

**Bernd Henrich**

Gebr. Pfeiffer AG, Kaiserslautern/Germany

## Moderne Mahlanlagen mit MPS-Mühlen in Extremadura

**Zusammenfassung:** Im Frühjahr 2005 wurden im Werk Alconera in Westspanien bei der AG Cementos Balboa S.A. zwei Mahlanlagen der Gebr. Pfeiffer AG für Zementrohmaterial und für Kohle in Betrieb genommen. Die Anlagen sind mit MPS-Mühlen und integrierten SLS-Sichtern der neuesten Generation ausgestattet. Neben den Mühlen, als Kernstück der jeweiligen Mahlanlage, erstellte die Gebr. Pfeiffer AG die Anlagenplanung und lieferte alle mechanischen Komponenten sowie die Antriebsmotoren mit Nebenaggregaten. Im Rahmen der Inbetriebnahme und der Optimierung der Anlagen wurden alle garantierten Produktionsmengen erreicht und die garantierten spezifischen Arbeitsbedarfswerte unterschritten.

## Modern grinding plants with MPS mills in Extremadura

**Summary:** In the spring of 2005, two grinding plants supplied by Gebr. Pfeiffer AG for cement raw material and for coal were commissioned at the Alconera factory of AG Cementos Balboa S.A. in western Spain. These plants are equipped with MPS mills and integral SLS separators of the latest generation. Apart from the mills, as core items of each grinding plant, Gebr. Pfeiffer AG also performed the plant designing and delivered all the mechanical components, as well as the drive motors and auxiliary units. Within the framework of commissioning and optimization of the plant, all the warranted production rates were achieved and the specific power requirement figures were safely below the warranted values.

## Ateliers de broyage modernes avec broyeurs MPS à Extremadura

**Résumé:** Au printemps 2005, deux ateliers de broyage de matières premières de ciment et de charbon des Gebr. Pfeiffer AG ont été mis en service à l'usine de Alconera dans l'Est de l'Espagne chez Cementos Balboa S.A. Les ateliers sont équipés de broyeurs MPS et de séparateurs SLS intégrés de la dernière génération. À côté des broyeurs, formant le cœur de l'atelier de broyage respectif, les Gebr. Pfeiffer AG ont projeté l'installation et fourni l'ensemble du matériel mécanique ainsi que les moteurs d'entraînement avec auxiliaires. Dans le cadre de la mise en service et de l'optimisation des installations, toutes les valeurs de production garanties ont été atteintes avec une consommation spécifique d'énergie inférieure à la valeur garantie.

## Modernas instalaciones de molienda con molinos MPS en Extremadura

**Resumen:** La compañía Cementos Balboa S.A. puso en marcha en la planta de Alconera, situada en el oeste de España, dos instalaciones de molienda de crudo de cemento y carbón de Gebr. Pfeiffer AG en la primavera del 2005. Las instalaciones están equipadas con molinos MPS y separadores SLS integrados de última generación. Gebr. Pfeiffer suministró los molinos, núcleo de cada instalación de molienda, así como todos los componentes mecánicos y los accionamientos con motores y agregados auxiliares. Durante la puesta en marcha y la optimización de las instalaciones se alcanzaron todos los valores de producción garantizados con valores específicos de consumo inferiores a los garantizados.

### 1 Einleitung

In der Nähe von Zafra, in der Provinz Badajoz in Extremadura, wurde von AG Cementos Balboa S.A. eine neue Zementherstellungslinie gebaut. Das Werk, welches zu der Industriegruppe von Herrn Alfonso Gallardo gehört, ist eines der modernsten Zementwerke in Westeuropa.

Als Spezialist für die Mahlung von mineralischen Gütern und fossilen Brennstoffen hat die Gebr. Pfeiffer AG in Kaiserslautern/Deutschland, im Mai 2002 den Auftrag zur Lieferung von zwei kompletten Mahlanlagen mit Vertikalmühlen vom Typ MPS erhalten (**Bild 1**). In einer dieser Anlagen wird Rohmehl erzeugt, welches dem Zementdrehrohrfen aufgegeben wird. Das Rohmaterial stammt zum Teil aus einem nahen Steinbruch oder wird per LKW angeliefert.

### 1 Introduction

AG Cementos Balboa S.A. has built a new cement production line in the vicinity of Zafra, in the province of Badajoz in Extremadura. The factory, which belongs to the industrial group of Mr. Alfonso Gallardo, is one of the most modern cement works in Western Europe.

As a specialist for the grinding of mineral materials and fossil fuels, Gebr. Pfeiffer AG of Kaiserslautern/Germany was contracted to supply two complete grinding plants (**Fig. 1**) equipped with vertical roller mills of the type MPS in May 2002. One of these plants produces raw meal for feeding the cement rotary kiln. The raw material partly originates from a nearby quarry or else is delivered by truck.



1 Gebäude der Rohmaterialbunker, der Rohmehlmahlanlage sowie der Kohlemahlanlage  
 1 Building accommodating the raw material bins, the raw meal grinding plant and the coal grinding plant

In der anderen Anlage wird der Brennstoff – Kohle oder Petrolkoks, welche auf dem Brennstoffmarkt beschafft werden – vermahlen. Der erzeugte Kohlestaub dient zur Feuerung des Ofens. Dieser ist mit einem Hauptbrenner sowie je einem Brenner im Kalzinierungs-Vorwärmerstrang sowie im Low-NO<sub>x</sub>-Vorwärmerstrang ausgestattet.

Im Nachfolgenden sollen die beiden Anlagen im Detail beschrieben und auf Besonderheiten des Projektes eingegangen werden.

## 2 Konzept der Rohmehlmahlanlage

Kernstück der Anlage ist eine MPS 4500 B zur Erzeugung von 250 t/h Rohmehl mit einer Feinheit von 12 % R 90 µm (**Bild 2**).

Die Komponenten des Rohmaterials bestehen aus Kalkstein, Schiefer, Eisen und Silikasteinen. Die Materialien werden dosiert aus vier Vorbunkern entnommen und über ein Zuförderband zum Gebäude der Rohmehlmahlanlage geführt (**Bild 3**). Mittels eines im Materialstrom installierten Neutronen-Analysegerätes kann das Mischungsverhältnis kontrolliert und durch direkte Beeinflussung der Dosieraggregate korrigiert werden.

Zum Ausscheiden von magnetischen und nicht magnetischen metallischen Fremdkörpern sind ein Überband-Magnetabscheider sowie ein Metalldetektor installiert. Letzterer aktiviert eine kurzzeitige Umleitung des Materialstromes vor der Mühlenaufgabe, so dass der Fremdkörper ausgeschieden werden kann. Das Rohmaterial gelangt durch eine Zellenradschleuse, die als Druckabschlussorgan dient, in die Mühle. Dort wird das Material mittels drei ortsfester Walzen, die auf einem sich drehenden Mahlteller stehen, vermahlen. Zur Trocknung des Materials stehen Heißgase vom Zementdrehrohrföfen zur Verfügung. Diese werden durch die Mühle geführt und dienen außer zur Trocknung des bis zu 4 % feuchten Aufgabegutes auch als Transportluft, die das gemahlene Material zu dem mit der Mühle integrierten Sichter transportiert.

Wie alle modernen MPS-Mühlen sind auch die Mühlen bei AG Cementos Balboa S.A. mit einem Hochleistungslamellen-



2 MPS 4500 B kurz vor Montageschluss  
 2 MPS 4500 B shortly before completion of assembly

The other plant grinds the fuel, coal or petroleum coke, which is purchased on the fuel market. The produced coal dust is used for firing the kiln. The kiln system is equipped with a main burner and with one burner each in the calcination preheater string and in the low NO<sub>x</sub> preheater string.

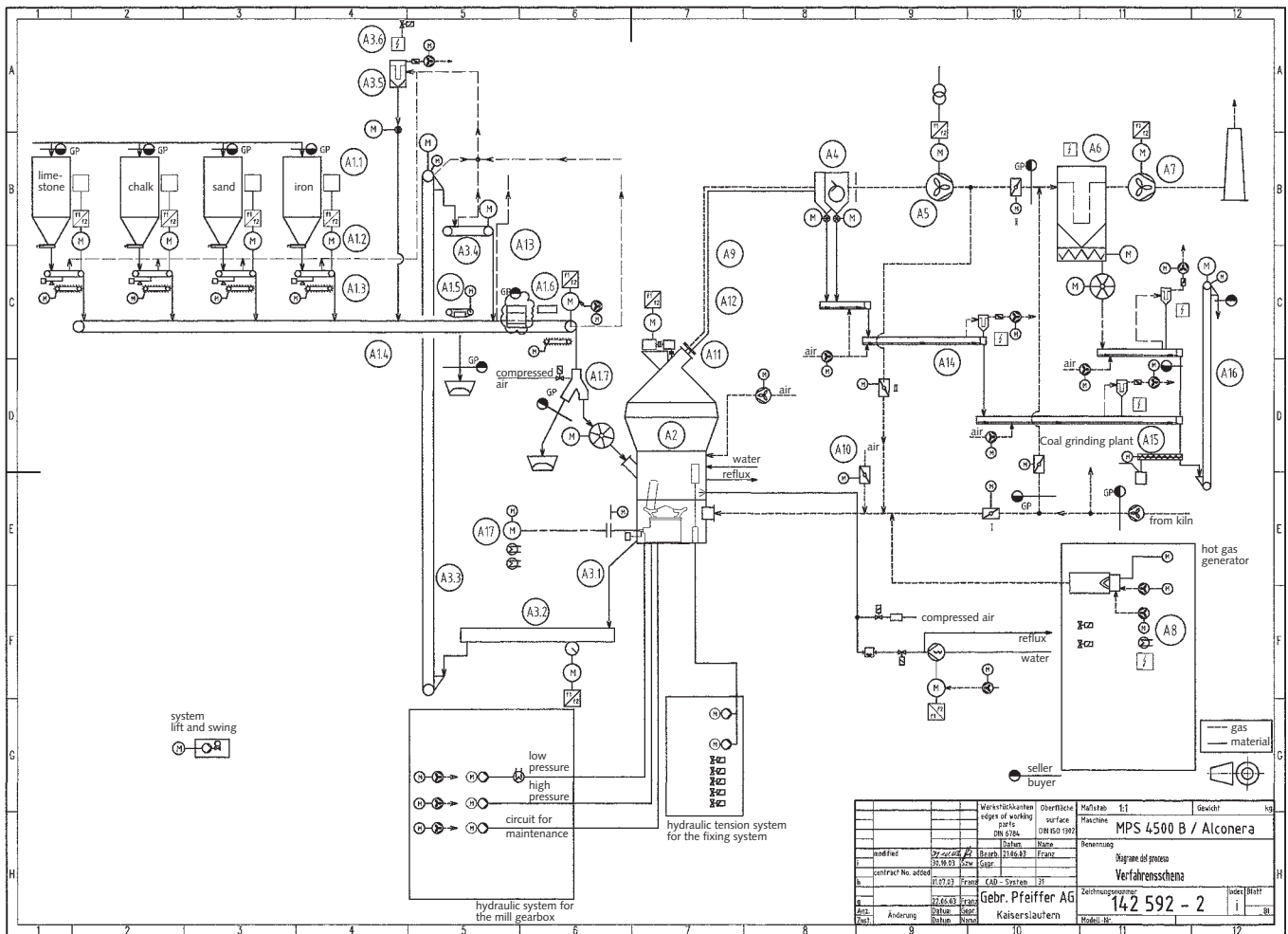
This article describes the two grinding plants in detail and presents the special features of the project.

## 2 Concept of the raw meal grinding plant

The core item of this plant is an MPS 4500 B with a capacity of 250 t/h of raw meal at a fineness of 12 % R 90 µm (**Fig. 2**).

The raw material components are limestone, shale, iron and siliceous rock. These materials are extracted at a controlled flow rate from four feed bins and then fed via a feed conveyor to the raw meal grinding plant building (**Fig. 3**). The mixture ratio can be monitored by means of a neutron analyser installed in the stream of material and corrected by directly influencing the dosing unit.

In order to remove magnetic and non-magnetic tramp metal, a crossbelt magnetic separator and a metal detector are installed. The latter activates a brief diversion of the stream of material upstream of the mill feeding system, so that the tramp metal can be discharged. The raw material passes through a rotary airlock, which acts as a pressure limiting device, and enters the mill. There, the material is ground between three stationary rollers and the rotating grinding table. Hot gases from the cement rotary kiln are available for drying the material. These gases are



3 Verfahrensschema der Rohmehlmanlage

3 Process flow diagram of the raw meal grinding plant

sichter ausgerüstet. Das Material wird in diesem in Feingut/Fertiggut und in Griese klassiert. Letztere gelangen zurück auf den Mahlteller und werden erneut gemahlen.

Das Fertiggut gelangt mit dem Gasstrom in einen Zyklonabscheider wo eine Abscheidung von mehr als 90 % des in dem Transportgas enthaltenen Staubes (Rohmehl) stattfindet. Das Rohmehl wird mittels Luftförderrinnen einem Gurtbecherwerk zugeführt. Dieses System transportiert das Material auf das Dach eines Mehrkammer-Rohmehlsilos.

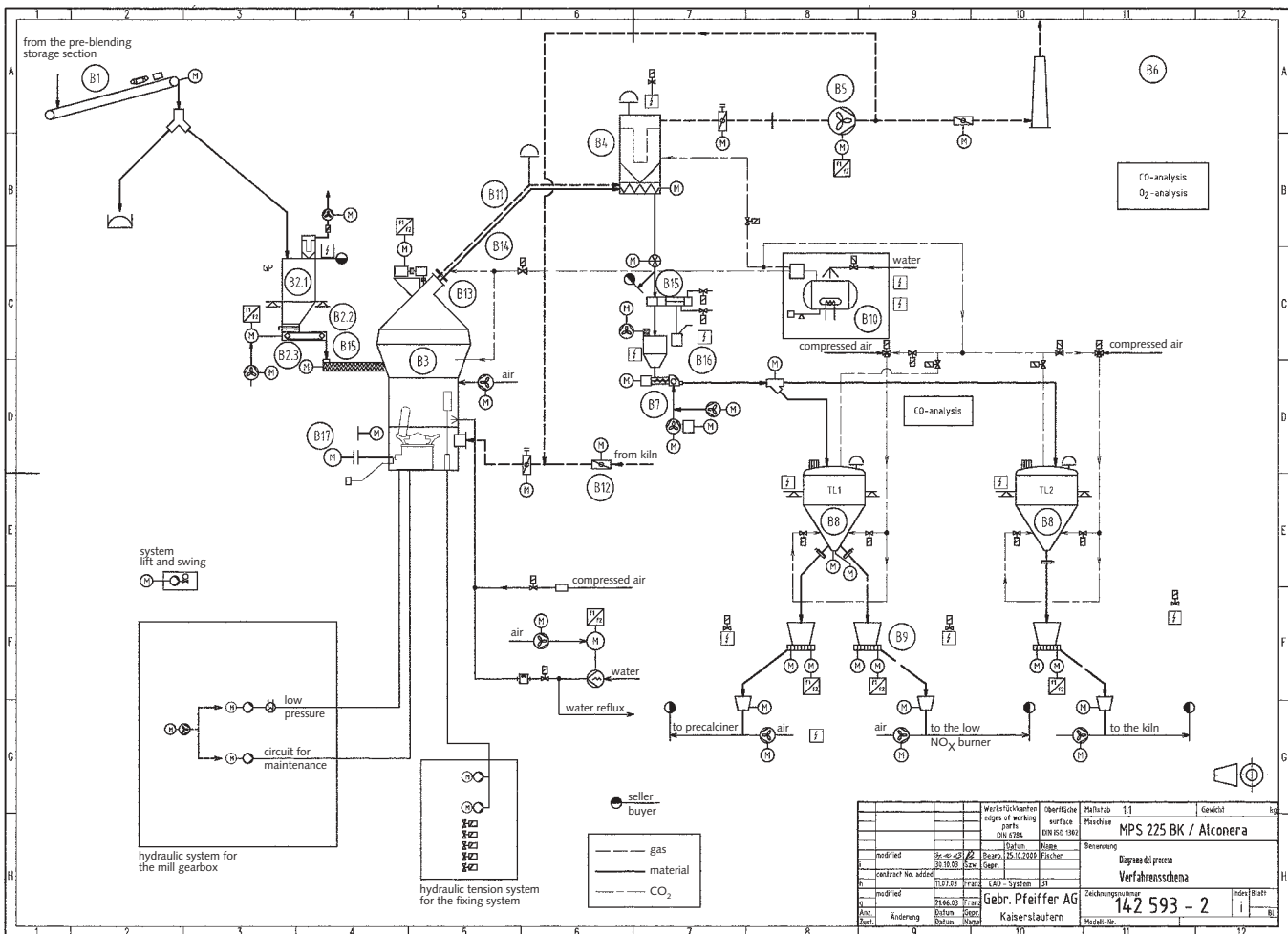
Die Mahlanlage arbeitet im Unterdruck, d.h. dem Zyklonabscheider ist ein Prozessgebläse nachgeschaltet. Dieses Gebläse ist für einen Volumenstrom von 510 000 m<sup>3</sup>/h und eine Druckdifferenz von 95 mbar ausgelegt. Je nach der Mischung der Komponenten des Rohmaterials kann sich die Mahlbarkeit des Materials ändern. Auf Grund von verschiedenen Einstellmöglichkeiten im Prozess der Mahlanlage ist es dem Anlagenfahrer im zentralen Leitstand möglich, den Betrieb der MPS-Mühle jeweils optimal an die aktuellen Gegebenheiten anzupassen. So können der Spanndruck variiert, die Sichterzahl je nach gewünschter Produktfeinheit erhöht oder erniedrigt und der Volumenstrom angepasst werden. Um eine optimale Anpassungsmöglichkeit zu haben, ist das Prozessgebläse mit einem drehzahlveränderlichen Antrieb mittels eines Frequenzumrichters ausgestattet.

drawn through the mill and not only serve for drying the feed material, which has a moisture content of up to 4 %, but also as conveying air for transporting the ground material to the integral separator.

Like all modern MPS mills, those at AG Cementos Balboa S.A. are also equipped with a high-efficiency lammelar dosifier. This classifies the material into fines/finished product and grit. The latter is returned to the grinding table and reground.

The finished product is carried by the gas stream to a cyclone separator, which removes more than 90 % of the dust (raw meal) contained in the conveying gas. The raw meal is conveyed by air slides to a belt bucket elevator. This system transports the material to the roof of a multichamber raw meal silo.

The grinding plant operates under negative pressure, i.e. a system fan is installed downstream of the cyclone separator. This fan is designed for a volume flow of 510 000 m<sup>3</sup>/h and a pressure difference of 95 mbar. Depending on the raw material component mixture, the grindability of the material can vary. Due to the different possibilities provided for adjusting the process of the grinding plant, the plant operator in the central control room is able to optimally adapt the operation of the MPS mill to the current conditions. The grinding pressure of the rollers can be varied, the separator speed can be raised or lowered to suit the



4 Verfahrensschema der Kohlemahlanlage

4 Process flow diagram of the coal grinding plant

### 3 Konzept der Kohlemahlanlage

Der Kohlenstaub wird in einer Mahlanlage erzeugt, welche mit einer MPS 225 BK ausgestattet ist (Bild 4). Je nach vermahlener Kohle und deren Mahlbarkeit schwankt die garantierte Produktmenge zwischen ca. 16 t/h Petrolkoks und ca. 21 t/h Steinkohle. Auf Grund der geringen flüchtigen Anteile im Petrolkoks muss dieser, um eine optimale Flammenbildung für den wärmetechnischen Prozess im Zementdrehrohrföfen zu ermöglichen, auf ca. 3 % R 90 µm aufgemahlen werden. Die vom Kunden spezifizierte Steinkohle muss lediglich auf eine Feinheit von ca. 13 % R 90 µm gemahlen werden.

Die Kohle wird aus einem Vorbunker mittels eines Trogkettenförderers volumetrisch abgezogen und gelangt über eine Doppelwellenschnecke in die Mühle. Nach Mahlung und Klassierung im Sichter wird der Kohlenstaub in einen Schlauchfilter abgeschieden. Das Anlagengebläse, das die Heißgase vom Zementdrehrohrföfen zur Mahlanlage und durch diese hindurchzieht, ist dem Filter nachgeschaltet. Es ist für einen Volumenstrom von 77 600 m<sup>3</sup>/h und für die Erzeugung einer Druckdifferenz von 91 mbar dimensioniert. Der abgeschiedenen Kohlenstaub wird mittels einer pneumatischen Förderanlage zu zwei Kohlenstaubsilos transportiert.

Eines dieser Silos ist in der Nähe des Ofenbrenners installiert. Der Abzug der Kohle zum Brenner erfolgt exakt dosiert mittels

desired product fineness, and the volume flow can be adjusted. In order to obtain optimum adjustment flexibility, the system fan is equipped with a variable-speed drive using a frequency inverter.

### 3 Concept of the coal grinding plant

The coal dust is produced in a grinding plant equipped with an MPS 225 BK (Fig. 4). Depending on the ground coal and on its grindability, the warranted product output rate varies between approx. 16 tph in the case of petroleum coke and approx. 21 tph in the case of hard coal. Due to the low volatiles content of the petroleum coke, this must be ground to approx. 3 % R 90 µm in order to achieve an optimum flame formation for the burning process in the cement rotary kiln. The hard coal specified by the customer only has to be ground to a fineness of approx. 13 % R 90 µm.

The coal is volumetrically withdrawn from a feed bin by a trough chain conveyor and is conveyed to the mill by a double shaft screw conveyor. After the grinding and the classification in the separator, the coal dust is collected in a bag filter. The system fan that draws the hot gases from the cement rotary kiln to and through the grinding plant is installed downstream of the filter. It is dimensioned for a volume flow of 77 600 m<sup>3</sup>/h and for the creation of a pressure difference of 91 mbar. The collected coal dust is transported by pneumatic conveying equipment to two coal dust silos.



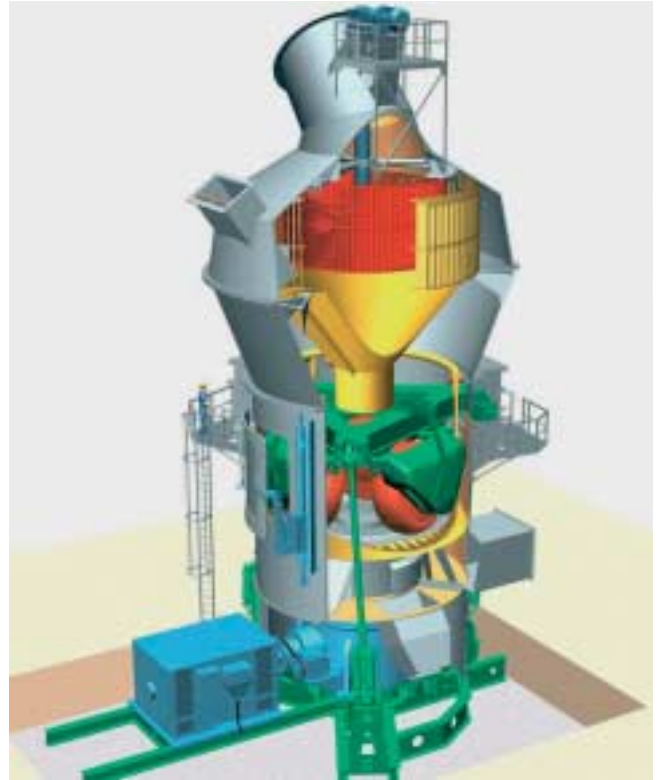
5 MPS 225 BK zur Kohlemahlung mit vorgeschaltetem Druckentlastungssystem  
5 MPS 225 BK for coal grinding with preceding pressure relief system

Komponenten, die das Coriolis-System nutzen. Das andere Kohlenstaubsilo ist neben dem Vorwärmerturm angeordnet. Der Kohlenstaub wird am Siloboden in zwei Dosiereinrichtungen ausgetragen. In Anbetracht der Handhabung von explosiven Stäuben sind alle gelieferten Maschinen und elektrischen Komponenten der Kohlemahlanlage gemäß der neuen Europäischen Verordnung ausgeführt.

Das Filter sowie die Produktsilos sind mit Druckentlastungsöffnungen versehen, welche im Falle einer Explosion die Druckwelle und eine eventuelle Flamme gezielt nach außen ableiten. Die Öffnungsquerschnitte und die Festigkeit der Komponenten sind so dimensioniert, dass die Aggregate nicht plastisch verformt werden. Da die Mühle und der Sichter ein geschlossenes Gehäuse haben, also keine Druckentlastungsflächen aufweisen, sind diese druckstoßfest ausgeführt. Im Falle einer Explosion in der Mühle wird sich die entstehende Druckwelle in die Heißgasleitung vor der Mühle in die Abluftleitung nach dem Sichter sowie in die Aufgabeaggregate ausbreiten. Um den Druck gezielt abzubauen, sind an den Prozessgasleitungen vor und nach der Mühle sowie auf dem Trogkettenförderer für die Materialaufgabe so genannte Innenraum-Druckentlastungsorgane installiert (**Bild 5**).

Neben den beschriebenen passiven Sicherheitsmaßnahmen werden auch eine Reihe von aktiven Sicherheitsmaßnahmen vorgesehen. Die Kohlemahlanlage wird im normalen Betrieb mit inerten Gasen, die einen Sauerstoffgehalt von <10% haben, betrieben. Durch das Nichtvorhandensein von Sauerstoff kann sich kein Glühbrand entwickeln.

Zur Überwachung des CO-Gehaltes und des O<sub>2</sub>-Gehaltes in den Abgasen der Mahlanlage ist ein entsprechendes Analysegerät



6 Schematischer Aufbau einer MPS-Mühle mit SLS-Sichter  
6 Schematic arrangement of an MPS mill with SLS separator

One of these silos is located close to the kiln inlet burner. The coal is extracted from this silo and precisely metered to the burner by components working on the principle of the Coriolis system. The other coal dust silo is installed adjacent to the preheater system. The coal dust is discharged through the silo floor into two dosing devices. In consideration of the fact that explosive dusts are being handled, all the supplied machines and electrical components of the coal grinding plant are designed in conformity with the new European regulation.

Both the filter and the product silos are provided with pressure relief vents, which have the function of releasing the shock wave and possible flame into the atmosphere in the case of an explosion. The opening cross-section and the strength of the components is so dimensioned that the plant units do not suffer any plastic deformation. As the mill and the separator share a closed housing without any explosion venting panels they are of pressure shock resistant design. In the case of an explosion in the mill, the resultant shock wave would disperse through the hot gas duct before the mill and through the exhaust air duct after the separator and into the feed units. In order to reduce the pressure in a controlled manner, so-called inhouse pressure relief devices are installed in the process gas ducts before and after the mill as well as on the trough chain conveyor for material feeding (**Fig. 5**).

Apart from the described passive safety measures, a number of active safety measures are also provided. In normal operation, the coal grinding plant is operated with inert gases which have an oxygen content of <10%. Due to the absence of oxygen it is not possible for smoulder fires to occur.

von der Gebr. Pfeiffer AG geliefert worden. Mittels einer zweiten Gasanalyseeinheit wird die CO-Konzentration in den Kohlenstaubsilos überwacht. Darüber hinaus wird an verschiedenen Stellen der Prozessgasrohrleitung die Heißgastemperatur überwacht.

Für den Fall, dass doch einmal eine Ausnahmesituation eintritt, kann der betroffene Anlagenteil mit CO<sub>2</sub> geflutet werden. Dazu steht ein Mitteldrucksystem zur Verfügung, in das bis zu 5000 kg CO<sub>2</sub> bei einem Druck von ca. 80 bar eingelagert sind. Im Inertisierungsfall werden die Anlagenkomponenten mit einem CO<sub>2</sub>-Druck von 16 bar oder 6 bar geflutet. Im Falle einer Störung in einem der Kohlenstaubsilos wird die Materialsäule von oben mit einer CO<sub>2</sub>-Schicht bedeckt. Der dosierte Abzug aus dem Silo bleibt aktiviert. Das eventuelle Glimmnest soll ausgetragen und zum Brenner transportiert werden. Dabei wird die pneumatische Auflockerung im Siloboden von Druckluft auf CO<sub>2</sub> unter einem Druck von ca. 6 bar umgeschaltet.

#### 4 Betriebserfahrungen

Die Rohmehlmahlanlage konnte zunächst nicht mit der vollen Kapazität betrieben werden, da die Produktionsmenge des Zementdrehrohrofens über einen gewissen Zeitraum nicht auf die Nennleistung gesteigert wurde. Es zeigte sich, dass der Betrieb der MPS 4500 B im so genannten Teillastbetrieb ohne Probleme möglich war. Nach einigen Betriebsmonaten wurde dann die Produktionsmenge von ca. 200 t/h auf bis zu 270 t/h gesteigert. Der spezifische Arbeitsbedarf der Anlage lag mit ca. 10,6 kWh/t geringer als der garantierte Wert von 16,4 kWh/t für den Mühlenhauptantrieb, den Antrieb des Sichters (**Bild 6**) und des Mühlegebläses.

Die Kohlemahlanlage wurde zunächst mit Steinkohle in Betrieb genommen. Da das vorhandene Material besser mahlbar war als in der Projektphase angenommen, konnte die Mühle deutlich mehr Fertigtgut ermahlen als vorgesehen. Es kam zunächst zu einer Überlastung der Förderorgane für den Kohlenstaub. Nachdem der Betrieb der Mühle für eine reduzierte Produktionsmenge eingestellt war, zeigte sich der energetische Vorteil beim Betrieb einer MPS-Mühle im Teillastbetrieb gegenüber einem Mahlsystem mit einer Kugelmühle.

Zwischenzeitlich wurde die Mahlanlage auch mit Petrolkoks betrieben. Die Anpassung der Prozessparameter an das jeweilige Mahlgut wird durch die Anlagenfahrer im zentralen Leitstand vorgenommen. Eine Modifikation im Inneren der Mühle ist nicht notwendig.

#### 5 Schlussbemerkung

Neben den Kernstücken der Anlagen, den MPS-Mühlen mit den Sichtern, hat die Gebr. Pfeiffer AG auch alle Förderaggregate, die Vorbunker, die Ventilatoren sowie die Rohrleitungen und Schurren inkl. Kompensatoren geliefert. Im Bereich der elektrischen Ausrüstung wurden alle Motoren sowie die Frequenzumrichter für die Drehzahlveränderung an den Sichtern und den Ventilatoren geliefert.

Im Bereich Engineering und Personalunterstützung lag die Aufgabenstellung für die Gebr. Pfeiffer AG in der Planung der Aufstellung der Mahlanlage, der Ausarbeitung der elektrotechnischen Unterlagen und der Logik für die Programmierung der zentralen Anlagensteuerung. Darüber hinaus wurde eine fachliche Überwachung und Koordination der Montagearbeiten sowie der Inbetriebnahme der Mahlanlagen zur Verfügung gestellt.

Gebr. Pfeiffer AG also supplied an analysis unit for monitoring the CO and O<sub>2</sub> contents in the exhaust gas of the grinding plant. A second gas analyser monitors the CO concentration in the coal dust silos. In addition, the hot gas temperature is monitored at various points in the process gas duct.

If an exceptional situation should occur, the affected plant section can be flooded with CO<sub>2</sub>. A medium pressure system installed for this purpose contains up to 5000 kg of CO<sub>2</sub> at a pressure of approx. 80 bar. If inertisation becomes necessary, the plant components are flooded with a CO<sub>2</sub> pressure of 16 bar or 6 bar. In the case of a problem in one of the coal dust silos, the surface of the stored material would be covered with a blanket of CO<sub>2</sub>. The metering discharge system of the silo would remain activated. Any smouldering clump in the stored coal would be discharged and conveyed to the burner. To achieve this safely, the pneumatic aeration system in the silo floor would be switched over from compressed air to CO<sub>2</sub> under a pressure of approx. 6 bar.

#### 4 Operating experience

Initially, the raw meal grinding plant could not be operated at full capacity because the output of the cement rotary kiln was not brought up to rated capacity for some time. In this phase, it was demonstrated that the MPS 4500 B can work in so-called partial-load operation without any problem at all. After several months of operation, the output rate was then increased from approx. 200 tph to 270 tph. The specific power requirement of the plant was then approx. 10.6 kWh/t, which was significantly lower than the warranted figure of 16.4 kWh/t for the main drive of the mill, the separator drive (**Fig. 6**) and the mill system fan.

The coal grinding plant was initially commissioned with hard coal. As the available material had a better grindability than had been planned for during the project phase, the mill was able to produce significantly more finished product than intended. At first, the coal dust conveying equipment was therefore overloaded. After the mill operation had been adjusted to a reduced output rate, the energetic advantage of operating an MPS mill in partial-load operation compared to a grinding system with a ball mill became obvious.

In the meantime, the grinding plant has also been operated with petcoke. Adaptation of the process parameters to the respective mill feed material is undertaken by the plant operator in the central control room. No modifications are necessary inside the mill.

#### 5 Conclusions

In addition to the core items of the two plants, the MPS mills with the separators, Gebr. Pfeiffer AG also supplied all conveyors, feed bins, fans, and ductwork and chutes incl. expansion joints. The scope of electrical equipment supply covered all motors, the frequency converter of the separator and of the fans.

With regard to engineering, Gebr. Pfeiffer AG was responsible for planning the general arrangement of the grinding plant, producing the electro-technical documentation and elaborating the logic for programming the central plant control system. Gebr. Pfeiffer AG also assisted the client's personnel by supervising and coordinating the assembly and commissioning of the grinding plants.