

The tubular weigher WeighTUBE® RWS is a new and innovative gravimetric dosing system for bulk materials.

It is planned that the system, currently in use for the weighing and dosing of secondary fuels, should later also be used for conventional bulk materials.

TEXT Dr. Günther Marotz, Dr. Luigi Di Matteo, Dipl.-Ing. Ulrich Strotkamp, Di Matteo Förderanlagen GmbH & Co. KG, Beckum/Germany

Die Rohrwaage WeighTUBE® RWS ist ein neues und innovatives gravimetrisches Dosiersystem für Schüttgüter.

Derzeit im Einsatz für die Verwiegung und Dosierung von Sekundärbrennstoffen, soll das System später auch für konventionelle Schüttgüter einsetzbar sein.

Precise feeding of
alternative fuels

Exakte Dosierung
alternative Brennstoffe

DI MATTEO

The tubular weigher WeighTUBE® – the innovative bulk material dosing system

Die Rohrwaage WeighTUBE® – ein innovatives Schüttgutdosiersystem

1 Alternative fuels for the cement industry

Particularly in the cement industry, recent years have seen the replacement of conventional fossil fuels with alternative fuels. Aside from biomass, sewage sludge, automobile tyres, animal meal and municipal wastes, the preferred substitute fuels are industrial wastes with a high calorific value. These powdery, granulated, pelletized fibrous and flocculent secondary fuels derived from quality-controlled industrial wastes are generally known as fluff (gas-entrainable fine materials). Fluff is almost exclusively used as a source of energy for the cement burning process. As a rule, gravimetric dosing devices are used. High demands are imposed on the design of industrially applicable gravimetric dosing systems for secondary fuel, as such fuels have difficult physical bulk material properties, such as

- » a very low bulk density, resulting in a very high volumetric flow, and which is also subject to short-term fluctuations,
- » a high dust content,
- » a strongly fluctuating gross calorific value,
- » a tendency to form large agglomerations due to the stable mechanical bonding of secondary fuel constituents, leading to a distinct risk of bridging,
- » a fluctuating moisture content

1 Ersatzbrennstoffe in der Zementindustrie

Vor allen Dingen in der Zementindustrie wurden in den letzten Jahren die konventionellen, fossilen Brennstoffe durch alternative Brennstoffe ersetzt. Diese sind insbesondere neben Biomasse Klärschlamm, Fahrzeugreifen, Tiermehl und kommunalen Abfällen bevorzugt heizwertreiche Bestandteile aus industriellen Abfällen. Dabei handelt es sich um pulverförmige, granulierte, pelletierte, faserige und flockige Sekundärbrennstoffe aus der industriellen und qualitätsgesteuerten Abfallsammlung, die unter der Bezeichnung Fluff (flugfähige Fraktionen) bekannt sind. Letztere finden fast ausschließlich zur Energieerzeugung im Zement-Brennprozess Verwendung. In der Regel erfolgt die Dosierung gravimetrisch. Es werden hohe Anforderungen an die konstruktive Ausführung industriell einsetzbarer gravimetrischer Dosiersysteme für Sekundärbrennstoffe gestellt, da diese schwierige physikalische Schüttguteigenschaften wie

- » eine sehr geringe und kurzzeitig schwankende Schüttdichte, dadurch sehr große Volumendurchsätze,
- » einen hohen Staubanteil,
- » einen stark schwankender Brennwert,
- » eine Bildung von größeren Agglomeraten durch die stabile mechanische Verbindung der Einzelteile des Sekundärbrennstoffs, dadurch bedingt verstärkte Bildung von Materialbrücken,
- » einen schwankenden Feuchtigkeitsgehalt



in addition to problematic flow properties. On top of this, the plant owner also imposes requirements arising from the increasing refinement and thus complication of the burning process, the environmental protection regulations and the possible integration into existing process control and information systems. Industrially applicable dosing systems must have the following characteristics: high accuracy, large control range, short response times, good reproducibility, great reliability and a high level of automation. In accordance with the current state of the art, gravimetric dosing systems are equipped to continuously weigh the material flows and have a higher-level control for regulating the mass flow rate of the bulk material according to a defined setpoint value. Further criteria for a gravimetric dosing system for secondary fuels are:

- » insensitivity to harmful constituents,
- » high short-term and long-term precision,
- » possession of a system calibration facility, best performed automatically during operation,
- » comprehensive system function monitoring,
- » high operational reliability,
- » the same dosing constancy as that achieved with conventional fuels.

Secondary fuels generally have a high dust content, which represents an extraordinarily high explosion hazard. Due to this fact, gravimetric dosing systems for secondary fuels have to be of closed or even in individual cases pressure shock resistant design. Di Matteo has already performed comprehensive tests in which numerous basic criteria were established. These permit a process-relevant characterization of secondary fuels and also define the relevant prerequisites and requirements for a gravimetric dosing system [1-3].

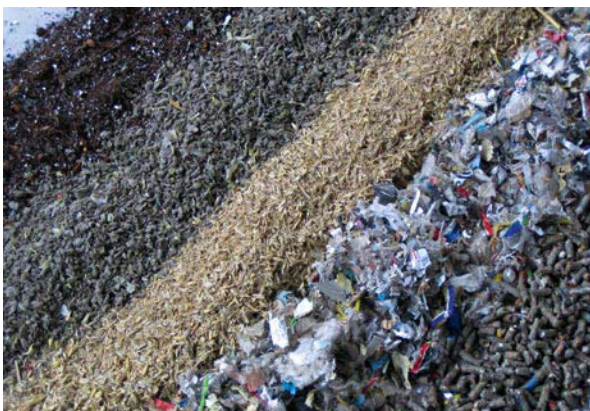
Due to the fact that even small fluctuations in the secondary fuel supply to the rotary kiln of the cement burning process have a direct effect on the kiln atmosphere (O_2 and CO content of the kiln gas), strict demands

haben und zudem schwerfließend sind. Hinzu kommen die Forderungen der Anlagenbetreiber, die sich aus der zunehmenden Verfeinerung und damit Verkomplizierung des Brennprozesses, die Vorgaben des Umweltschutzes sowie die mögliche Einbindung in vorhandene Prozesssteuerungs- und Informationssysteme ergeben. Die industriell einsetzbaren Dosiersysteme müssen eine hohe Genauigkeit, einen großen Stellbereich, kurze Reaktionszeiten, eine gute Reproduzierbarkeit und eine hohe Zuverlässigkeit bei einem hohen Automatisierungsgrad haben. Entsprechend dem aktuellen Stand der Technik verfügen die gravimetrischen Dosiersysteme über eine kontinuierliche Verwiegung der Stoffströme und eine darüber geregelte Dosierung des Schüttgut-Massendurchsatzes, entsprechend einem vorgegebenen Sollwert. Weitere Kriterien der gravimetrischen Dosiersysteme für Sekundärbrennstoffe sind:

- » Unempfindlichkeit gegenüber Störstoffen,
- » Große Kurz- und Langzeitgenauigkeit,
- » Möglichkeit zum Kalibrieren des Systems, möglichst automatisch während des Produktionsbetriebes,
- » Weitestgehende Funktionsüberwachung des Systems,
- » Große Betriebssicherheit,
- » Gleiche Dosierkonstanz wie bei herkömmlichen Brennstoffen.

Sekundärbrennstoffe haben in der Regel einen hohen Staubanteil, der eine außerordentlich hohe Explosionsgefährdung darstellt. Auf Grund dieser Tatsache sind die gravimetrischen Dosieranlagen für Sekundärbrennstoff geschlossen bzw. in Einzelfällen sogar druckstoßfest auszuführen. Im Rahmen umfangreicher Untersuchungen wurden vom Unternehmen Di Matteo bereits zahlreiche Grundlagen geschaffen, die eine prozessrelevante Charakterisierung von Sekundärbrennstoffen ermöglichen und auch die relevanten Voraussetzungen und Anforderungen u. a. an ein gravimetrisches Dosiersystem definieren [1-3].

Bedingt durch die Tatsache, dass sich geringe Schwankungen in der Zuführung der Sekundärbrennstoffe zum



1 Alternative fuels for the cement industry
Alternative Brennstoffe für die Zementindustrie

have to be placed on the short-term dosing constancy. The secondary fuel is often pneumatically conveyed to the kiln directly after the dosing. This makes it impossible to compensate short-term fluctuations in the mass flow by buffer storage or recirculation, so that the fluctuations directly affect the gas composition of the kiln atmosphere. This phenomenon occurs especially often when feeding is performed by weighbelt feeders. When clumps of material break off at the discharge end of weighbelt feeders, severe short-term fluctuations in the flow of material are caused. As a consequence, the chemical composition of the kiln atmosphere also undergoes severe fluctuations (O_2 and CO peaks).

Systems for the use of secondary fuels as a substitution for conventional fuels generally have to be designed for retrofitting into already existing cement production plants. This generates a compulsion to minimize the space requirement of the dosing system. In addition to this, there is a current trend towards uncompromising minimization of the required capital cost of the system.

Drehrohrofen des Zement-Brennprozesses auf die dortige Ofen-Atmosphäre (O_2 - bzw. CO-Gehalt des Ofengases) unmittelbar auswirken, sind große Anforderungen an die Kurzzeit-Dosierkonstanz zu stellen. Der Sekundärbrennstoff wird häufig unmittelbar nach der Dosierung pneumatisch zum Ofen gefördert. Dabei ist es nicht möglich durch Pufferung oder Rückvermischung kurzzeitige Schwankungen im Massenstrom auszugleichen, so dass sich diese unmittelbar in der Gaszusammensetzung der Ofenatmosphäre auswirken. Dieses Phänomen ist besonders bei Dosierbandwaagen zu beobachten. Bei diesen werden auf Grund des Abbrechens von „Materialschollen“ am Abwurf der Waage starke Kurzzeitschwankungen im Materialstrom verursacht, die in der Folge auch kurzzeitig starke Schwankungen in der chemischen Zusammensetzung der Ofenatmosphäre (O_2 - bzw. CO-Spitzen) bedingen.

Anlagen für den Einsatz von Sekundärbrennstoffen zur Substitution konventioneller Brennstoffe müssen in der Regel in bereits bestehende Produktionsanlagen für Zement konstruktiv eingepasst werden. Daraus ergibt sich der Zwang zur Minimierung des Platzbedarfs für das Dosiersystem. Hinzu kommt die aktuelle Tendenz zur bedingungslosen Minimierung der erforderlichen Investitionskosten für die Systeme.

2 Aufbau und Funktionsprinzip

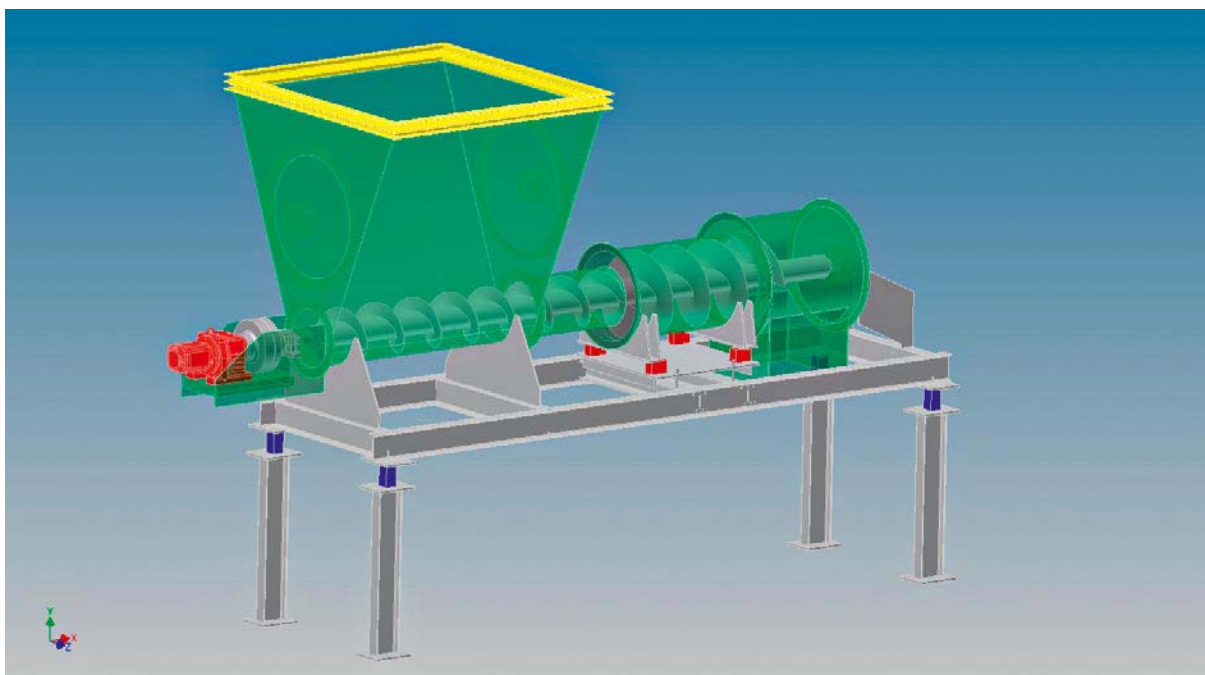
Unter der Prämisse des obengenannten Vorgabenkatalogs wurde die Rohrwaage als innovatives und alternatives Dosiersystem zunächst für die problematisch zu dosierenden Sekundärbrennstoffe (Bild 1) und für PE-Granulat entwickelt. Darüber hinaus soll der Einsatz der Rohrwaage aber auch für andere, insbesondere konventionelle Schüttgüter untersucht werden und auch dort industriell zum Einsatz kommen, wie z. B. Zement, Rohmehl, Klinker etc.

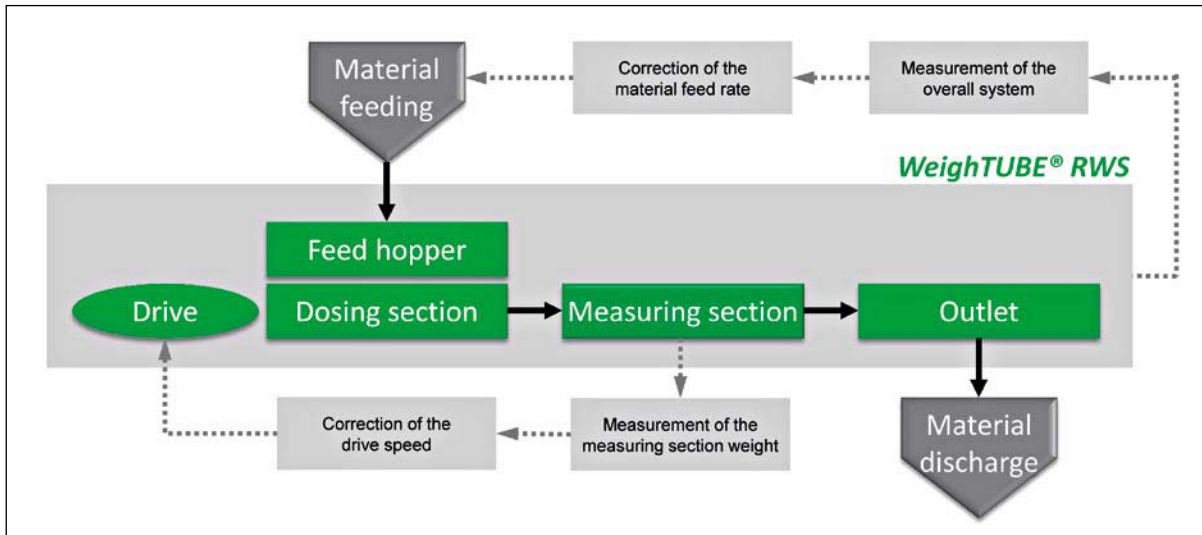
Die Rohrwaage, deren Funktionsprinzip durch Schutzrechte geschützt ist, besteht im Wesentlichen aus folgenden Einzelteilen (Bild 2):

- » 1. Vorbunker: Aus dem Vorbunker wird das zu dosierende Schüttgut zugeführt. Die Bunkergeometrie

2 Design of the tubular weigher WeighTUBE® RWS

Aufbau der Rohrwaage WeighTUBE® RWS





3 Functional principle of the tubular weigher
Funktionsprinzip der Rohrwaage

2 Design and principle of functioning

Under the premise of the above requirement specifications, a tubular weigher as an innovative and alternative dosing system, primarily for the problematic secondary fuels and polyethylene granulate material was developed (Fig. 1). Subsequently, it is planned to test the tubular weigher for industrial use with other, particularly conventional bulk materials, such as cement, raw meal, clinker etc.

The tubular weigher, whose functional principle is protected by industrial property rights, mainly consists of the following component parts (Fig. 2):

- » 1. Feed hopper: The bulk material feed hopper is the dosing device. The hopper geometry is suited to the properties of the bulk material and is, if necessary, equipped with an agitator. By means of extensive tests, Di Matteo was able to develop the design of the hopper to prevent impermissible compaction of compressible bulk material, such as fluff or other generally used secondary fuels. This ensures optimum conveyance to the downstream process. To avoid stressed connections between the feed hopper and the preceding machines or silos, an expansion joint (shown in yellow in Fig. 2) is installed at the hopper inlet.
- » 2. Dosing section: The dosing section in the form of a screw conveyor casing is located between the feed hopper and the measuring section.
- » 3. Measuring section: The measuring section, the actual tubular weigher, is located between the feed hopper and the outlet head of the tubular weigher. This is mounted on 4 load cells (shown in red in Fig. 2), which record the total weight of the measuring section. The cross-section of the measuring section is greater than that of the dosing section. As a result of the tests performed, the cross-section of the measuring section was specially designed to prevent tramp material from jamming between the measuring section and the screw conveyor shaft. In order to avoid stressed connection to any other parts, the measuring section is decoupled from the dosing section and the subsequent outlet housing by means of expansion joints. The great advantage of
- ist den Schüttguteigenschaften angepasst und wird je nach Erfordernis mit einem Rührwerk ausgestattet. Durch umfangreiche Untersuchungen konnte Di Matteo die Gestaltung des Bunkers derart entwickeln, dass kompressibles Schüttgut, wie z.B. Fluff oder andere übliche Sekundärbrennstoffe, nicht unzulässig komprimiert werden und somit optimal dem nachfolgenden Prozess zugeführt werden können. Um einen Kraftschluss zwischen dem Vorbunker und den vorgeschalteten Maschinen bzw. Silos zu vermeiden ist ein Kompensator (gelb in Bild 2 dargestellt) am Bunkerreinlauf installiert.
- » 2. Dosierstrecke: Die Dosierstrecke befindet sich als Schneckenmantel zwischen dem Vorbunker und der Messstrecke.
- » 3. Messstrecke: Die Messstrecke, die eigentlichen Rohrwaage, befindet sich zwischen dem Vorbunker und dem Auslaufkopf der Rohrwaage. Diese ist auf 4 Wägezellen (in rot in Bild 2 dargestellt) gelagert, welche die Gesamtmasse der Messstrecke summarisch erfassen. Die Messstrecke hat einen größeren Querschnitt als die Dosierstrecke. Um ein Verkleben von Fremdkörpern zwischen der Messstrecke und dem Schneckenbaum zu vermeiden, erfolgt eine konstruktive Querschnittsanpassung (im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen ermittelt) der Messstrecke an den Schneckenbaum. Die Messstrecke ist durch Kompensatoren gegenüber der Dosierstrecke und dem nachgeschalteten Auslaufgehäuse zur Vermeidung von Kraftschluss entkoppelt. Der große Vorteil der Messstrecke, dem eigentlichen WeighTUBE®, besteht in einem relativ geringen Eigengewicht, verglichen mit dem Schüttgutgewicht innerhalb des WeighTUBE®. Dieses hervorragende Verhältnis ermöglicht erst eine einmalige und hochpräzise Verwiegung.
- » 4. Auslaufgehäuse: Durch das Auslaufgehäuse fällt das dosierte Schüttgut aus der Messstrecke in die folgenden Maschinen. Das Auslaufgehäuse ist durch einen Kompensator gegenüber den nachfolgenden Maschinen, beispielsweise pneumatischen Förderern, entkoppelt.
- » 5. Schneckenbaum: Der Schneckenbaum mit Antrieb ist in Materialförderrichtung vorne in der senkrechten

Tab. 1 Key data obtained for the test period

Eckdaten für den Untersuchungszeitraum

			Deviation from setpoint value Abweichung vom Sollwert
Target throughput Soll-Durchsatz	M_{SOLL}	2500 kg/h	
Maximum actual throughput Maximaler Ist-Durchsatz	$M_{IST,MAX}$	2509 kg/h	+ 0.36 %
Minimum actual throughput Minimaler Ist-Durchsatz	$M_{IST,MIN}$	2477 kg/h	- 0.92 %
Mean actual throughput Mittlerer Ist-Durchsatz	$M_{IST,MIT}$	2486 kg/h	- 0.56 %

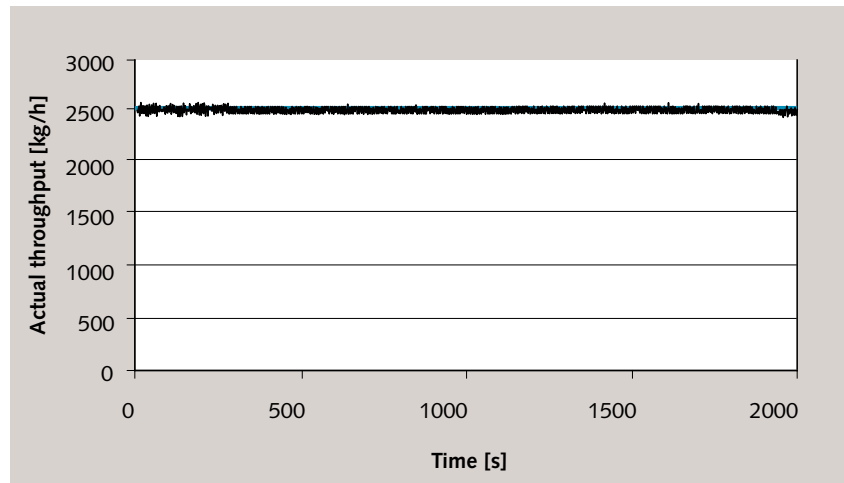
the measuring section, the actual WeighTUBE®, is its relatively low dead weight in comparison with the weight of the bulk material inside the WeighTUBE®. This excellent ratio is the key to the unique high precision of the weighing.

- » 4. Outlet housing: Through the outlet housing the dosed bulk material leaves the measuring section and is discharged into the downstream machines. The outlet housing is decoupled from the downstream machines, for example pneumatic conveyors, by means of an expansion joint.
- » 5. Screw shaft with drive: The screw shaft with drive, is – looking in the material flow direction – mounted at the front in the vertical end wall of the feed hopper and at the rear in the vertical end wall of the outlet housing. This screw shaft conveys the bulk material out of the feed hopper, via the dosing section to the measuring section, where it is weighed, and subsequently discharged into the outlet housing. While the diameter of the screw is identical in the feed hopper and the dosing section, it is increased in the measuring section.
- » 6. Machine frame with load cells: The tubular weigher, consisting of the feed hopper, the dosing section, the measuring section, the outlet housing and the screw shaft is mounted on the machine frame. It is weighed statically by means of the weigh cells (shown in blue in Fig. 2). This external weighing controls the feeding of bulk material to the feed hopper and maintains a constant filling level in the hopper. Furthermore, it is used for calibration of the system.

4 Actual throughput of fluff as a function of time at a target throughput of 2500 kg/h [5]

Ist-Durchsatz für Fluff in Abhängigkeit von der Zeit bei einem Soll-durchsatz von 2500 kg/h [5]

The functional principle of the tubular weigher is schematically represented in Figure 3. The bulk material is fed to the feed hopper and withdrawn from this at a controlled flow rate by the screw shaft via the dosing section. The drive of the screw shaft is equipped with



Stirnwand des Vorbunkers und hinten in der senkrechten Stirnwand des Auslaufgehäuses gelagert. Mit Hilfe des Schneckenbaumes wird das Schüttgut aus dem Vorbunker über die Dosierstrecke der Messstrecke zugeführt, dort verwogen und anschließend in das Auslaufgehäuse abgeworfen. Während der Schneckendurchmesser im Vorbunker und der Dosierstrecke identisch sind, wird der Schneckendurchmesser in der Messstrecke vergrößert.

- » 6. Maschinenrahmen mit Wägezellen: Auf den Maschinenrahmen wird die Rohrwaage, bestehend aus dem Vorbunker, der Dosierstrecke, der Messstrecke, dem Auslaufgehäuse und dem Schneckenbaum aufgebaut und mit Hilfe von Wiegezellen (im Bild 2 blau gekennzeichnet) statisch verwogen. Diese äußere Verwiegung regelt die Schüttgutzuführung in den Vorbunker und hält dort den Füllstand konstant. Darüber hinaus wird hiermit die Kalibrierung des Systems durchgeführt.

Das Funktionsprinzip der Rohrwaage ist in Bild 3 schematisch dargestellt. Das Schüttgut wird dem Dosierbunker zugeführt und mit Hilfe des Schneckenbaumes aus diesem über die Dosierstrecke dosiert abgezogen. Der Antrieb des Schneckenbaumes ist mit einem Antrieb mit Frequenzumrichter ausgerüstet, so dass die Drehzahl variiert werden kann.

Anschließend gelangt das Material in die Messstrecke, wo es kontinuierlich verwogen wird. Das dabei ermittelte Nettogewicht der Messstrecke wird zur Korrektur der Antriebsdrehzahl des Schneckenbaumes verwendet. Auf Grund der relativ geringen Verweilzeit des Schüttgutes in der Dosierstrecke und Messstrecke erfolgt eine solche Korrektur, entsprechend den geometrischen und konstruktiven Bedingungen, in Zeitabständen von wenigen Sekunden. Die Voraussetzung für die Möglichkeit einer exakten Regelung ist dabei ein linearer Zusammenhang zwischen der Schneckendrehzahl und der Schneckensteigung.

Im Rahmen von Untersuchungen an Schneckenwaagen durch den VDI [4] wurde jedoch festgestellt, dass sich die Fördergeschwindigkeit des Materials in der Schnecke nicht exakt aus der Schneckensteigung und der Schneckendrehzahl ergibt. Dieser Befund des VDI ist auch die Ursache für die relativ großen Mess- und Dosierfehler, mit denen der praktische Einsatz von üblichen Schneckenwaagen oftmals verbunden ist. Im Rahmen der Entwicklung der Rohrwaage durch die Fa. Di Matteo Beckum wurden Konstruktionsmerkmale und Betriebsbedingungen für die Rohrwaage entwickelt, die einen linearen Zusammenhang zwischen den o.g. Parametern ermöglichen und damit einen Mess- und Dosierfehler von < 1,0 % zulassen.

Um einen möglichst maximalen Material-Füllstand im Vorbunker einzustellen wird das Gewicht der Gesamtanla-

a frequency converter to enable variation of the drive speed.

The material subsequently passes into the measuring section, where it is continuously weighed. The calculated net weight of the measuring section is used for correction of the drive speed of the screw shaft. Due to the relatively short residence time of the bulk material in the dosing section and the measuring section, this correction takes place in accordance with the geometric and constructional conditions at time intervals of just a few seconds. The prerequisite for precise drive speed control is a linear relationship between the screw shaft speed and the screw flight pitch.

However, tests performed by the VDI on screw weighfeeders [4] revealed that the conveying speed of the material in the screw conveyor is not an exact result of the screw flight pitch and the screw shaft speed. This finding by the VDI explains the relatively large measurement and dosing error that often occurs during industrial application of conventional screw weighfeeders. In the course of development of this tubular weigher by Di Matteo of Beckum, design features and operating conditions were developed that enable a linear relationship between the above-mentioned parameters and thus allow a dosing error < 1.0 % to be achieved.

To obtain the maximum possible material filling level in the feed hopper, the weight of the overall system is determined and the material feeding is automatically controlled (Fig. 3). To illustrate the functionality of the tubular weigher, Figure 4 graphically represents a measured actual throughput (M_{IST}) of fluff as a function of the measuring time (t) at a target throughput (M_{SOLL}) of 2500 kg/h. Throughout the test period, the actual throughput rates corresponding to the integral measuring time were recorded at intervals of 2 secs. Table 1 shows the key data that were obtained for the test period. The regression analysis of all measuring points in Figure 4 resulted in the following linear relationship:

$$M_{IST} = M_{IST}(t) = -0.00017 \cdot t + 2476.4$$

The extraordinarily low rise in the regression lines indicates that no significant zero point displacement could be observed in the tubular weigher control during the examined period of time.

Häfner et al. [6] ascertained that rotary weighfeeders and conveyor scales are subject to a long-term zero point displacement. This phenomenon was also found in long-term tests of the tubular weigher, but to a considerably smaller extent. As a consequence, it is necessary to check the mass flow rate using the so-called check hopper process after a lengthy uninterrupted period of tubular weigher operation and to recalibrate the tubular weigher if required. This checking procedure takes place automatically after a pre-determined operating period that depends on the respective operating conditions, and is carried out without interrupting the system operation. For this purpose, the feed hopper is filled to maximum level, the material feeding is stopped and then the time required for a decrease in overall system weight to a specific minimum value is measured, like in a differential dosing weigher. Subsequently, the tubu-

ge bestimmt und die Materialzuführung automatisch geregelt (Bild 3). In Bild 4 ist, exemplarisch für die Funktionalität der Rohrwaage, der gemessene Ist-Durchsatz (M_{IST}) für Fluff in Abhängigkeit von der Messzeit (t) bei einem Soll-Durchsatz (M_{SOLL}) von 2500 kg/h graphisch dargestellt. In dem Untersuchungszeitraum wurden in Abständen von 2 s die mit der integralen Messzeit korrespondierenden Ist-Durchsätze aufgezeichnet. Für den Untersuchungszeitraum ergaben sich die in Tabelle 1 aufgeführten Eckdaten. Die Regressionsanalyse aller Messpunkte des Bild 3 ergibt folgenden linearen Zusammenhang:

$$M_{IST} = M_{IST}(t) = -0,00017 \cdot t + 2476,4$$

Der außerordentlich geringe Anstieg der Regressionsgeraden weist darauf hin, dass während des untersuchten Zeitraumes keine wesentliche Nullpunkt-Verschiebung in der Steuerung der Rohrwaage zu beobachten war.

Von Häfner u.a. [6] wurde festgestellt, dass Dosierrotorwaagen und auch Bandwaagen einer Langzeit-Nullpunktverschiebung unterliegen. Dieses Phänomen wurde auch bei Langzeitversuchen mit der Rohrwaage festgestellt, jedoch in erheblich geringerem Maße. D.h., dass nach längerem, unterbrechungsfreiem Betrieb der Rohrwaage der Massendurchsatz durch das sogenannte Prüfbunkerverfahren kontrolliert werden sollte und gegebenenfalls eine Nachjustierung der Rohrwaage erforderlich ist. Dieses Procedere erfolgt automatisch nach einem vorher festgelegten Kontrollzeitraum, der von den jeweiligen Betriebsbedingungen abhängig ist, und wird bei laufendem Produktionsbetrieb durchgeführt. Dazu wird der Vorbunker maximal gefüllt, die Materialzuführung unterbrochen und anschließend, wie bei einer Differentialdosierwaage, die zeitliche Abnahme des Gewichtes der Gesamtanlage, bis auf einen Minimal-Wert, bestimmt. Anschließend erfolgt dann unmittelbar die Korrektur der Rohrwaage und die Materialzuführung zum Vorbunker wird wieder in Betrieb gesetzt.

3 Beispiele für ausgeführte Rohrwaagen- Fallstudien

3.1 Versuchsanlage im Technikum

Das verfahrenstechnische Prinzip der Rohrwaage als innovatives Dosiersystem wurde ausführlich an einer Versuchsanlage im Technikum der Fa. Di Matteo in Beckum untersucht (Bild 5). Dabei wurde auch die Software zur

5 Test tubular weigher in the Di Matteo testing facility in Beckum

Versuchrohrwaage im Technikum der Fa. Di Matteo in Beckum



6 WeighTUBE® RWS tubular weigher for 8.0 t/h in as-delivered condition at a German cement works

Rohrwaage WeighTUBE® RWS für 8,0 t/h in einem deutschen Zementwerk im Auslieferungszustand



lar weigher is immediately corrected and the material feeding to the feed hopper (1) is restarted.

3 Examples for installed tubular weigher systems – case studies

3.1 Trial plant at the testing facility

The process technological principle of the tubular weigher was comprehensively tested at the Di Matteo testing facility in Beckum (Fig. 5). During this phase, the control software of the tubular weigher was also developed. This can be employed on every adequately dimensioned PLC (e.g. Siemens S7).

The test materials used were polyethylene granulate material (throughput up to 4.0 t/h) and different size fractions of fluff-type secondary fuels (throughput up to 5.0 t/h). In addition, dried sewage sludges, biomass and pelletized secondary fuels were successfully tested.

3.2 Tubular weigher for 8.0 t/h in a cement plant

Industrial trials were performed at a German cement works using a tubular weigher for throughput rates of up to 8.0 t/h (Fig. 6). Originally, the secondary fuel was directly dosed by conveyor scale into the burner of the cement rotary kiln. However, O₂ and CO peaks occurred in the atmosphere of the rotary kiln due to the already-described phenomenon of material breaking off in clumps at the discharge end of the weighbelt feeders. Thanks to installation of the WeighTUBE® RWS, these peaks and thus the chemical composition of the kiln atmosphere were significantly smoothed. By means of tandem configuration of a conveyor scale and a tubular weigher it was also possible to compare the performance of the two dosing systems.

3.3 Dosing system for 15 t/h in a cement plant

Installation of two dosing systems with a throughput of 15 tph each (Fig. 7) in an existing industrial system for fluff at an English cement works. This system consists of 2 WeighTUBE® RWS tubular weighers in parallel op-

Regelung und Steuerung der Rohrwaage entwickelt. Dieses kann auf jeder ausreichend dimensionierten SPS (z.B. Siemens S7) verwendet werden.

Als Versuchsmaterialien kamen PE-Granulat (Durchsatz bis 4,0 t/h) und unterschiedliche Fraktionen von fluffartigen Sekundärbrennstoffen (Durchsatz bis 5,0 t/h) zum Einsatz. Des Weiteren wurden getrocknete Klärschlämme, Biomasse und pelletierte Sekundärbrennstoffe erfolgreich untersucht.

3.2 Rohrwaage für 8,0 t/h im Zementwerk

Industriell wurde in einem deutschen Zementwerk eine Rohrwaage für einen Durchsatz von bis zu 8,0 t/h installiert (Bild 6). Ursprünglich wurde der Sekundärbrennstoff mittels einer Bandwaage direkt in den Brenner des Zement-Drehrohrofens dosiert. Dabei kam es auf Grund des oben geschilderten, für Bandwaagen typischen, Phänomens des Abbrechens von „Materialschollen“ zu O₂/CO-Spitzen in der Atmosphäre des Drehrohrofens. Durch den Einbau der Rohrwaage WeighTUBE® RWS konnten diese Spitzen abgebaut und damit die chemische Zusammensetzung der Ofenatmosphäre signifikant geglättet werden. Durch die Tandemschaltung von Bandwaage und Rohrwaage war es darüber hinaus auch möglich beide Dosiersysteme zu vergleichen.

3.3 Dosiersystem im Zementwerk für einen Durchsatz von 15 t/h

Einbau von zwei Dosiersystemen in eine vorhandene industrielle Anlage für Fluff am Kalzinator einer englischen Zementanlage für einen Durchsatz von jeweils 15 t/h (Bild 7). Die Anlage besteht aus 2 Rohrwaagen WeighTUBE® RWS, die parallel betrieben werden. Die beiden Rohrwaagen sind seit längerer Zeit zur Zufriedenheit des Betreibers im industriellen Dauerbetrieb

4 Ausblick

Die Rohrwaage WeighTUBE® RWS als neues und innovatives gravimetrisches Dosiersystem für Schüttgüter wurde von der Fa. Di Matteo in Beckum/Germany im dortigen Technikum untersucht und bis zur technischen Reife für den industriellen Einsatz entwickelt. Dies bezieht sich sowohl auf das maschinentechnische Konzept als auch auf die programmtechnischen Entwicklungen zur Steuerung der Rohrwaage. Die Vorteile der Rohrwaage sind im Wesentlichen:

- » Geringer Raumbedarf und damit Möglichkeit zur objektbezogenen Einpassung in vorhandene Anlagen
- » Vergleichsweise niedrige Investitionskosten
- » Robuste Ausführung und damit möglicher Einsatz unter schwierigen Produktionsbedingungen
- » Hohe Dosiergenauigkeit von < + 1,0 % bezogen auf den Nenndurchsatz
- » Geschlossene Ausführung und damit Vermeidung von Staubemissionen und Explosionsgefährdungen
- » Gute Integrationsmöglichkeit auch in bestehende Steuerungs- und Informationskonzepte der Gesamtanlage
- » Möglichkeit zur automatischen Nachkalibrierung (Nullpunkteinstellung) während des kontinuierlichen Produktionsbetriebes
- » Hoher Verstellbereich des Durchsatze



7 WeighTUBE® RWS tubular weigher for 15 tph in as-delivered condition

Rohrwaage WeighTUBE® RWS für 15 t/h im Auslieferungszustand

eration. These two tubular weighers have already been in continuous industrial operation for a lengthy period of time to the satisfaction of the plant owner.

4 Prospects

The WeighTUBE® RWS tubular weigher was tested by Di Matteo of Beckum/Germany in the company's testing facility as a new and innovative gravimetric dosing system for bulk materials and was developed to technological maturity for industrial use. This statement relates both to the machine technology concept and to the development of the tubular weigher control system program.

The principal advantages of the tubular weigher are:

- » Low space requirement, ensuring retrofitting of the system into existing plants
- » Comparatively low capital cost
- » Robust execution enabling use under difficult production conditions
- » High dosing precision of $< + 1.0 \%$ related to the nominal throughput
- » Enclosed design, preventing dust emission and explosion hazard
- » Good integration, including incorporation into existing control and information systems of the entire plant
- » Automatic recalibration facility (setting of zero point) without interrupting the continuous production operation
- » Large throughput rate control range

The industrial scale tubular weighers already installed are operating successfully with throughput rates of up to 15 tph. Di Matteo of Beckum has thoroughly tested the WeighTUBE® RWS tubular weigher for weighing and dosing of secondary fuels, particularly with regard to fluff and the model material PE granulate. In the future, its area of application is to be extended to conventional bulk materials such as raw meal, filter dust, clinker, cement etc.. Upon request, potential clients can attend demonstrations using their desired bulk materials at the company's testing facility.

Im produktionstechnischen Maßstab werden Rohrwaagen derzeit mit einem Durchsatz von bis zu 15 t/h erfolgreich betrieben. Die Untersuchungen der Fa. Di Matteo Beckum an der Rohrwaage WeighTUBE® RWS bezogen sich in der Vergangenheit auf die Verwiegung und Dosierung von Sekundärbrennstoffen insbesondere von Fluff und auf die Modellsubstanz PE-Granulat. Sie sollen zukünftig auch auf konventionelle Schüttgüter (Rohmehl, Filterstaub, Klinker, Zement etc.) ausgedehnt werden. Auf Kundenwunsch können Vorführungen mit gewünschten Schüttgütern im werkseigenen Testcenter jederzeit durchgeführt werden.

www.dimatteo.de

REFERENCES

- [1] Di Matteo, L.: Austragverhalten von Doppelschnecken aus einem Silo, Dissertation, TU Braunschweig (2006)
- [2] Di Matteo, L., Schwedes, J.: Extraction characteristics of bulk materials from silos, ZKG INTERNATIONAL, No. 1 (2009), pp. 55
- [3] Di Matteo, Dr. L.: Efficient injection of secondary fuels, ZKG INTERNATIONAL, No. 7/8 (2009), pp. 56–57
- [4] VDI-Richtlinie 4436, S. 9; Februar 2007
- [5] Interner Bericht, Bericht über die Versuche mit der Rohrwaage vom 2.7.2010, Fa. Di Matteo Beckum
- [6] Häfner, H.W., Kudorfer, G.A.: Moderne Dosiertechnik im Gesamtprozess der Zementherstellung, ZKG INTERNATIONAL, No. 49 (1996), pp. 76–87