



press-press-press-press-press

**Sonderdruck – Reprint**

aus: Schüttgut, Ausgabe 1/2011, März 2011

## **Gravimetrische Kohledosierung optimiert den Kesselbetrieb**

from: Schüttgut, issue 1/2011, March 2011

## **Gravimetric feeding of coal optimises boiler operation**

**Steigende Anforderungen an die Energieeffizienz neuer sowie existierender Kohlekraftwerke erfordern die Optimierung der Feuerungsanlagen sowie die Optimierung des Energieverbrauchs der eingesetzten Aggregate. Gravimetrische Kohlezuteiler (Dosierbandwaagen) liefern hierzu einen wichtigen Beitrag.**

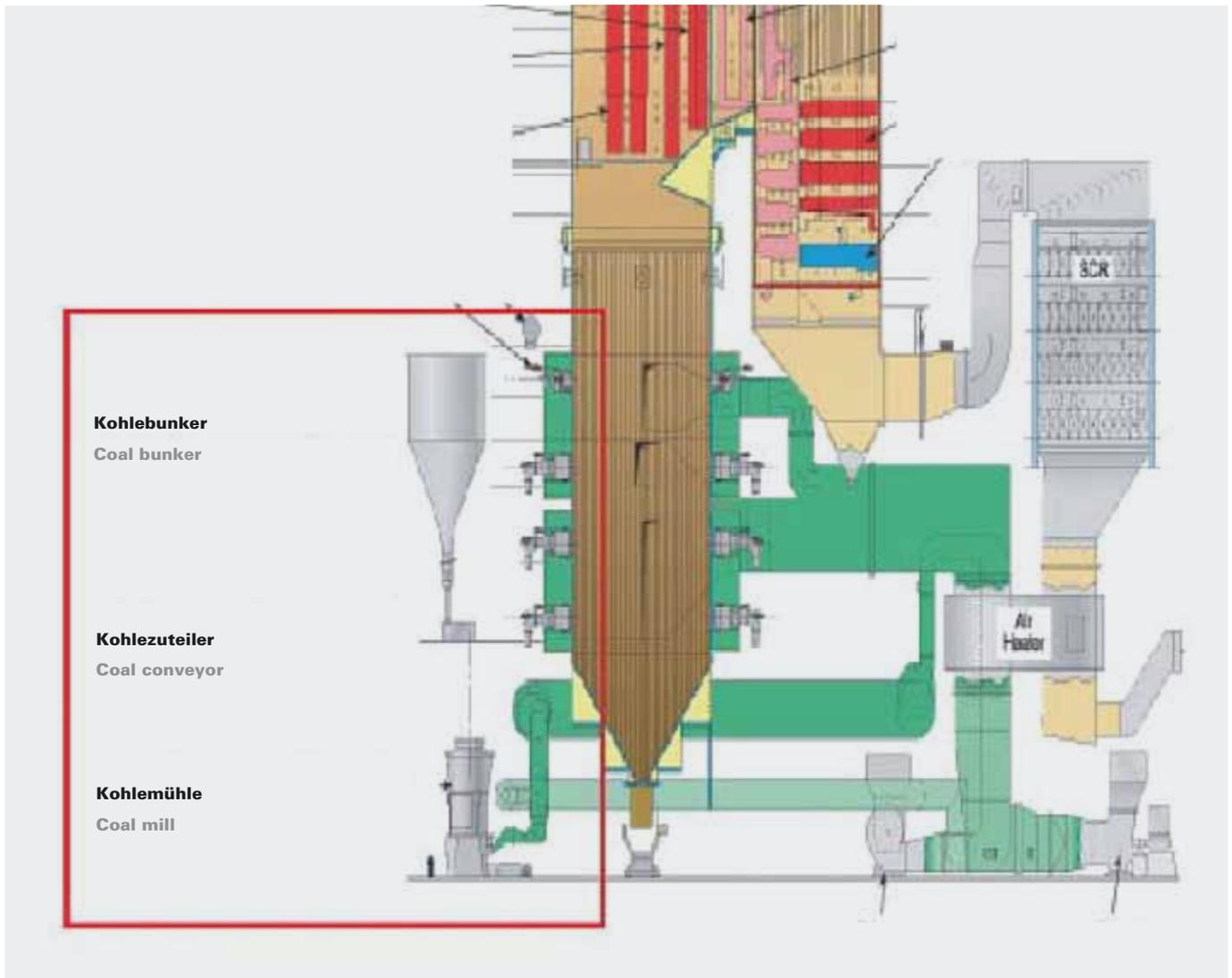
Bei kohlenstaubbefeuerten Kraftwerken wird die Kohle in entsprechenden Mühlen staubfein aufgemahlen und mittels pneumatischer Fördersysteme direkt dem Verbrennungsprozess zugeführt. Je nach Kesselkapazität werden dafür vier bis acht Kohlemühlen genutzt, wobei jeder Mühle mindestens ein Kohlezuteiler zugeordnet ist, der die Kohle aus dem Bunker abzieht und der Mühle in der benötigten Förderstärke zuführt. Mittels integrierter Wägetechnik gewährleisten gravimetrische Kohlezuteiler die genaue Dosierung der vom Kessel benötigten Kohlemenge und schaffen somit die Voraussetzung für einen optimalen Kesselbetrieb bei reduziertem Kohleverbrauch und reduzierten Emissionen.

**As new and existing coal-fired power plants are having to become more energy efficient, both furnaces and the energy consumption of the equipment used have to be optimised. Gravimetric coal conveyors (weigh feeders) play a key role in helping to achieve this.**

In plants fired by coal dust, the coal is ground to a fine dust in suitable mills and supplied directly to the combustion process using pneumatic conveyor systems. Between four and eight coal mills are used for this depending on the boiler capacity. At least one coal conveyor, which removes the coal from the bunker and supplies the mill at the required feed rate, is assigned to each mill. Thanks to integrated weighing technology, gravimetric coal conveyors ensure precise feeding of the amount of coal required by the boiler and therefore optimum boiler operation, all the while reducing coal consumption and emissions.



**Bild 1: MULTIDOS® HPG, Dosierbandwaage**  
Fig. 1: MULTIDOS® HPG, weigh feeder



**Bild 2: Prinzipskizze Kessel/Kohledosierung**  
**Fig. 2: Schematic diagram of boiler/feeding of coal**

Abhängig vom aktuellen Wärme-/Dampfbedarf ermittelt das Kesselleitsystem die Sollwerte für die Kohlenstaub- und Primärluftzufuhr, mit dem Ziel:

1. Nur soviel Kohle einzubringen, wie von dem Verbrennungsprozess benötigt wird.
2. Genau soviel Luft zuzuführen, um eine optimale Verbrennung zu erzielen.

Es wird das optimale Brennstoff/Luftverhältnis (stöchiometrisches Verhältnis) angestrebt, sodass eine vollkommene Verbrennung des Kohlenstaubs bei geringsten Emissionen erreicht wird.

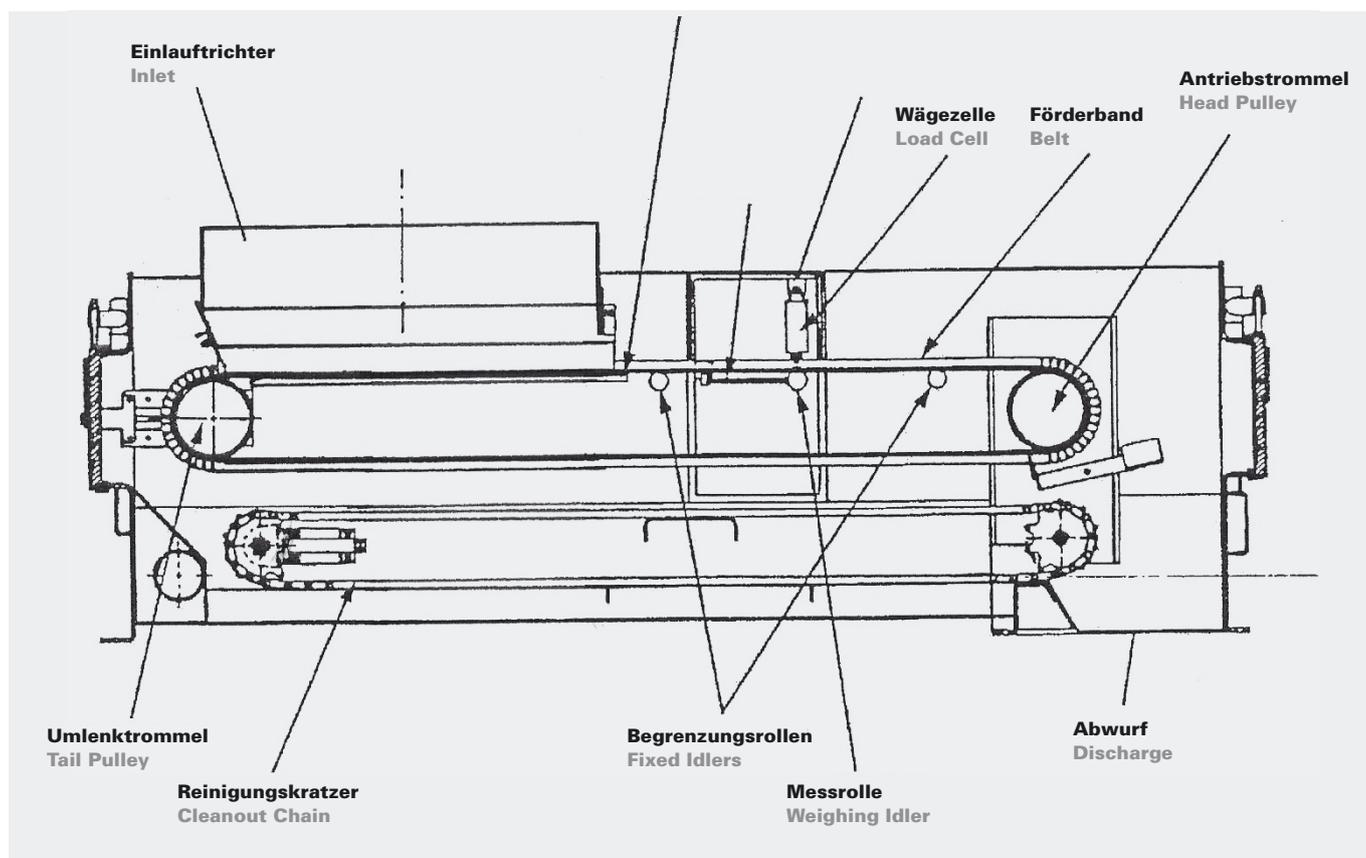
Da der Kohlenstaub aus den Kohlemühlen direkt dem Kessel zugeführt wird, müssen die Kohlezuteiler auch bei Lastwechseln den Brennstoff gleichmäßig und genau dosieren. Daraus folgt für die Projektierung von Brennstoffdosiersystemen, dass Dosierer und Bunker

Depending on the current heat / steam requirement, the boiler control system calculates the nominal values for the coal dust and primary air supply, with the objective of:

1. Only conveying as much coal as the combustion process requires.
2. Supplying precisely the right amount of air for optimum combustion.

We aim to achieve the optimum mixture of fuel and air (stoichiometric ratio), such that the coal dust completely combusts and as few emissions as possible are produced.

Because the coal dust is supplied directly to the boiler from the coal mills, the coal conveyors have to ensure even and precise feeding, even when the load changes. So when it comes to planning fuel feeding systems,



**Bild 3: Aufbau eines gravimetrischen Kohlezuteilers MULTIDOS® HPG**  
**Fig. 3: Structure of a gravimetric coal conveyor MULTIDOS® HPG**

nicht unabhängig voneinander, sondern als funktionale Einheit betrachtet werden müssen, um einen zuverlässigen Betrieb der Kohledosierung zu gewährleisten.

### Kohlezuteilung – Dosierung

In vielen europäischen Kraftwerken werden für diese Aufgabe immer noch volumetrische Dosiersysteme eingesetzt. Diese Aggregate bestehen aus einem drehzahl-geregelten Fördersystem, wie z.B. Kratzkettenförderer, Plattenband- oder Bandförderer. Der Volumendurchsatz pro Zeiteinheit ( $m^3/h$ ) wird über die Veränderung des Drehzahlsollwerts des Förderers geregelt.

Dieses Dosierprinzip funktioniert hinreichend gut, solange ein homogenes Schüttgut mit gleich bleibend guten Fließeigenschaften und annähernd konstantem Schüttgewicht dosiert wird.

Verändert sich jedoch die Beladung des Zuteilers, z.B. durch Schwankungen des Schüttgewichts oder eine Änderung des Fließverhaltens – wie es insbesondere bei Importkohle häufig passiert – führt dies direkt zu Schwankungen in der Brennstoffzufuhr und somit zu einer Abweichung vom optimalen Betriebspunkt.

Anhand der veränderten Dampf- und Emissionsparameter, wird die Abweichung zwar nach einiger Zeit von

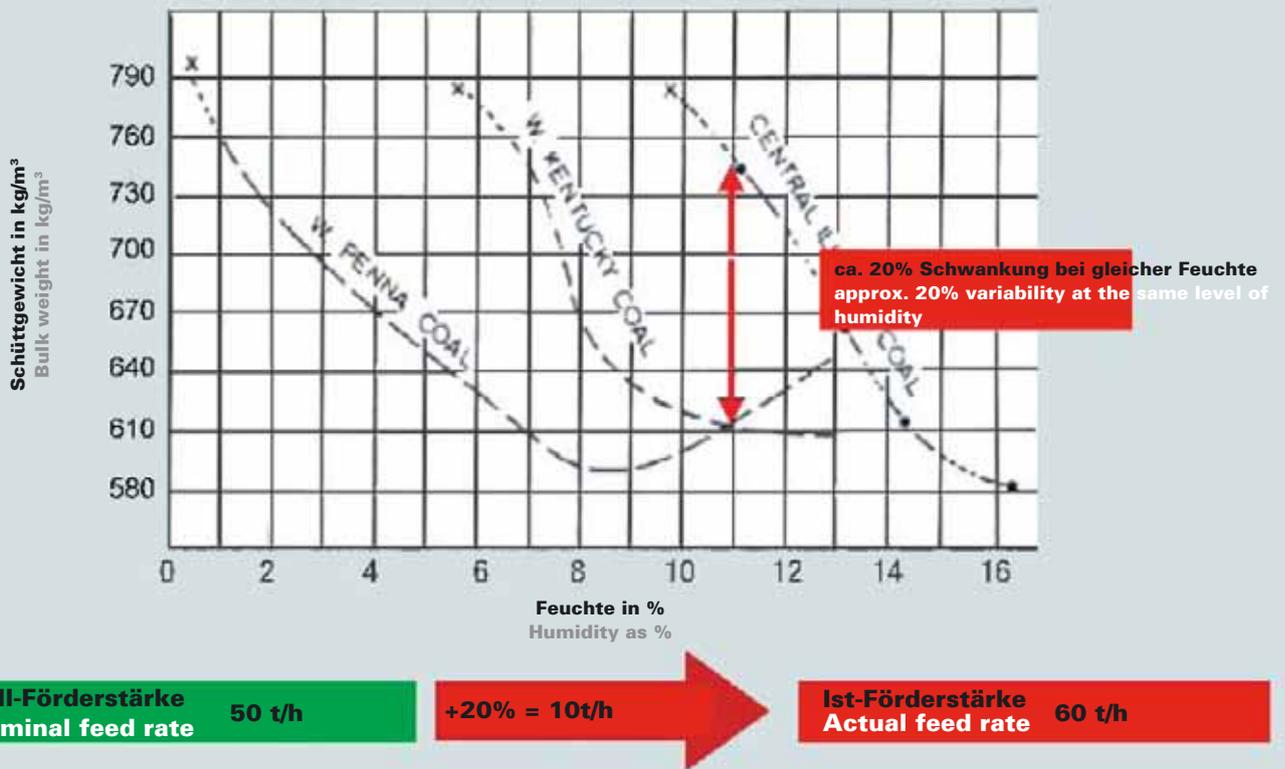
to ensure reliable coal feeding, the feeder and bunker should be considered as a functional unit as opposed to being independent of one another.

### Conveying and feeding coal

In many European power plants, volumetric feeders are still being used for this task. These consist of a speed-controlled conveying system, such as a scraper chain conveyor, steel plate conveyor or belt conveyor. The volume throughput per time unit ( $m^3/h$ ) is controlled by changing the nominal speed of the conveyor.

This feeding principle works sufficiently well as long as a homogenous bulk material is fed with consistently high flow properties and a fairly constant bulk weight. If, however, the load of the conveyor changes, e.g. as a result of a variable bulk weight or a changing flow behaviour – which can often happen, particularly with imported coal – this directly causes the fuel supply to vary and the system to deviate from its optimum operating point.

Thanks to the changed steam and emission parameters, the deviation is detected by the boiler control system after a short time and the mixture of air and fuel is adjusted. This however results in increased fuel



**Bild 4: Schüttgutgewicht vs. Materialfeuchte für drei verschiedene Kohlesorten**  
 Fig. 4: Bulk material weight vs. material humidity for three different grades of coal

dem Kesselleitsystem erkannt und das Luft/Brennstoffgemisch rejustiert. Während der Zeit, die zur vollständigen Ausregelung der Brennstoffschwankung benötigt wird, werden jedoch ein erhöhter Brennstoffverbrauch und höhere Emissionen verursacht.

#### Gravimetrische Kohlezuteiler

Gravimetrische Kohlezuteiler messen die Beladung des Förderers auf einer Wägebücke (ähnlich einer Bandwaage). Schwankungen in der Beladung gleichen sie durch entsprechende Anpassung der Fördergeschwindigkeit aus.

Die Elektronik des Kohlezuteilers errechnet basierend auf Fördermengen-Sollwert und der gemessenen Bandbeladung [kg/m] die benötigte Bandgeschwindigkeit, um den eingestellten Sollwert zu erreichen, und regelt den Antrieb des Kohlezuteilers entsprechend. Ändert sich das Schüttgewicht, wird dies unverzüglich vom gravimetrischen Kohlezuteiler über die Änderung der Bandbeladung erkannt und die Bandgeschwindigkeit angepasst, um dem Kessel die angeforderte Brennstoffmenge zur Verfügung zu stellen.

Gravimetrische Kohlezuteiler dosieren Kohle mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,5$  Prozent der jeweiligen Fördermenge.

consumption and higher emissions during the time required to fully balance the fuel variability.

#### Gravimetric coal conveyors

Gravimetric coal conveyors measure the load of the conveyor on a weighbridge (similar to a belt weigher). They compensate for any variability in the load by adapting the conveyor speed correspondingly. The electronics of the coal conveyor calculate the belt speed required to achieve the set nominal value using the nominal feed rate and the belt load [kg/m] measured, and regulate the coal conveyor drive accordingly. If the bulk weight changes, this is immediately detected by the gravimetric coal conveyor as a result of the belt load changing. It adapts the belt speed to make the required amount of fuel available to the boiler. Gravimetric coal conveyors feed coal with an accuracy of  $\pm 0.5$  % of the corresponding feed rate.

#### Heterogenous bulk material

The bulk weight and flow properties of coal are influenced by particle size, humidity and ash content among other things.

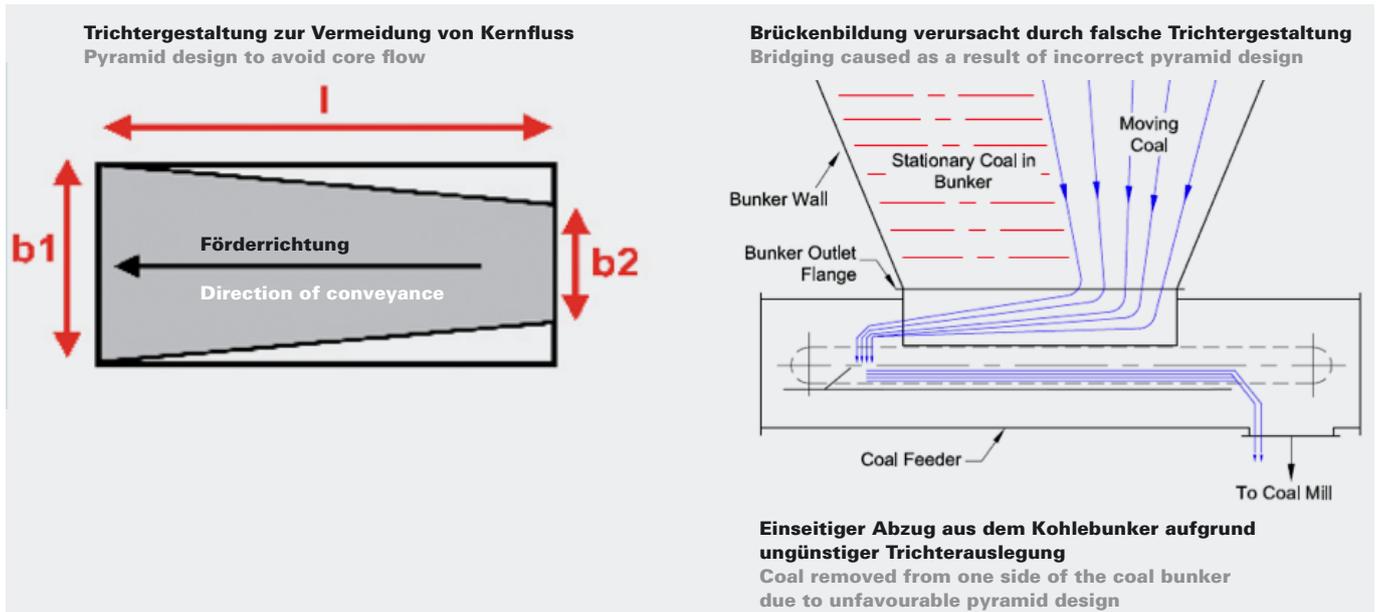


Bild 5: ???

## Heterogenes Schüttgut

Schüttgewicht und Fließeigenschaften der Kohle werden u.a. von der Körnung, der Feuchte und dem Ascheanteil beeinflusst.

Die Bild 4 zeigt die Abhängigkeit des Schüttgewichts von der Feuchte am Beispiel dreier unterschiedlicher Kohlsorten. Neben der Tatsache, dass sich keine proportionale Abhängigkeit zwischen Feuchte und Schüttdichte erkennen lässt, kann man auch feststellen, dass die Schüttdichte unterschiedlicher Kohlen bei gleicher Feuchte sich um mehr als 20 Prozent unterscheiden kann. Ein volumetrischer Kohlezuteiler, der auf einen Massengutstrom von 50 Tonnen/Stunde eingestellt ist, liefert bei einer um 20 Prozent höheren Schüttdichte einen um 10 Tonnen/Stunde erhöhten Kohleeintrag pro Kohlemühle in den Kessel.

Bei einem gravimetrischen Kohlezuteiler hingegen wird der Anstieg des Schüttgewichts unverzüglich durch die integrierte Wägebrücke gemessen und die Bandgeschwindigkeit entsprechend reduziert. Somit wird sicher gestellt, dass zu jedem Zeitpunkt der voreingestellte Massengutstrom von 50 Tonnen/ Stunde mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,5$  Prozent eingehalten wird.

Gerade der aktuelle Trend zum Einsatz von Importkohle verschärft diese Problematik, da die Kohlen, je nach Herkunft, häufig stark unterschiedliche Schüttdichten aufweisen.

## Austrag aus dem Kohlesilo

Für die Lagerung von Kohle werden rechteckige sowie runde Bunker eingesetzt. In deutschen und in einigen

Figure 4 illustrates how the bulk weight depends on humidity, taking the example of three different grades of coal. In addition to the fact that no proportional dependency can be detected between the and bulk density, we can also establish that the bulk density of different coals can vary by more than 20 % at the same level of humidity. A volumetric coal conveyor set to a bulk flow of 50 tonnes/hour supplies the boiler with a coal input increased by 10 tonnes/hour per coal mill at a 20 % greater bulk density.

But with a gravimetric coal conveyor, the increase in bulk density is immediately measured by the integrated weighbridge and the belt speed is reduced accordingly. This ensures that the pre-set bulk flow of 50 tonnes/hour is complied with at all times with an accuracy of  $\pm 0.5$  %. The current trend of using imported coal exacerbates this problem, because coals often display extremely different bulk densities depending on where they come from.

## Discharge from the coal silo

Rectangular and round bunkers are used to store coal. In German and some European power plants, wedge-shaped bunker outlets are mainly used. In the US and Asia, meanwhile, it is more common to use conical bunker outlets.

Inlet pyramids with a diameter of 900 millimetres and a pyramid width of 900 millimetres are available for both versions. They provide sufficient reserves for reliable discharge of coal from the coal bunker, even when using imported coal with very different flow behaviours. To



europäischen Kraftwerken findet man hauptsächlich keilförmige Bunkerausläufe. In USA und Asien hingegen werden vorwiegend konische Bunkerausläufe eingesetzt.

Für beide Ausführungen sind Einlauftrichter von 900 Millimeter Durchmesser bzw. 900 Millimeter Trichterbreite verfügbar. Sie bieten somit auch für den Einsatz von Importkohlen mit stark unterschiedlichen Fließverhalten genügend Reserven für einen zuverlässigen Austrag der Kohle aus dem Kohlebunker. Um zu gewährleisten, dass die Kohle über die gesamte Länge des rechteckigen Bunkerauslaufs gleichmäßig abgezogen wird, ist darauf zu achten, dass ein Längen-/Breiten-Verhältnis von 3:1 nicht überschritten wird. Zusätzlich ist der Einlauftrichter so zu gestalten, dass sein Volumen in Förderrichtung des Kohlezuteilers progressiv zunimmt, damit auch Kohle aus dem vorderen Trichterbereich abgezogen werden kann. Bei einem Längen-/Breiten-Verhältnis größer 3:1 oder beim Einsatz eines Einlauftrichters mit parallelen Seitenwänden, besteht die Gefahr, dass Kohle nur im hinteren Teil des Einlaufs in den Zuteiler fließt, das gesamte Volumen des Einlauftrichters einnimmt und dadurch keine Kohle aus dem vorderen Trichterbereich ausgetragen werden kann. Neben dem Risiko der Zeitverfestigung, besteht vor allem auch das Risiko der Selbstentzündung der Kohle in dem nicht fließenden Bunkerbereich.

#### **Vorteile des Systems**

1. Reduzierter Brennstoffverbrauch Durch die genaue und reproduzierbare Brennstoffdosierung kann auch bei Lastwechsel der Sauerstoffüberschuss im Kessel optimiert und der Brennstoffeinsatz reduziert werden.
2. Reduktion von Korrosion im Kessel Durch die gleichmäßige Brennstoffzufuhr zu den Brennern wird das Risiko der Bildung von Reduktionszonen im Kessel (Reduktion durch Sauerstoffmangel) und damit Korrosion an den Kesselwänden reduziert.
3. Reduzierte Schlackebildung im Kessel Ein weiterer Vorteil der genauen Brennstoffdosierung zu den Brennern ist ein gleichmäßigeres Temperaturprofil im Kessel, was die Schlackebildung erheblich reduziert.
4. Reduzierte Betriebs- und Wartungskosten Im Vergleich zu konventionellen volumetrischen Kohlezteilern, wie z.B. den schweren und wartungsintensiven Plattenbändern oder Kratzkettenförderern, verursachen gravimetrische Kohlezuteiler, die nach dem Dosierbandwaagenprinzip arbeiten, erheblich geringere Betriebs- und Wartungskosten.

Da die Kohle auf einem Förderband gefördert wird, herrscht keine Relativbewegung zwischen Kohle und

ensure that coal is removed over the entire length of the rectangular bunker outlet, it is important not to exceed a length/width ratio of 3:1. The inlet pyramid should also be designed such that its volume progressively increases in the coal conveyor's direction of conveyance, such that the coal can be removed from the front part of the pyramid. If the length/width ratio exceeds 3:1 or if using an inlet pyramid with parallel side walls, there is a risk of only the coal in the rear part of the inlet flowing into the conveyor, which causes the entire inlet pyramid to fill up with coal and therefore does not allow the material to be discharged from the front part of the pyramid. In addition to the risk of caking, there is also a risk of the coal that is not in the flowing part of the bunker spontaneously combusting.

#### **Benefits of the system**

1. Reduced fuel consumption: Thanks to precise and reproducible fuel feeding, the excess oxygen in the boiler can be optimised and the amount of fuel used reduced, even when the load changes.
2. Reduction of corrosion in the boiler: Thanks to even supply of fuel to the burners, the risk of reduction zones forming in the boiler (reduction caused by a lack of oxygen) and therefore corrosion on the boiler walls is reduced.
3. Less build-up of slag in the boiler: Another benefit of precise feeding of fuel to the burners is a more even temperature profile in the boiler, which considerably reduces the build-up of slag.
4. Reduced operating and maintenance costs: Compared with conventional volumetric coal conveyors, such as the heavy and high-maintenance steel plate conveyors or scraper chain conveyors, gravimetric coal conveyors, which work according to weigh feeder principle, have considerably lower operating and maintenance costs.

Because the coal is conveyed on a conveyor belt, there is no relative movement between the coal and conveying equipment / coal conveyor. This results in much less energy being consumed and considerably less wear compared with a scraper chain conveyor.

#### **Conclusion**

Variable bulk material properties, which occur in imported coal in particular, result in an imprecise and variable supply of fuel in conventional volumetric coal conveyors. This in particular reduces the boiler effectiveness and therefore causes higher emissions. In contrast, gravimetric coal conveyors measure the current

Fördereinrichtung/ Kohlezuteiler. Dies führt im Vergleich zu einem Kratzkettenförderer zu einem geringeren Energieverbrauch und zu einem erheblich geringeren Verschleiß.

### Zusammenfassung

Schwankende Schüttguteigenschaften, wie man sie insbesondere bei Importkohlen vorfindet, führen bei konventionellen volumetrischen Kohlezuteilern zu einer ungenauen, schwankenden Brennstoffzufuhr. Das macht sich dann mit einem verminderten Kesselwirkungsgrad und daraus folgend höheren Emissionswerten bemerkbar. Gravimetrische Kohlezuteiler messen im Gegensatz dazu die aktuelle Beladung des Zuteilers und regeln die Fördermenge entsprechend dem aktuellen Brennstoff-sollwert.

Eventuelle Schwankungen in der Schüttdichte werden automatisch ausgeglichen, sodass die Kohle mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,5$  Prozent des Sollwerts in den Verbrennungsprozess dosiert wird. Gravimetrische Kohlezuteiler schaffen damit die Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Kesselbetrieb bei minimalem Kohleverbrauch und reduzierten Emissionen.

conveyor load and control the feed rates according to the current nominal fuel value.

Any variability in the bulk density is automatically compensated for, such that the coal is fed to the combustion process with an accuracy of  $\pm 0.5$  % of the nominal value. Gravimetric coal conveyors therefore make for cost-effective boiler operation with minimal coal consumption and reduced emissions.

Autoren/Authors:

**Dipl.-Ing. Jochen Christ**

Schenck Process GmbH, Darmstadt, Germany,

T +49 61 51-15 31 33 34, [www.schenckprocess.com](http://www.schenckprocess.com)



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](mailto:press@schenckprocess.com)  
[www.schenckprocess.com](http://www.schenckprocess.com)

1000.01.11 dt. - Alle Angaben sind unverbindlich. Änderungen bleiben vorbehalten.  
All information is given without obligation. All specifications are subject to change.

BV-S 2031 DE/GB

© by Schenck Process GmbH, 2011