

CEMENT

▶ PROCESSING ▶ PERFORMANCE ▶ APPLICATION

INTERNATIONAL

Reprint from / Sonderdruck aus: Issue No.: 2/2005, pp. 64–69

The use of MPS vertical roller mills in the production of cement and blast furnace slag powder

Produktion von Zement und Hüttensandmehl
mit MPS-Walzenschüsselmühlen

▶ Dr.-Ing. Y. Reichardt, Gebr. Pfeiffer AG, Kaiserslautern, Germany

SUMMARY

An MPS 3750 C mill supplied by Gebr. Pfeiffer AG was the world's first vertical roller mill to be used for finish-grinding cement. The plant went into operation at the Teutonia cement works, based in Hanover, Germany, in 1980. To date the plant has produced various different cements, the properties of which fully conform to the relevant standards and meet the market requirements in Germany. The MPS 5600 BC with an installed grinding table drive rating of 5300 kW is so far the largest mill sold in this series, which is especially geared to the requirements and conditions of grinding clinker and granulated blast furnace slag. This mill delivers throughputs of between 120 t/h for granulated blast furnace slag with a fineness of 5000 cm²/g and 250 t/h for Portland cement with a fineness of 3000 cm²/g. A report is given both of the process engineering and mechanical features of the BC series and of the wide area of application of these mills that first came into operation in 1980. ◀

ZUSAMMENFASSUNG

Im Jahre 1980 ging im deutschen Zementwerk Teutonia bei Hannover mit einer durch die Gebr. Pfeiffer AG gelieferten MPS-Walzenschüsselmühle der Baureihe 3750 C die weltweit erste Vertikal-Rollenmühle zur Fertigmahlung von Zement in Betrieb. Diese Mahlanlage produziert bis zum heutigen Tag die verschiedensten Zemente, deren Eigenschaften im vollen Umfang den gültigen Normen sowie auch den Marktanforderungen in Deutschland entsprechen. Inzwischen ist die MPS-Walzenschüsselmühle 5600 BC mit einer installierten Mahlschüsselantriebsleistung von 5300 kW die bisher größte Mühle dieser Baureihe, die hinsichtlich ihres technischen Designs auf die besonderen Anforderungen und Bedingungen der Klinker- und Hüttsandmahlung abgestimmt, bereits mehrfach verkauft wurde. Diese Mühle liegt im Durchsatzbereich von 120 t/h bei der Mahlung von Hüttsand mit einer Mahlfineinheit entsprechend einer spezifischen Oberfläche nach Blaine von 5000 cm²/g und liefert einen Durchsatz um 250 t/h bei der Produktion eines Portlandzements mit einem Blaine-Wert von 3000 cm²/g. Sowohl über die verfahrens- und maschinentechnischen Besonderheiten der Baureihe BC als auch über die große Einsatzbreite dieser erstmalig im Jahre 1980 eingeführten Mühlen wird berichtet. ◀

The use of MPS vertical roller mills in the production of cement and blast furnace slag powder

Produktion von Zement und Hüttensandmehl mit MPS-Walzenschüsselmühlen

1 Design and maintenance of the MPS BC vertical roller mill

The basic design of the MPS BC series used for producing cement and blast furnace slag powder essentially corresponds to that of the familiar MPS vertical roller mill that has been used successfully since the 1960s for grinding cement raw material and coal (► Fig. 1). The statically determinate 3-roller system, which is pressed against the grinding bed by a pressure frame, external pull rods and the hydraulic system, is a characteristic feature of the MPS vertical roller mill. The tensioning cylinders enable the rollers to be lifted during start-up and for maintenance purposes. An SLS high-efficiency classifier is mounted on top of the grinding section. This is where the grits falling under gravity are gathered in a collecting cone, mixed with the fresh feed introduced from the side and fed onto the centre of the grinding plate. Rotary locks or hydraulically driven flap gate locks matched to the moisture content, grain size and tendency to cake of the material to be ground are used as feeders and prevent false air from entering the system.

The special features of the MPS BC series as compared with the conventional mill used for producing raw meal lie in its process engineering and mechanical design. The MPS BC mills are distinguished principally through the application of higher specific grinding forces, a correspondingly reduced grinding table speed and a lower flow velocity within the mill, while the mechanical design is particularly geared to the greater abrasiveness of the material to be ground. The wear surfaces of the rollers and the grinding table are hardfaced. This means that intervals of around 2000 running hours between hardfacing are achieved for granulated blast furnace slag grinding and in excess of 6000 hours for the production of Portland cement and Portland-limestone cement.

Hardfacing can be carried out inside the mill without the grinding rollers having to be removed from the mill (► Fig. 2). For this purpose the grinding rollers are lifted, and a variable-speed maintenance drive, which is integrated in the gear unit, is used for turning the grinding table while it is being hardfaced. Afterwards the rollers are lowered down again, driven by the grinding table and hardfaced simultaneously using several welding heads. Downtime for the whole hardfacing process is kept between 72 and 120 hours if the work is organised accordingly. The grinding elements of some of the mills running today have been hardfaced more than ten times. The tried-and-tested MPS Lift & Swing system is available as a standard feature for fast and easy replacement of wearing parts. This enables the three rollers and then the grinding table segments to be removed and reinstalled through a single maintenance door. Jet wear inside the mill and the classifier is counteracted by the use of wear-resistant materials, such as chilled cast iron, hard-faced plates and moulded ceramic parts.

1 Aufbau und Wartung der MPS-Walzenschüsselmühle BC

Die zur Herstellung von Zement und Hüttensandmehl eingesetzte MPS-Walzenschüsselmühle der Baureihenbezeichnung BC entspricht in ihrem Grundaufbau der bekannten MPS-Walzenschüsselmühle, die seit den 1960er Jahren erfolgreich zur Mahlung von Zementrohmaterial und Kohle eingesetzt wird (► Bild 1). Charakteristisch für diese Mühle ist die statisch bestimmte Anordnung von drei Walzen, die über einen Druckrahmen und außen liegende Zugstangen hydraulisch auf die Mahlbahn angestellt werden. Beim Anfahren und auch zu Wartungszwecken können die Walzen durch so genannte Spannzylinder angehoben werden. Oberhalb des Mahlbereichs ist ein Hochleistungssichter mit der Typenbezeichnung SLS angeordnet, der die über Schwerkraft nach unten fallenden Griesse in einem Sammelkonus bündelt und mit dem seitlich zugeführten Frischgut vermischt der Mahlschüssel zentral aufgibt. Als Aufgabeorgane mit gleichzeitigem Luftabschluss gelangen, abgestimmt auf die Feuchte, den Korngrößenaufbau und die Anbackungsneigung der zu zerkleinernden Materialien, Zellenradschleusen oder hydraulisch angetriebene Klappenschleusen zum Einsatz.

Die Besonderheiten der Baureihe BC gegenüber den konventionell zur Rohmehlerzeugung eingesetzten Mühlen liegen in der verfahrens- und maschinentechnischen Auslegung begründet. Die Mühlen der Baureihe BC zeichnen sich im Wesentlichen durch Anwendung höherer spezifischer Mahlkräfte, durch entsprechend angepasste niedri-

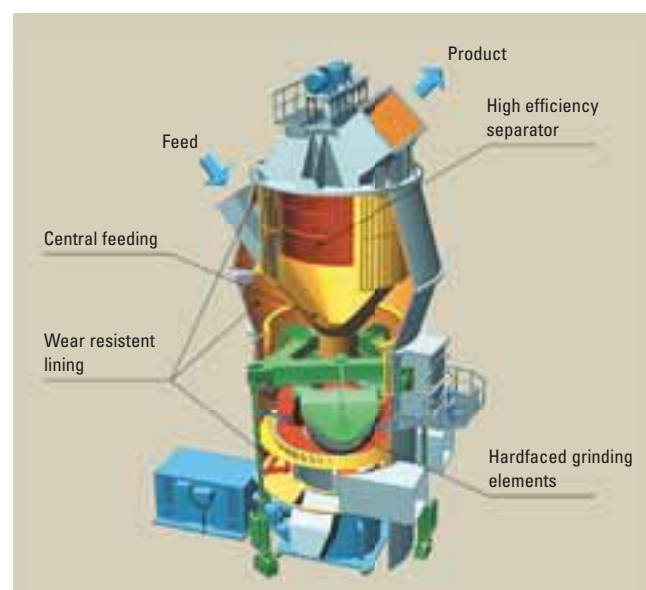


Figure 1: 3-D representation of an MPS BC vertical roller mill for producing cement and for grinding granulated blast furnace slag

Bild 1: 3-D-Darstellung einer MPS-Walzenschüsselmühle der Baureihe BC für die Herstellung von Zementen sowie für die Hüttensandmahlung

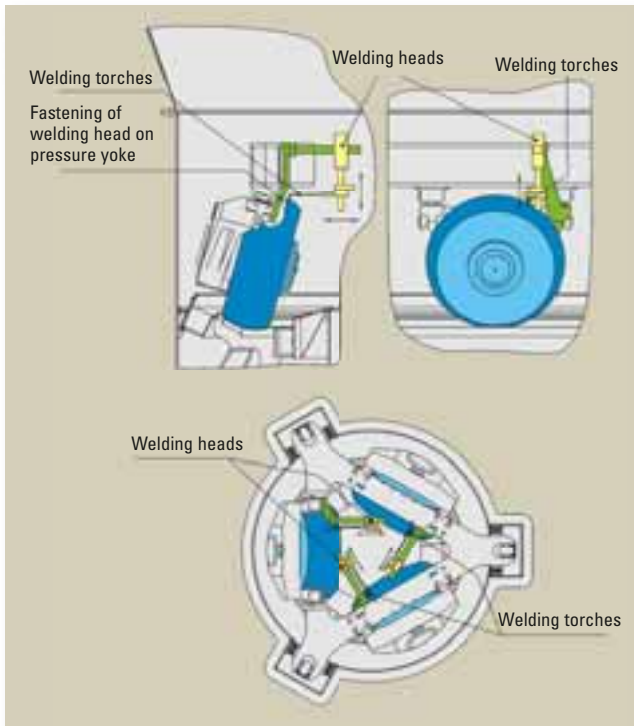


Figure 2: Hardfacing the grinding elements inside the MPS mill
 Bild 2: Hartauftragsschweißen der Mahlwerkzeuge innerhalb der MPS-Mühle

2 Plant design concept

An entire grinding plant (► Fig. 3) consists of the metering system, material feed and metal separation equipment upstream of the mill, the vertical roller mill itself with an external material circulation system, the process gas routing and the dust collection and product removal equipment. The scope of supply can cover the entire grinding plant (Fig. 4) or just the mill with gear unit to suit the customer's requirements.

The main differences in the plant design concepts arise from whether or not the material needs to be dried while being ground. This is the case, for instance, in the produc-

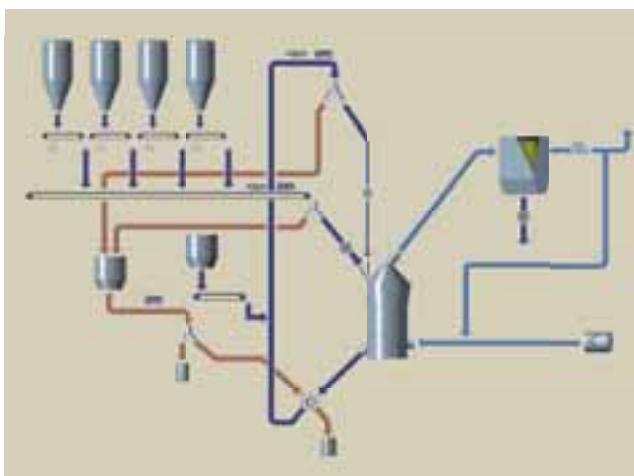


Figure 3: Flow sheet for a grinding plant with an MPS 4250 BC vertical roller mill for producing blended cements at the Merone cement works in Italy
 Bild 3: Flowsheet einer Mahlanlage mit MPS-Walzenschüsselmühle 4250 BC zur Herstellung von Mischzementen im Zementwerk Merone, Italien

gere Mahlschüsseldrehzahlen sowie auch durch die Einstellung geringerer Strömungsgeschwindigkeiten im Inneren der Mühle aus, während die maschinentechnische Auslegung im Großen und Ganzen der höheren Abrasivität des Mahlguts Rechnung trägt. Sowohl die Beanspruchungsflächen der Walzen als auch der Mahlbahn sind zu diesem Zweck durch eine harte Auftragsschweißung vor Verschleiß geschützt. Dadurch werden zwischen zwei aufeinander folgenden Aufschweißungen Laufzeiten von ca. 2000 Betriebsstunden bei der Hüttensandmahlung und mehr als 6000 h bei der Herstellung von Portland- und Portlandkalksteinzementen erreicht.

Die Hartauftragsschweißung innerhalb der Mühle kann dabei ohne Ausbau der Walzen erfolgen (► Bild 2), indem bei angehobenen Walzen die Mahlschüssel über einen drehzahlveränderlichen Wartungsantrieb, der im Hauptgetriebe integriert ist, gedreht wird. Nach der Auftragsschweißung der Mahlplatten werden dann die Walzen abgesenkt, über die Mahlschüssel angetrieben und mittels mehrerer Schweißköpfe gleichzeitig aufgeschweißt. Die Stillstandszeiten für eine vollständige Auftragsschweißung liegen bei entsprechender Arbeitsorganisation zwischen 72 und 120 Stunden. Heute befinden sich Walzenschüsselmühlen in Betrieb, deren Mahlwerkzeuge schon mehr als zehnmals aufgeschweißt wurden. Für den Verschleißteilwechsel steht standardmäßig die bewährte MPS Lift & Swing-Vorrichtung zur Verfügung, mit deren Hilfe zunächst die drei Walzen und dann die Mahlplattensegmente durch eine Mühltür aus- und dann wieder eingebaut werden können. Dem Strahlverschleiß in Mühle und Sieber wird durch den Einsatz von verschleißfesten Materialien wie Hartguss, hart aufgeschweißten Blechen und keramischen Formteilen begegnet.

2 Das Anlagenkonzept

Eine komplette Mahlanlage (► Bild 3) umfasst die Dosierung, die Materialzuföderung und Metallabscheidung vor der Mühle, die Walzenschüsselmühle selbst mit einem äußeren Materialumlauf ausgerüstet, die Prozessgasführung sowie die Entstaubung und Produktabföderung. Je nach Kundenwunsch kann der Lieferumfang die gesamte Mahlanlage oder nur die Mühle einschließlich Getriebe betreffen (► Bild 4).

Die Hauptunterschiede in den Anlagenkonzepten sind meist in der Frage nach einer gleichzeitigen Trocknung begründet, was bei der Produktion von Mischzementen sowie bei der Hüttensandmahlung in der Regel der Fall ist. Für die Mahltrocknung sind entweder heiße Prozessgase oder ein Heißgaserzeuger bereitzustellen. Bei der Mahltrocknung bestimmt der Taupunkt der Entstaubungsanlage die maximale Gasmenge, die nach dem Prozessgebläse zur Mühle wieder zurückgeföhrt werden kann. Je größer diese Umgasmenge sein kann, umso geringer fällt der erforderliche Wärmebedarf für die Mahltrocknung aus. Bei hohen Umgasmengen muss die Zweckmäßigkeit einer Zyklonvorabscheidung geprüft werden, da im Realisierungsfalle dann der nach geschaltete Gewebefilter deutlich kleiner dimensioniert werden kann. Diesem Vorteil von geringeren Investitions- und Wartungskosten des Gewebefilters stehen allerdings ein höherer Verschleiß am Gebläse sowie ein etwas höherer spezifischer Arbeitsbedarf der Gesamtanlage gegenüber.

Bei der Herstellung von Portlandzementen ist eine Beheizung der Walzenschüsselmühle nicht erforderlich. Da die Walzenschüsselmühle wegen des in ihr realisierten Luftstromprin-

tion of various blended cements and when grinding granulated blast furnace slag, which calls for the provision of hot process gases or a hot gas generator. With combined grinding and drying, the dew point inside the dust collection plant determines the maximum gas quantity that can be returned to the mill downstream of the mill fan. The more air that can be recirculated the lower is the heat requirement for drying and grinding. With large quantities of recirculating air the plant may benefit from the use of cyclones for preliminary collection, as the downstream bag filter can then be kept considerably smaller. However, the higher wear to the fan and a somewhat higher specific power requirement of the entire plant have to be set against this advantage of the lower investment and maintenance costs associated with a bag filter.

MPS vertical roller mills for Portland cement production do not require any heating. Because of its air-flow principle the vertical roller mill is very effective for cooling, so the temperature of the cement after the mill is significantly lower than with ball mills. In addition to the advantage in terms of the further handling of the cement this special feature also results in differences from ball mills in the dehydration of the gypsum used as the setting regulator. The degree of dehydration and the associated change in sulfate solubility can affect the properties of the cement, particularly in terms of setting behaviour [1-3], so adjustment of the sulfate agent can be advisable with an unheated vertical roller mill. Gebr. Pfeiffer has developed, and applied for a worldwide patent for, a procedure that enables the dehydration of gypsum to be carefully controlled (► Fig. 5).

With this procedure only the gypsum is heated (e.g. in a hammer mill) and is partially or completely dehydrated before it enters the vertical roller mill. The degree of dehydration can be adjusted through the quantity and temperature of the exhaust air in the hammer mill. The dehydrated gypsum, together with the exhaust air, is then transported pneumatically straight to the vertical roller mill, where it is finish-ground together with the clinker. Cooling can still be carried out effectively in the mill because the quantity of air needed for dehydrating the gypsum is relatively small. Only the small amount of gypsum and the requisite quantity of air have to be heated, so considerably less heat is required than if the clinker and the entire quantity of air for the vertical roller mill



Figure 4: View of the MPS 4250 BC vertical roller mill at the Merone cement works in Italy

Bild 4: Blick auf die MPS-Walzenschüsselmühle 4250 BC im Zementwerk Merone, Italien

zips auch sehr effektiv kühlt, liegt die Zementtemperatur nach der Mühle deutlich unterhalb der Temperaturen von Kugelmühlen. Neben dem Vorteil für das weitere Zementhandling führt diese Besonderheit im Vergleich zur Kugelmühle allerdings auch zu Unterschieden bei der Entwässerung des als Erstarrungsregler verwendeten Gipses. Da der Entwässerungsgrad und die damit verbundene Veränderung der Sulfatlöslichkeit die Zementeigenschaften bzw. insbesondere den Erstarrungsverlauf beeinflussen [1-3], kann bei einer unbeheizten Walzenschüsselmühle eine Sulfatträgeranpassung sinnvoll sein. In diesem Zusammenhang wurde durch die Gebr. Pfeiffer ein Verfahren entwickelt und weltweit zum Patent angemeldet, bei dessen Anwendung die gezielte Entwässerung eines Gipses eingestellt werden kann (► Bild 5).

Nach diesem Verfahren wird der Gips vor Eintritt in die Walzenschüsselmühle in einer Hammermühle erhitzt und dabei entweder ganz oder teilweise entwässert, wobei der Entwässerungsgrad selbst über die Menge und Temperatur der Hammermühlenabluft eingestellt werden kann. Der auf diese Weise entwässerte Gips gelangt dann pneumatisch mit der Abluft direkt in die Walzenschüsselmühle, wo die gemeinsame Fertigmahlung mit dem Klinker erfolgt. Aufgrund der vergleichsweise geringen Luftmenge, die zur Gipsentwässerung erforderlich ist, erfüllt die Mühle trotzdem noch sehr effektiv ihre Kühlfunktion. Da nur der geringe Gips-

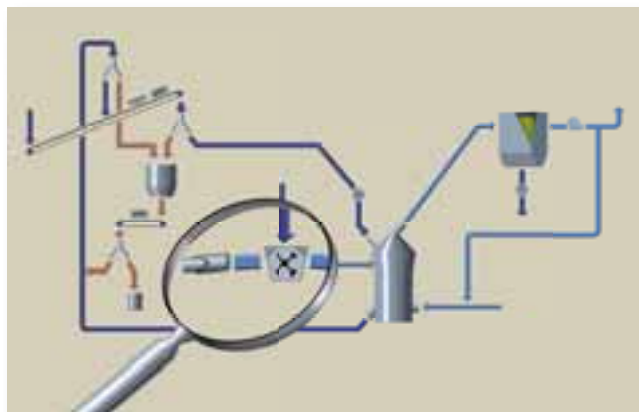


Figure 5: Flow sheet for a grinding plant with MPS BC vertical roller mill with upstream hammer mill for finely tuned dehydration of gypsum

Bild 5: Flowsheet einer Mahlanlage mit MPS-Walzenschüsselmühle der Baureihe BC mit vorgeschalteter Hammermühle zur gezielten Gipsentwässerung

Table 1: MPS BC vertical roller mills supplied for producing Portland cements and ground blast furnace slags (as at 12/04)

Tabelle 1: Gelieferte MPS-Walzenschüsselmöhlen der Baureihe BC zur Herstellung von Portlandzementen und gemahlene Hüttensanden (Stand 12/04)

MPS	Unit	2500 BC	2500 BC	2500 BC	3750 C	8X4250 BC	5600 BC	5600 BC
Country		India	Czech Republic	Czech Republic	Germany	Iran	China	China
Year of commissioning		2000	2002	2002	1980			
Clinker	%	97		96	95	95		
Granulated blast furnace slag	%		100				100	100
Gypsum	%	3		4	5	5		
Throughput	t/h	26	23	21	78	120 ¹⁾	120 ¹⁾	170 ¹⁾
Specific surface area (Blaine)	cm ² /g	3100	3800	4300	3000	3000 ¹⁾	5000 ¹⁾	4000 ¹⁾
Specific power requirement of mill, classifier, fan	kWh/t	27	31	38	29	18 ^{1) 2)}	38 ^{1) 2)}	30 ^{1) 2)}
Dust collection by cyclones		yes	no	no	yes	yes	no	no

¹⁾ Guarantee values; ²⁾ Specific power requirement relating only to the grinding table drive

Table 2: MPS BC vertical roller mills supplied for producing blended cements (as at 12/04)

Tabelle 2: Gelieferte MPS-Walzenschüsselmöhlen der Baureihe BC zur Herstellung von Mischzementen (Stand 12/04)

MPS	Unit	2500 BC	3750 C	3750 C	4250 BC	4250 BC	4250 BC	4250 BC
Country		India	Germany	Germany	Ecuador	Italy	Italy	Italy
Year of commissioning		2000	1980	1980	2002	2004	2004	2004
Clinker	%	48	43	20	67	64	89	29
Granulated blast furnace slag	%	48	52	75		18		65
Pozzolana	%				30	6		
Limestone	%					6	5	
Gypsum	%	4	5	5	3	6	6	6
Throughput	t/h	22	70	45	118	124	103 ¹⁾	75 ¹⁾
Specific surface (Blaine)	cm ² /g	3600	3600	4300	4600	4300	3800	4000
Specific power requirement of mill, classifier, fan	kWh/t	31	32	45	28	23	34 ¹⁾	45 ¹⁾
Dust collection by cyclones		yes	yes	yes	yes	no	no	no

¹⁾ Guarantee values

had to be heated. However, this advantage only applies if the vertical roller mill is operated without simultaneous drying and grinding. From the point of view of mechanical equipment it is more advantageous to dehydrate the gypsum in the vertical roller mill than independently in an upstream hammer mill.

3 Operating data

16 MPS vertical roller mills for producing Portland and blended cements and grinding granulated blast furnace slag had been supplied by the end of 2004. Most of these mills have now been running for years [4-7]. The finenesses that can be achieved range from 2000 cm²/g Blaine for pregrinding upstream of a ball mill to over 7000 cm²/g for the production of binding agents containing cements. Suitably dimensioned MPS vertical roller mills of the BC series are generally capable of reliably producing Portland cements with a fineness of up to 4500 cm²/g Blaine and blast furnace slag powders of up to 6000 cm²/g Blaine. The operating values and guarantee data for existing grinding plants for producing Portland and blended cements and ground blast furnace slags are listed in ► Tables 1 and 2. The products comply with the standards and requirements of the respective markets. The

anteil und die dafür notwendige Luftmenge erwärmt werden müssen, ist der Wärmebedarf deutlich geringer als bei einer zusätzlichen Erwärmung des Klinkers und der gesamten Luftmenge in der Walzenschüsselmühle. Dieser Vorteil tritt allerdings nur dann ein, wenn die Walzenschüsselmühle ohne Mahltrocknung betrieben wird. Vom Standpunkt des maschinellen Aufwands ist die Gipsentwässerung innerhalb der Walzenschüsselmühle günstiger als außerhalb in einer vorgeschalteten Hammermühle.

3 Betriebsdaten

Bis Ende 2004 wurden zur Herstellung von Portland- und Mischzementen sowie zur Mahlung von Hüttensanden 16 MPS-Walzenschüsselmöhlen weltweit geliefert. Die meisten dieser Mühlen befinden sich inzwischen seit Jahren in Betrieb [4-7]. Die in den Walzenschüsselmöhlen erzielbaren Mahlfineinheiten liegen, ausgedrückt als spezifische Oberflächen nach Blaine, zwischen 2000 cm²/g bei der Vormahlung im Verbund mit einer Kugelmühle bis hin zu 7000 cm²/g bei der Produktion von zementhaltigen Bindemitteln. Im Normalfall sind auf der MPS-Walzenschüsselmühle der Baureihe BC bei entsprechender Auslegung Portlandzemente mit Blaine-Werten bis 4500 cm²/g und Hüttensandmehle bis

MPS BC vertical roller mills commissioned to date reached the guarantee values within a few days, a period comparable to that required for grinding plants for producing raw meal or pulverized coal.

6000 cm² g sicher zu erreichen. In den » Tabellen 1 und 2 sind Betriebswerte bzw. Garantiedaten von ausgeführten Mahlanlagen zur Herstellung von Portland- und Mischzementen sowie gemahlene Hüttensanden zusammengestellt. Die erzeugten Produkte entsprechen dabei den Normen und Erfordernissen des jeweiligen Marktes. Bei den bisher durchgeführten Inbetriebnahmen von MPS-Walzenschüsselmühlen der Baureihe BC konnten die abgegebenen Garantiewerte im vergleichbaren Zeitraum weniger Tage von Mahlanlagen für die Rohmehl- oder Brennstauberzeugung erzielt werden.

LITERATURE / LITERATUR

- [1] Locher, F.W.; Richartz, W. and Sprung, S.: Setting of cement, part II: Effect of adding calcium sulphate. ZKG International 33 (1980) No. 6, pp. 271–277.
- [2] Locher, F.W.: Zement: Grundlagen der Herstellung und Verwendung. Verlag Bau+Technik, Düsseldorf 2000, pp. 219–227.
- [3] Theisen, K.: Relationship between gypsum dehydration and strength development in Portland cement. ZKG International 36 (1983) No. 10, pp. 571–577.
- [4] Steinberg, H.; Hoffmann, R.: Production of slag cements in a vertical roller mill, ZKG International 51 (1998) No. 3, pp. 101–109.
- [5] Jung, O.: MPS vertical roller mills for blended cements. World Cement 20 (1989) No. 9.
- [6] Reddy, S.A.; Reichardt, Y.: Production of slag cement with an MPS vertical roller mill at the cement plant of Sagar Cements Ltd in Bayyavaram, India. ZKG International 54 (2001) No. 9, pp. 492–497.
- [7] Reichardt, Y., Link, G., Gilabert, H.: Finish-Grinding 118 t/h of cement with an MPS 4250 BC vertical roller mill at Industrias Rocacem S.A.'s San Rafael cement works (Ecuador). ZKG International 55 (2002) No. 11, pp. 54–57.

