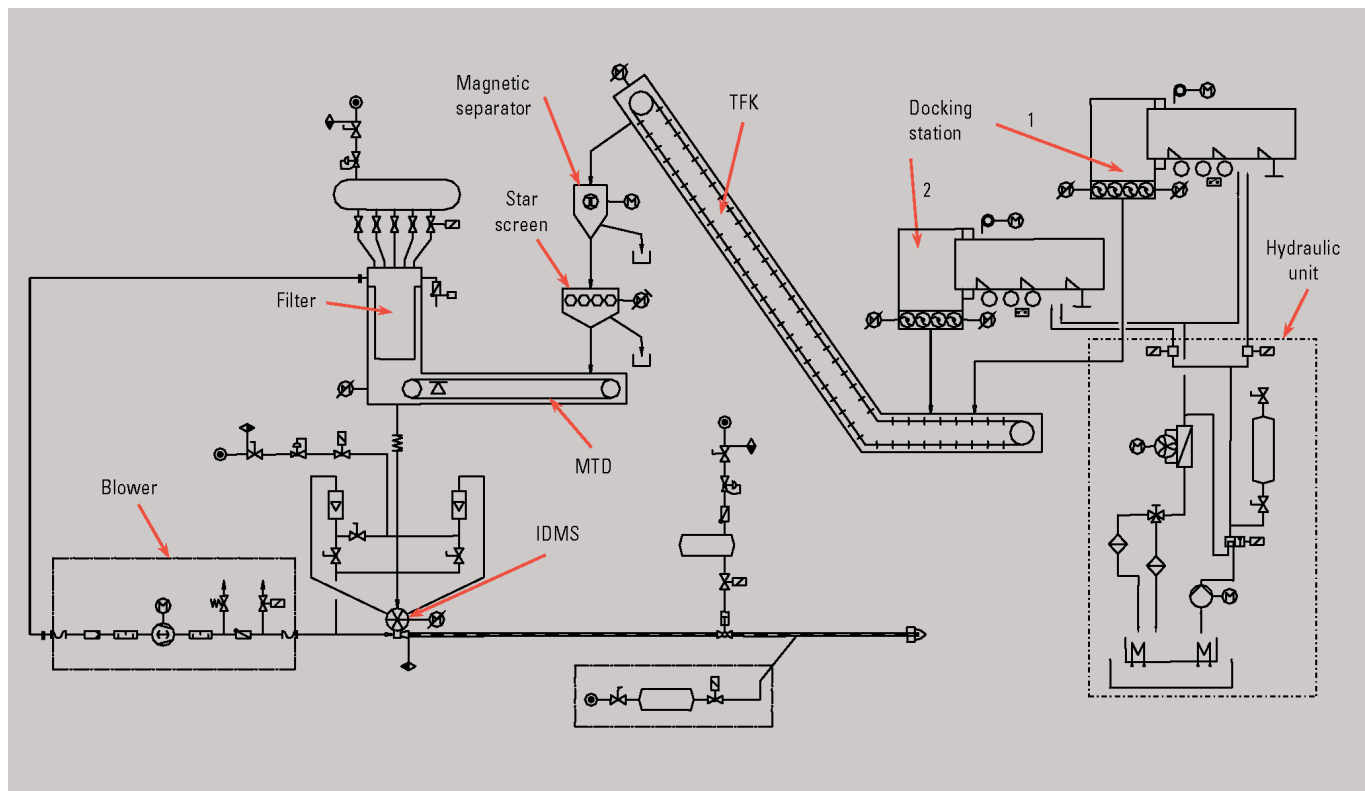


Bild 11: Anlage mit Walking Floor Containern
TKF: Trogkettenförderer, MTD: Schenck Process Dosierbandwaage MULTIDOS®; IDMS: Injektor-Durchblas-Messer-Schleuse

Figure 11: Plant with walking floor container
TKF: troughed chain conveyor; MTD: Schenck Process MULTIDOS® belt weighfeeder; IDMS: injector blow-through rotary valve with knife

Zellenradschleuse ist auch bei hohem Druck in der Förderleitung für eine einjährige Standzeit konzipiert, die in der Regel durch eine konventionelle, weich abdichtende Schleuse nicht erreicht wird.

Durch das aktive Ausblasen der Kammern des Zellenrades erreicht eine Durchblassschleuse, insbesondere auch bei anhaftenden Materialien, eine höhere Betriebssicherheit als jede normale Ausfallschleuse.

Die hier vorgestellte Durchblassschleuse ist in zwei Baugrößen für maximale Volumendurchsätze von 50 bzw. 100 m³/h verfügbar, wobei auch für die pneumatische Förderung von Tiermehlen dieses Schleusenprinzip bereits realisiert werden konnte.

4 Anlagenkonzepte

Im Folgenden werden zwei verschiedene Anlagenkonzepte vorgestellt, die stellvertretend für die meisten der bereits geplanten und realisierten Anlagen stehen.

4.1 Anlage mit Walking Floor-Containern

Die Anlage in Bild 11 besteht aus den folgenden Hauptkomponenten:

blow-through rotary- vane feeder is a vertical rotary- vane feeder in which the bulk material discharge is achieved by forced clearance of the compartments between the rotary vanes by transport air from the pneumatic conveying system that has been accelerated by the injector (» Fig. 10). A blade, which cuts up oversized particles as well as foreign bodies, is placed in the inlet shaft in the direction of rotation of the cellular rotor.

One important criterion for successful use of a rotaryvane feeder is its service life. The blow-through rotary-vane feeder is protected against wear by wear strips attached radially and axially by screws to the cellular rotor. The radial wear strips can be replaced without dismantling the entire feeder and even the replacement of the axial strips does not require any additional adjustment work. The casing of the blow-through rotary-vane feeder itself as well as the purging channel are also protected against wear. Because of the low level of wear over a long period this feeder with its hard seal ensures that there is a substantially constant quantity of leakage air. It is well known that an increase in the quantity of leakage air in a blow-through rotary valve causes poorer filling of the chambers and a reduction in the transport rate. The pneumatic conveying

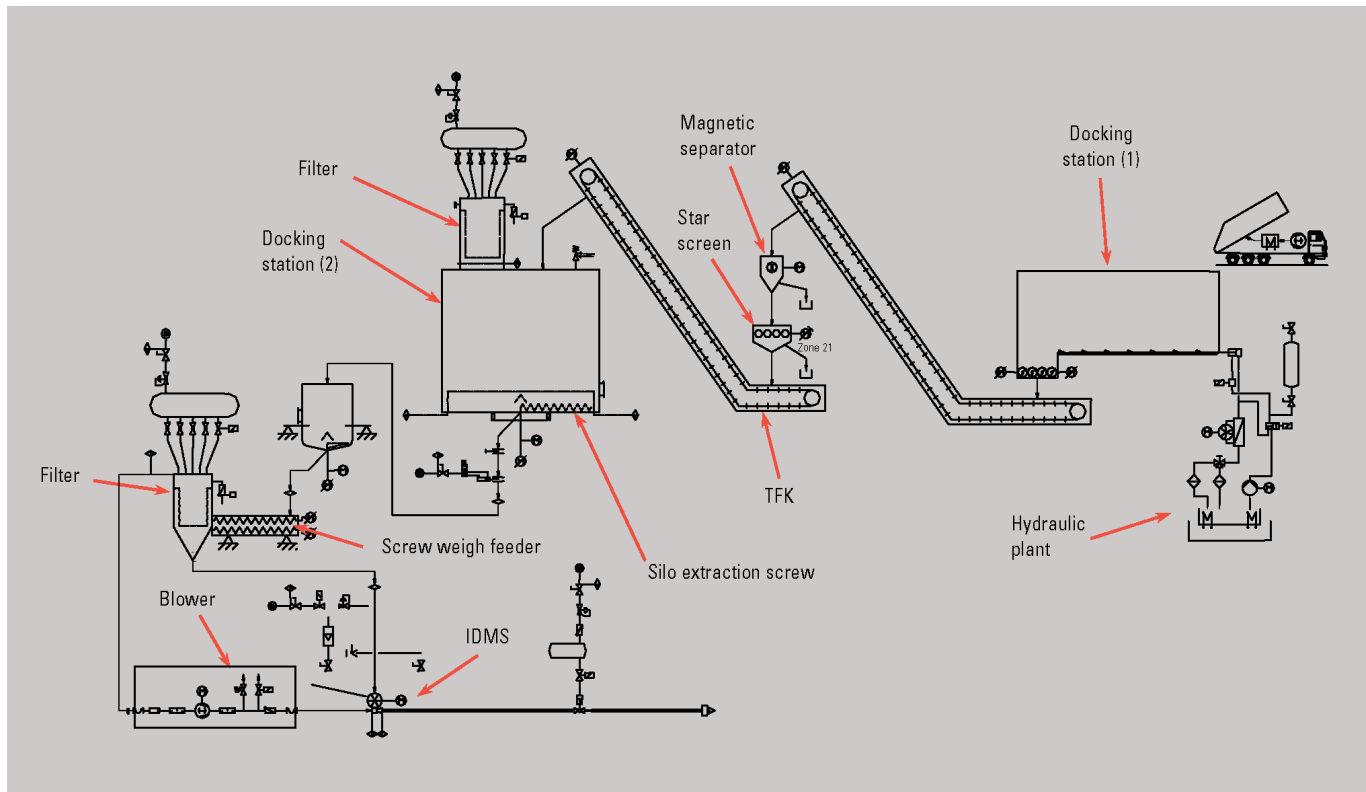


Bild 12: Anlage für Sekundärbrennstoffe mit Vorratssilo

Figure 12: Plant for secondary fuels with storage silo

- ❖ Zwei Andockstationen mit geregelten Austrags-schneckenböden und gemeinsamer Hydraulikanlage zur Materialannahme aus den Lkw-Aufliegern
- ❖ Trogkettenförderer zum geregelten Transport des Sekundärbrennstoffs auf die Dosierbandwaage
- ❖ Magnetabscheider zur Separierung eisenhaltiger Störstoffe
- ❖ Sternsiebmaschine zur Separierung von Material mit Überkorn
- ❖ Dosierbandwaage zur Messung und Reglung des Materialflusses
- ❖ Durchblas-Zellenradschleuse zur Einschleusung des Sekundärbrennstoffs in die Förderleitung
- ❖ Gebläse und Förderleitung zum pneumatischen Transport des Sekundärbrennstoffs zum Brenner
- ❖ Probeentnahmeeinrichtung zur Produktüberwachung.

Die Anlage soll der Materialannahme, der Dosierung und Brennerbeschickung mit Sekundärbrennstoffen bei einer Förderleistung von 10 t/h, entsprechend einem Volumendurchsatz von ca. 100 m³/h, dienen. Die Materialannahme soll dabei mittels Lkw-Schubboden- Aufliegern erfolgen, welche mit hydraulisch betätigten Walking Floor- bzw. Cargo Floor- Austrags-

system then becomes unstable due to the falling velocity of the air and blockages can occur in the delivery line. The blow-through rotary-vane feeder developed by Schenck Process is designed for a service life of a year, even with high pressures in the delivery line – a value that is not as a rule achieved by conventional, softsealing, feeders.

The active blast through the chambers of the cellular rotor means that a blow-through feeder achieves greater operational reliability than any normal discharge feeder, especially with adhesive materials.

The blow-through feeder described here is available in two sizes for maximum volume throughputs of 50 and 100 m³/h respectively. This feed principle has even been used successfully for pneumatic conveying of animal meals.

4 Plant design basis

Two different plant designs that are representative of the majority of plants that have already been designed and built are described below.

4.1 Plant with walking floor containers

The plant in » Fig. 11 consists of the following main components:

böden ausgestattet sind. Die Anlage wird 24 Stunden am Tag und sieben Tage pro Woche betrieben. Die jährliche Gesamtbetriebsdauer soll 8.000 Stunden betragen.

Der Betriebsablauf ist wie folgt: Der Lkw rangiert seinen Auflieger in die Annahmeöffnung einer Andockstation. Nach dem Abkoppeln der Zugmaschine schließt der LKW-Fahrer seinen Trailer an die Hydraulikanlage an. Durch den Schneckenboden in der Andockstation wird der Sekundärbrennstoff in den nachgeschalteten Trogkettenförderer gedrückt, auf die Verwiegebühne gefördert und dort auf die Dosierbandwaage abgeworfen. Von dort wird der Sekundärbrennstoff über einen Magnetabscheider zur nachgeschalteten Sternsiebmaschine und anschließend auf die Dosierbandwaage geleitet.

Ein interner Regelkreis regelt entsprechend dem vorgegebenen Sollwert neben der Dosierbandwaage auch die Geschwindigkeiten der Zuförderer wie Trogkettenförderer und Schneckenböden. Die Dosierbandwaage wirft dann den Brennstoff über einen geschlossenen Schacht in die Durchblas-Zellenradschleuse ab. Ein am Abwurf der Dosierbandwaage aufgesetzter Filter sorgt dafür, dass kein Material nach außen entweichen kann, ebenso wird die Leckluft aus der Schleuse aufgenommen. Drehzahlmelder und Druckwächter überwachen die Schleuse sowie die Förderleitung, um Verstopfungen zu vermeiden.

4.2 Anlage mit Vorratssilo

Die Anlage in » Bild 12 besteht aus folgenden wesentlichen Komponenten:

- ❖ Lkw-Annahmebox mit Schubboden und Hydraulikanlage
- ❖ Trogkettenförderer zum Transport des Sekundärbrennstoffs auf die Aufbereitungsbühne
- ❖ Magnetabscheider
- ❖ Sternsiebmaschine
- ❖ Trogkettenförderer zum Transport des Sekundärbrennstoffs in das Silo
- ❖ Siloentnahmeschnecke
- ❖ Dosierschneckenwaage mit Vorlagebehälter
- ❖ Durchblas-Zellenradschleuse
- ❖ Gebläse und Förderleitung zum Transport des Sekundärbrennstoffs

Der Betriebsablauf ist wie folgt: Der Lkw rangiert seinen Auflieger in die Annahmeöffnung der Lkw-Annahmebox und kippt ihn dort ab. Die durch das Abkippen des Aufliegers erzeugte Schwallluft wird

- ❖ Two docking stations with controlled discharge screw extractor floors and common hydraulic plant for receiving the material from the lorry trailers
- ❖ Troughed chain conveyor for controlled transport of the secondary fuel to the belt weighfeeder
- ❖ Magnetic separator for removing disruptive ferrous materials
- ❖ Star screen for removing oversize material
- ❖ Belt weighfeeder for measuring and controlling the flow of material
- ❖ Blow-throw rotary-vane feeder for introducing the secondary fuel into the delivery line
- ❖ Fan and delivery line for pneumatic transport of the secondary fuel to the burner
- ❖ Sampling device for monitoring the product



The plant is intended to receive the material, meter it and supply the burners with secondary fuels at a rate of 10 t/h, corresponding to a volume throughput of about 100 m³/h. The material is delivered in sliding floor lorry trailers that are equipped with hydraulically activated extraction floors using the walking floor or cargo floor principle. The plant is operated for 24 hours per day and seven days per week, with a total annual operating time of 8000 hours.

The operating sequence is as follows: the lorry backs its trailer up to the input opening of a docking station. After disconnecting the tractor unit the lorry driver connects the trailer to the hydraulic system. The secondary fuel is pressed into the following troughed chain conveyor by the screw extractor floor in the docking station and is transported to the weighing platform where it passes via a magnetic separator to the downstream star screen and then onto the belt weighfeeder.

An internal control loop uses the predetermined set-point to control not only the belt weighfeeder but also the speeds of the feed conveyors, such as troughed chain conveyors and screw extractor floor. The belt weighfeeder then discharges the fuel into the blow-through rotary-vane feeder through a closed chute. A filter mounted above the discharge point from the belt weighfeeder ensures that no material can escape to the atmosphere and also takes up the leakage air from the feeder. The feeder and the delivery line are monitored by speed alarms and pressure monitors to avoid blockages.

4.2 Plant with storage silo

The plant in » Fig. 12 consists of the following main components:



in die Annahmebox gesaugt, sodass die Umgebung nicht verschmutzt wird. Durch den Schneckenboden gelangt der Sekundärbrennstoff in den Trogkettenförderer, passiert dann einen Magnetabscheider sowie eine Sternsiebmaschine, bevor er über einen weiteren Trogkettenförderer in das Lagersilo gelangt. Der Brennstoff wird dann über eine im Silo umlaufende Entnahmeschnecke ausgetragen. Der weitere Weg des Sekundärbrennstoffs über die Dosierschneckenwaage zum Brenner wurde bereits beschrieben.

5 Schlussbemerkung

Die Verfügbarkeit von Sekundärbrennstoffen mit guter Qualität wird in Zukunft höchstwahrscheinlich abnehmen, neue Sekundärbrennstoffe mit anderen Fließeigenschaften werden hinzukommen. Dadurch werden die Anforderungen an das Handling von Sekundärbrennstoffen noch weiter ansteigen. Die Dosiersysteme müssen für die unterschiedlichsten Materialien ausgelegt werden, die Anlagen selbst vor Fremdkörpern, vor Beschädigungen oder Blockaden geschützt werden. Diese Anforderungen sind nur dann zu erreichen, wenn alle Komponenten einer Anlage sorgfältig aufeinander abgestimmt werden.

- ❖ Lorry receiving box with sliding floor and hydraulic system
- ❖ Troughed chain conveyor for transporting the secondary fuel to the processing platform
- ❖ Magnetic separator
- ❖ Star screen
- ❖ Troughed chain conveyor for transporting the secondary fuel to the silo
- ❖ Silo extraction screw
- ❖ Screw weighfeeder with feed hopper
- ❖ Blow-through rotary-vane feeder
- ❖ Fan and delivery line for transporting the secondary fuel

The operating sequence is as follows: the lorry trailer is backed into the input opening of the lorry receiving box where it is tipped. The surge of air caused by the tipping of the trailer is drawn off in the receiving box so that the surroundings are not polluted. The screw extraction floor transfers the secondary fuel into the troughed chain conveyor. The fuel then passes through a magnetic separator and a star screen before it reaches the storage silo via another troughed chain conveyor. The fuel is discharged from the silo by an extraction screw that circulates inside the silo. The route of the secondary fuel via the screw weighfeeder to the burner has already been described.

5 Final comment

The availability of good quality secondary fuels is most probably going to decrease in the future and there will be new secondary fuels with different flow properties. This means that the demands made on the handling of secondary fuels will increase still further. The metering systems must be designed for widely varying materials and the plants themselves must be protected from for only be achieved if all the components of a plant have been carefully matched to one another.

Authors:

Dipl.-Ing. Harald Faber, Schenck Process GmbH,
Darmstadt, Germany, h.faber@schenckprocess.com

Dipl.-Ing. Klaus Rupp, Schenck Process GmbH,
Darmstadt, Germany k.rupp@schenckprocess.com

Translator: Robin B.C. Baker



Schenck Process GmbH
Marketing Communication
Pallaswiesenstr. 100
64293 Darmstadt, Germany
T +49 61 51-15 31 29 87
F +49 61 51-15 31 27 54
press@schenckprocess.com
www.schenckprocess.com

1000.02.08 dt - Alle Angaben sind unverbindlich. Änderungen bleiben vorbehalten.
All information is given without obligation. All specifications are subject to change.

BV-S 2028 DE/GB

© by Schenck Process GmbH, 2008