



# Herstellung von Hochofenzement mit einer MPS-Walzenschüsselmühle im indischen Zementwerk Sagar Cements in Bayyavaram \*)

S. A. Reddy, Bayyavaram/India, Y. Reichardt, Kaiserslautern/Germany

## ZUSAMMENFASSUNG

*Sagar Cements Limited betreibt in seinem Mahlwerk Bayyavaram eine Walzenschüsselmühle MPS 2500 BC, auf der im Zeitraum von Juni bis Dezember 2000 eine Menge von 53500 t marktgerechter Hochofenzement produziert wurde. Hüttensand, Klinker und Gips wurden dabei in einem Mischungsverhältnis von 48/48/4 % gemeinsam auf eine Mahlfeinheit von 3600 cm<sup>2</sup>/g nach Blaine gemahlen. Der durchschnittliche Durchsatz lag mit 21,3 t/h ca. 7 % günstiger als der vereinbarte Garantiewert. Auch der spez. Arbeitsbedarf von Mühle, Sichter und Gebläse mit 33,8 kWh/t konnte mit ca. 8 % unterschritten werden. Bei der planmäßigen Mahlteileregneration durch Hartaufschweißen nach 2185 Betriebsstunden ergab sich ein Mahlteilerverschleiß von ca. 5 g/t, was dem Erwartungswert aus den Technikumsversuchen des Lieferanten entspricht. Die Inbetriebnahme verlief problemlos und lässt sich mit Mahlanlagen für die Verarbeitung von Zementrohmaterial, Kalkstein oder Kohle vergleichen.*

## SUMMARY

*From June through December 2000 the MPS 2500 BC installed at the Bayyavaram plant of Sagar Cements Limited produced roughly 53500 t of slag cement of a quality that suits the market. For this granulated blast furnace slag, clinker and gypsum were simultaneously ground at a ratio of 48 to 48 to 4 % to a fineness of 3600 cm<sup>2</sup>/g Blaine. The average throughput amounted to 21.3 t/h and was by just under 7 % higher than guaranteed. The specific power consumption of mill, classifier and fan amounted to 33.8 kWh/t and was by about 8 % lower than guaranteed. A scheduled resurfacing of the grinding elements after 2185 operating hours showed that wear at the grinding elements amounted to about 5 g/t, a value that exactly corresponded to the figure that had been forecast after the pilot grinding for this project that was effected at the supplier's test station. Commissioning of the plant proceeded without any problems and resembled that of grinding plants for cement raw material, limestone or coal.*

## RÉSUMÉ

*Sagar Cements Limited utilise dans son usine de broyage Bayyavaram un broyeur à galets MPS 2500 BC, avec lequel a été produit, de Juin à Décembre 2000, une quantité de 53 500 t de ciment de haut fourneau de qualité courante. Laitier granulé, clinker et gypse ont été broyés ensemble, dans un rapport de mélange de 48/48/4, à une finesse Blaine de 3 600 cm<sup>2</sup>/g. La débit moyen était, avec 21,3 t/h, meilleur d'env. 7 % et la consommation spécifique du broyeur, du séparateur et de la soufflerie était, avec 33,8 kWh/t, env. 8 % plus favorable que les valeurs garanties. Lors de la régénération planifiée des outils de broyage après 2 185 heures de travail, par apport de soudure de métal dur, s'est révélée une usure des outils de broyage d'env. 5 g/t, ce qui correspond aux valeurs attendues d'après les essais techniques du fournisseur. La mise en service s'est déroulée sans problème et peut être comparée avec les ateliers de broyage traitant de la matière crue à ciment, du calcaire ou du charbon.*

## RESUMEN

*En su planta de molienda de Bayyavaram, la empresa Sagar Cements Limited dispone de un molino vertical MPS 2500 BC que, en el período de junio a diciembre de 2000, produjo 53 500 toneladas de cemento de alto horno que responde a los requisitos del mercado. Partiendo de una mezcla compuesta al 48 % de escoria de alto horno, 48 % de clínker y 4 % de yeso, se obtuvo un producto con una finura de 3600 cm<sup>2</sup>/g, según Blaine. La producción media fue, con 21,3 t/h, en aprox. un 7 % superior a los valores de garantía establecidos y el consumo específico del molino, separador y ventilador lo fue, con 33,8 kWh/t, en aprox. un 8 %. A la regeneración programada, por recargue duro, de los elementos de molienda después de 2185 horas de funcionamiento, resultó un desgaste de unos 5 g/t en éstos, lo que corresponde al valor esperado según los ensayos efectuados a escala semi-industrial en el laboratorio del suministrador. La puesta en marcha de la planta tuvo lugar sin problemas, siendo comparable con la de plantas de molienda para el tratamiento de la materia prima del cemento, la caliza o el carbón.*

\*) Überarbeitete Fassung eines Vortrages der vom zweiten Autor auf der Fachtagung Zement-Verfahrenstechnik am 22.02.2001 in Düsseldorf gehalten wurde.

\*\*) Revised text of a lecture given by the second author to the Cement Process Technology Technical Conference in Düsseldorf on 22.2.2001 (English text provided by the authors)

**Production of slag cement with an MPS vertical roller mill at the cement plant of Sagar Cements Ltd in Bayyavaram, India\*)**

**Fabrication de ciment de haut fourneau avec un broyeur à galets MPS à la cimenterie indienne Sagar Cements à Bayyavaram**

**Producción de cemento de alto horno en un molino vertical MPS en la fábrica de cemento Sagar Cements de Bayyavaram/India**

## 1. Einleitung

Sagar Cements Limited produziert jährlich ca. 630 000 t Portlandzement, Hochofenzement, Puzzolanement und sonstige Bindemittel in den drei südindischen Werken Matampally, Salur und Bayyavaram. Matampally verfügt über eine eigene Klinkerproduktion, an den beiden anderen Standorten befinden sich Mahlwerke. MPS-Walzenschüsselmühlen mit Mahltellerdurchmessern zwischen 2 und 5 m und Durchsätzen zwischen 10 bis 80 t/h für die Fertigmahlung [1 bis 4] von Zementen sowie 300 t/h für die Klinkervormahlung sind seit Jahren zur Vor- und Fertigmahlung von Hüttensand, Klinker und Puzzolan weltweit im Einsatz.

Sagar Cements produziert seit 1993 am Standort Salur Hochofenzement durch gemeinsame Mahlung im geschlossenen Kugelmühlkreislauf. Für das neueste Mahlwerk in Bayyavaram entschied sich Sagar Cements für eine Walzenschüsselmühle MPS 2500 BC (**Bild 1**). Garantiert wurde ein Durchsatz von 20 t/h bei einer spez. Oberfläche von 3600 cm<sup>2</sup>/g nach Blaine mit einer Mischung von Hüttensand und Klinker zu je 47,5 % sowie einem Gipsanteil von 5 %. Die Entscheidung für eine Walzenschüsselmühle wurde von Sagar Cement hauptsächlich aufgrund der hohen Energiepreise in Indien gefällt.

## 2. Anlagen- und Mühlenkonzept

Realisiert wurde das Konzept der gemeinsamen Mahlung von Hüttensand, Klinker und Gips zu Hochofenzement (**Bild 2**). Die Rohstoffe werden mit LKW angeliefert und aus Vorratsbunkern auf ein Sammelband dosiert der Mühle über eine Dreiklappenschleuse aufgegeben. Ein Überbandmagnet sowie ein Metalldetektor, der eine Umstellklappe ansteuert, scheiden Metalle vor der Mühle ab. In der Walzenschüsselmühle erfolgt die Mahlung, Trocknung und Sichtung. Dazu wird mit einem Drehzahlgeregelten Mühlengebläse Heißgas und Umluft durch das System gezogen.

Das Fertigprodukt wird dann in Zyklonen sowie in einem nachgeschalteten Schlauchfilter abgeschieden und gelangt über Luftförderrinnen und Becherwerke in die Zementsilos. Die Mühle ist strömungstechnisch so ausgelegt, dass im Hüttensand enthaltene Eisenbestandteile nicht vom Luftstrom mitgenommen, sondern nach unten ausgetragen werden und in einen äußeren Materialumlauf mit Becherwerk gelangen. Aus diesem bereits getrockneten Material werden die Eisenbestandteile dann über eine Magnettrommel sehr effektiv abgeschieden. Die Tatsache, dass diese Fremdbestandteile nicht auf Produktfeinheit gemahlen werden müssen, wirkt sich positiv auf den Mahlteilerverschleiß aus. Daneben führt die Reduzierung der Strömungsgeschwindigkeit im Mahlbereich zu geringeren Druckverlusten. Für Wartungszwecke können sowohl die Mühle als auch die Förderer über einen kleinen Sammelbunker für Metall leergefahren werden. Die Bauzeit des gesamten Mahlwerks inklusive der Produktilos betrug 8 Monate bei einer Gesamtinvestition von ca. 9 Mio. DM.

**Bild 3** zeigt eine schematische Darstellung der in Bayyavaram eingesetzten MPS Walzenschüsselmühle der Baureihe BC. Charakteristisch für die Pfeiffer-MPS Mühle sind die drei Walzen, die über den Druckrahmen, über Zugstangen und das Hydrauliksystem auf das Mahlbett gedrückt werden sowie der darüber liegende Hochleistungssichter mit der Typenbezeichnung SLS.

Bei modernen MPS-Mühlen werden die Walzen beim Anfahren bzw. zu Wartungszwecken mit der Spannhydraulik angehoben. Der früher übliche Hilfsantrieb zum Anfahren gehört der Vergangenheit an. Ein kleiner Antrieb für die Wartung ist im Getriebebereich integriert. Die Materialaufgabe auf das Mahltellerzentrum erfolgt über das Sichtergäuse mittels einer autogen gepanzerten Aufgabeschurre. Dadurch wird eine gleichmäßige Verteilung des Frischgutes gemeinsam mit den Sichtergrießen vor alle drei Walzen erreicht.

## 1. Introduction

Sagar Cements Limited produces around 630 000 t/a Portland cement, slag cement, pozzolana cement and other binders in three works in the South of India. Whereas Matampally has its own clinker production, the plants at Salur and Bayyavaram are pure grinding plants. For years Pfeiffer MPS mills with grinding table diameters between 2 and 5 meters have already been processing clinker, slag and pozzolana in pre-grinding and finish grinding plants all over the world. Throughput rates range between 10 t/h and 80 t/h for finish-ground cement, [1-4] and up to 300 t/h for pre-ground cement.

Since 1993 Sagar Cements has been producing slag cement at Salur by simultaneous grinding in closed circuit operation with a ball mill. For the most recently erected cement plant at Bayyavaram, Sagar Cements Limited decided in favour of a type MPS 2500 BC (**Fig. 1**). The guaranteed throughput was 20 t/h at a fineness of 3600 cm<sup>2</sup>/g Blaine for a mixture of 47.5% each of granulated blast furnace slag and clinker, and 5% gypsum. The main reason for Sagar Cements' decision in favour of a vertical roller mill was the high energy prices in India.

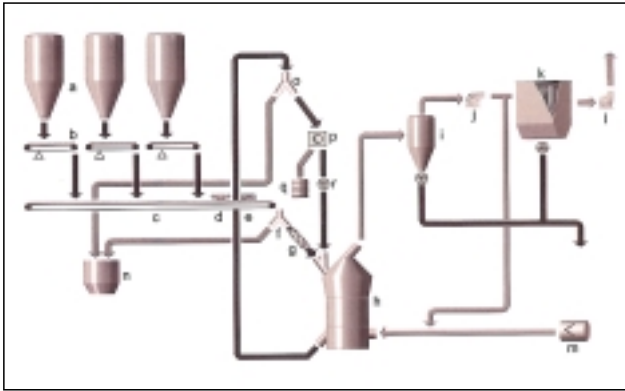
## 2. Plant and mill concept

The idea that underlies the plant concept is a simultaneous grinding of granulated blast furnace slag, clinker and gypsum to produce slag cement (**Fig. 2**). The raw materials are delivered to the site by truck, stored in bins from which they are reclaimed by metering belt scales, and fed to the mill through a three-flap gate lock. An overbelt magnet separator and a metal detector, which



**BILD 1:** MPS-Walzenschüsselmühle 2500 BC bei Sagar Cement in Bayyavaram/Indien

**FIGURE 1:** MPS 2500 BC at Sagar Cement in Bayyavaram, India



**BILD 2: Flowsheet der Mahlanlage zur Herstellung von Hochofenzement mit einer MPS-Walzenschüsselmühle im indischen Mahlwerk Bayyavaram**

**FIGURE 2: Flowsheet of the grinding plant for the production of blast-furnace slag cement with a MPS vertical roller mill at the Bayyavaram grinding plant**

- |                           |                              |
|---------------------------|------------------------------|
| a Aufgabebunker           | feeding bin                  |
| b Dosierbandwaage         | belt weighfeeder             |
| c Aufgabebandförderer     | belt conveyor                |
| d Überbandmagnet          | overbelt magnetic separator  |
| e Metalldetektor          | metal detector               |
| f Zweiwegeschurre         | change-over flap             |
| g Dreiklappenschleuse     | three-flap gate lock         |
| h MPS-Walzenschüsselmühle | MPS vertical roller mill     |
| i Zyklonabscheider        | cyclone separator            |
| j Mühlengebläse           | mill fan                     |
| k Schlauchfilter          | bag filter                   |
| l Filtergebläse           | filter fan                   |
| m Heißgasgenerator        | hot gas generator            |
| n Metallsammelbunker      | reject bin                   |
| o Zweiwegeschurre         | change-over flap             |
| p Trommelmagnet           | drum type magnetic separator |
| q Metallsammelbox         | metal reject box             |

Die verfahrenstechnische Auslegung sowohl der Mahl- als auch der Sichtzone war auf die Erzeugung einer flachen Korngrößenverteilung ausgerichtet. Dadurch gelingt es, in allen MPS-Walzenschüsselmühlen der BC-Baureihe norm- und marktgerechten Zement zu erzeugen. Zusätzlich hat der Betreiber noch die Möglichkeit, durch Öffnen von Bypassklappen gezielt Material, das durch den Sichterrotor gelangt ist und Körnungen, die nur die feststehende Sichterjalousie passiert haben, zu mischen. Diese Möglichkeit wird allerdings in Bayyavaram nicht genutzt. Das Prinzip, vom Fließbett im Düsenringbereich bis hin zum Sichterrotor die Strömungsgeschwindigkeit zu erhöhen, wird seit etwa 15 Jahren bei allen Anwendungsfällen realisiert.

Bei den Mühlen für die Zement- bzw. Hüttenandmahlung sind die Verschleißteile der Walzen, der Mahlschüssel und des Sichtrads grundsätzlich hartaufgeschweißt. Im übrigen Mühlen- und Sichterraum werden – abgestimmt auf die unterschiedlichen Bauteil- und Verschleißbereiche – Hartguss NiHard IV, Stahlbleche mit Brinellhärten größer 250 bzw. 400 und Keramik als Verschleißschutz eingesetzt [5]. Zusätzlich wird aus Verschleißgründen das Niveau der Strömungsgeschwindigkeiten niedriger als z. B. bei der Mahlung von Zementrohmaterial gehalten.

**3. Betriebsdaten**

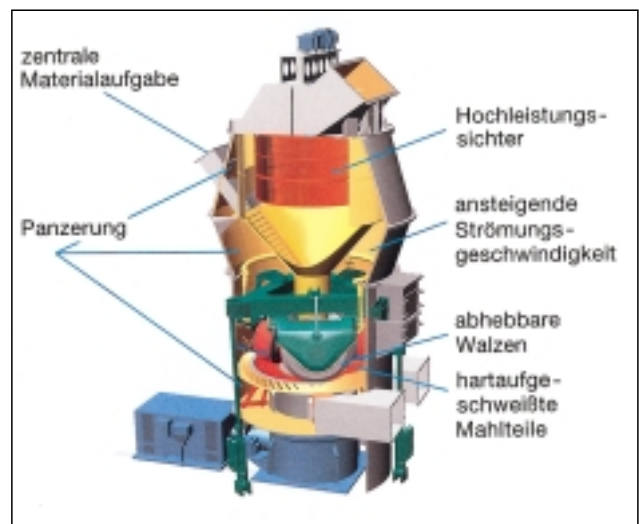
Von Juni bis Dezember 2000 wurden im Werk Bayyavaram mit der MPS Walzenschüsselmühle 2500 BC ca. 53 500 t Hochofenzement durch gemeinsame Mahlung von Hütten sand, Klinker und Gips produziert. Die Mischung Hütten sand/Klinker/Gips betrug 48/48/4 % bei einer Feinheit des Fertigprodukts von 3600 cm<sup>2</sup>/g nach Blaine, was den gängigen Werten für einen Zement der Sorte CEM III A 32,5 entspricht.

controls a change-over flap, removes metal objects before the mill. The grinding, drying and separation takes place in the vertical roller mill. Hot gases and recirculated air are drawn through the system by a speed controlled mill fan.

The finish product is separated from the air stream in cyclones and a bag filter. It is then transported to the cement silos via air slides and bucket elevators. In terms of air flow the mill is designed so that iron particles, contained in the granulated blast furnace slag, are not entrained in the air but are discharged underneath and directed to the external material circulation equipment with bucket elevator. At this point in the process the material is already dried and a drum type magnetic separator can effectively remove these iron particles from the material. As these iron particles do not have to be ground to finish product fineness, wear at the grinding elements is reduced. A reduced flow velocity in the grinding area also causes lower pressure losses. For maintenance purposes the mill and conveyors can be emptied into the small bin for the metal particles. Erection of the entire grinding plant, including finish product silos, amounted to 8 months, for an overall investment of about 9 million DM.

**Fig. 3** is a schematic representation of the MPS vertical roller mill of the BC series installed at Bayyavaram. The most characteristic features of the Pfeiffer MPS mill are the three grinding rollers, which are pressed against the grinding bed by the pressure frame, the three pull rods and the hydraulic tensioning system, and the top-mounted high-efficiency classifier type SLS.

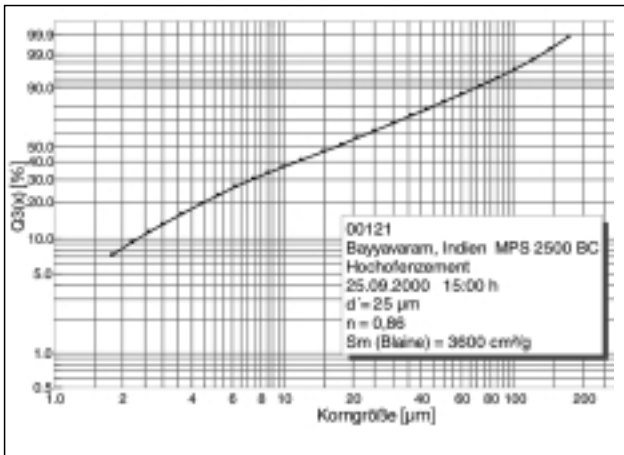
With modern MPS mills the grinding rollers can be lifted with the help of the tension hydraulics for start-up and maintenance. The auxiliary drive which was formerly needed for start-up purposes is now a thing of the past. A small drive is integrated in the gearbox section to help with maintenance work. The material is fed through the classifier housing and a lined feeding chute directly onto the center of the grinding table. This ensures that it is distributed uniformly in front of the three grinding rollers, together with the classifier grits.



**BILD 3: MPS-Walzenschüsselmühle der BC-Baureihe**

**FIGURE 3: MPS vertical roller mill of the BC type**

- |                                      |                             |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| zentrale Materialaufgabe             | central feeding             |
| Panzerung                            | wear resistant lining       |
| Hochleistungssichter                 | high efficiency separator   |
| ansteigende Strömungsgeschwindigkeit | increasing flow velocity    |
| abhebbare Walzen                     | lifttable rollers           |
| hartaufgeschweißte Mahlteile         | hardfaced grinding elements |



**BILD 4: Korngrößenverteilung des erzeugten Hochofenzements**  
**FIGURE 4: Particle size distribution of the blast furnace slag cement produced**

### 3.1 Zementqualität

Der eingesetzte Hüttsand hat eine Feuchte von 10 bis 14 % bei wechselnden Eisenanteilen zwischen 1 und 2 %. Als Sulfatträger gelangt ein feinkörniger Chemiegips mit einem SO<sub>3</sub>-Gehalt größer 40 % zum Einsatz, der überwiegend als Dihydrat vorliegt. In **Bild 4** ist beispielhaft eine Korngrößenverteilung des in Bayyavaram produzierten Hochofenzements dargestellt. Die Korngrößenanalyse wurde mit einem Laser-Granulometer Helos Sympatec in einer Nassdispersion durchgeführt. Das über die gesamte Verteilung ermittelte Steigungsmaß der RRSB-Verteilung liegt unter 0,9 bei einer Feinheit von 3600 cm<sup>2</sup>/g nach Blaine ohne Zusatz von Kalkstein und Mahlhilfsmitteln sowie ohne Nutzung des Bypasses.

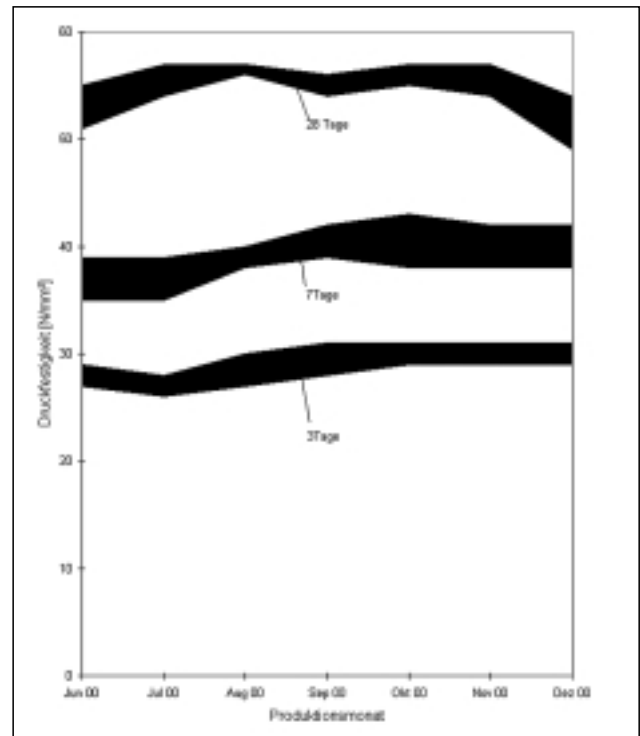
In **Tabelle 1** sind die Durchschnittswerte des Wasserbedarfs und der Druckfestigkeit der im Zeitraum von Juni bis Dezember 2000 produzierten 53 500 t Hochofenzement dargestellt. **Bild 5** zeigt die dabei aufgetretenen Streubereiche. Der Wasserbedarf von 25 % sowie die deutliche Überschreitung der indischen Norm IS 455 bei den Druckfestigkeitswerten zu allen Prüfterminen liefern den Nachweis, dass der auf der MPS-Walzenschüsselmühle erzeugte Zement norm- und marktgerecht ist. Dieses Ergebnis steht auch im Einklang mit der über 20-jährigen Betriebserfahrung bei der Zementproduktion auf einer Walzenschüsselmühle MPS 3750 C, die Pfeiffer schon vor 20 Jahren in einem deutschen Zementwerk realisierte [1].

**TABELLE 1: Durchschnittswerte des Wasserbedarfs und der Druckfestigkeiten des Hochofenzements im Zeitraum Juni bis Dezember 2000**  
**TABLE 1: Average values of water demand and compressive strength of the blast furnace cement in the period from June to December 2000**

Zementeigenschaften Cement properties	Maßeinheit Units	Zahlenwert Numerical value	
		Durchschnittswert average value	nach IS 455 acc. IS 455
Wasseranspruch water demand	%	25	
Druckfestigkeiten nach compressive strength after			
	3 Tagen 3 days	30	16
	7 Tagen 7 days	40	22
	28 Tagen 28 days	55	33

The process-related rating of both grinding and separating zone aims at the generation of a flat grain size distribution curve. The MPS mills of the BC series thus ensures the production of a cement that meets the standards and suits the market. In addition, by activating the bypass flaps, the mill operator can deliberately mix material that passed the separating rotor with material that has only passed the louvre. However, this option is not used at Bayyavaram. The principle of increasing the flow velocity in the area that starts with the fluidized bed in the area of the nozzle ring and ends after the separating rotor has been used for about 15 years for all applications.

As a rule, grinding roller and grinding table wearing parts, and the separating rotor of cement or slag mills are hardfaced. Depending on the various constructional units and areas prone to wear, the remaining mill and classifier areas are protected from wear by Ni-Hard IV casting, steel plates with a Brinell hardness of more than 250 or 400, and ceramic material [5]. In addition the flow velocity is kept at a lower level than in raw mills for reasons of wear.



**BILD 5: Entwicklung der Druckfestigkeiten des Hochofenzements im Zeitraum Juni bis Dezember 2000**

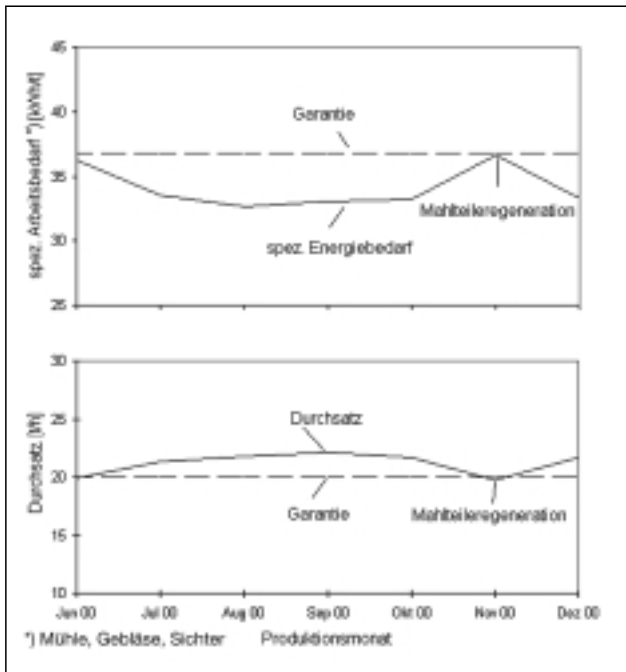
**FIGURE 5: Development of the compressive strength of the blast furnace slag cement produced between June and December 2000**

### 3. Operating data

From June through December 2000 the MPS 2500 BC installed at the Bayyavaram plant produced roughly 53 500 t of slag cement by simultaneously grinding granulated blast furnace slag, clinker and gypsum at a ratio of 48 to 48 to 4 % to a fineness of 3600 cm<sup>2</sup>/g Blaine, which complies with the current values of a CEM III A 32.5 cement.

#### 3.1 Cement quality

The moisture degree of the granulated blast furnace slag processed ranges between 10 and 14 %, and the iron content fluctuates around 1 and 2 %. Being a sulphate carrier, chemical gypsum with an SO<sub>3</sub> content of higher than 40 % is primarily used in the form of finely grained dihydrate. **Fig. 4** shows the particle size distribution of the



**BILD 6: Entwicklung des Durchsatzes und des spez. Arbeitsbedarfs von Mühle, Gebläse und Sichter im Zeitraum Juni bis Dezember 2000**

**FIGURE 6: Development of the throughput and spec. energy consumption of the mill, fan and separator between June and December 2000**

Garantie	garantie
Spezifischer Energiebedarf	specific energy consumption
Mahlteilregeneration	wear part regeneration
Durchsatz	throughput

### 3.2 Betriebsergebnisse

**Tabelle 2** enthält die durchschnittlich erreichten Betriebsergebnisse zwischen Juni bis Dezember 2000 im Vergleich zu den vereinbarten Garantiewerten. Die Mischung der Einsatzstoffe, die Aufgabefeuchte sowie die Produktfeinheit entsprechen den Garantievoraussetzungen. Der durchschnittliche Durchsatz von 21,3 t/h liegt knapp 7 % oberhalb der Garantie, der spezifische Arbeitsbedarf von Mühle, Sichter und Gebläse mit 33,8 kWh/t ca. 8 % unterhalb des Garantiewerts. Ursache für den gegenüber konventionellen Kugelmühlenkreisläufen günstigen Arbeitsbedarf ist einerseits die Energieeinsparung von ca. 50 % am Mühlenmotor bzw. die Senkung der Mühlenantriebsleistung um den Faktor von ca. 2. Andererseits ist es genauso wichtig, den Leistungsbedarf des Mühlengebläses bei einer nach dem Luftstromprinzip betriebenen Walzenschüsselmühle niedrig zu halten. Diese Zielstellung ist bei der Mahlanlage in Bayavaram mit einem Verhältnis der spez. Arbeitsbedarfswerte von Mühlenmotor zu Mühlengebläse von 26,3 zu 6,4 kWh/t, d. h. einem Verhältnis von ca. 4 : 1, im Dauerbetrieb sicher gelungen.

Der bei der Aufschweißung der Mahlteile im November 2000 nach 2185 Betriebsstunden festgestellte Verschleiß lag mit 5,2 g/t bei dem aufgrund der Testmahlungen für dieses Aufgabematerial erwarteten Wert in einer Technikummühle [6]. Der spezifische Verschleiß liegt damit deutlich niedriger als die Werte der 1980 in Deutschland in Betrieb gegangenen Walzenschüsselmühle MPS 3750 C mit einem spezifischen Verschleißwert von 30 g/t NiHard IV bei der Produktion ähnlicher Zemente [1]. Dieses gute Ergebnis ist einerseits auf die effektive Ausschleusung von im Hütten sand enthaltenen Eisenbestandteilen aus dem äußeren Materialumlauf zurückzuführen, andererseits jedoch auf den deutlich höheren Verschleißwiderstand des eingesetzten Aufschweißmaterials.

slag cement produced at Bayavaram. The particle size analysis was carried out using a Helos Sympatec laser granulometer in a wet dispersed cell. The measured slope values in the RRSB distribution are below 0.9 at 3600 cm<sup>2</sup>/g Blaine without limestone and grinding aid and without utilization of the bypass.

**Table 1** shows the average water requirement and compressive strength values of the 53 500 t of slag cement that were produced from June until December 2000. **Fig. 5** shows the variation of these values. The water demand of 25 % and the clear distance between the compression strength values attained in all tests and the Indian Standard IS 455 showed that the cement produced in the MPS vertical roller mill is in accordance not only with the standard but also with market requirements. This corresponds to the more than 20 years of operating experience Pfeiffer has gained with the production of cement on the vertical roller mill MPS 3750 C in Germany [1].

### 3.2 Plant data

**Table 2** is a comparison of the average operating data attained from June through December 2000 and the agreed guarantee data. The mixing ratio of the cement constituents, the feed moisture and the finish product fineness fulfil the guarantees. With 21.3 t/h the average throughput is nearly 7 % higher than guaranteed. The specific power consumption of mill, classifier and fan amounts to 33.8 kWh/t and is about 8 % lower than guaranteed. One of the reasons for the favorable energy values compared to a conventional closed circuit ball mill plant is the 50 % energy saving of the mill drive motor (or a substitution factor of about 2). Another reason, which is

**TABELLE 2: Durchschnittswerte der Produktion von Hochofenzement im Zeitraum Juni bis Dezember 2000**

**TABLE 2: Average values of the production of the blast furnace cement in the period from June to December 2000**

Parameter Cement properties	Maßeinheit Units	Zahlenwert Numerical value	
		erreicht achieved	garantiert guaranteed
Hüttensand/Klinker/ Gips/ slag/clinker/gypsum	%	48/48/4	47.5/47.5/5
Feuchte Aufgabemischung/ moisture, feed mix	%	5.3 bis 7.2 5.3 to 7.2	< 8
Spez. Oberfläche nach Blaine/ Blaine spec. surface area	cm <sup>2</sup> /g	3600	3600
Durchsatz/ throughput	t/h	21.3	20
Leistungsbedarf/ power consumption	kW		
- Mühlenantrieb/ mill drive		560	
- Gebläse/fan		137	
- Sichter/ classifier		24	
Spez. Arbeitsbedarf/ spec. power consumption	kWh/t		
- Mühlenantrieb/ mill drive		26.3	
- Mühle, Gebläse, Sichter/ mill, fan, classifier		33.8	36.8
Spez. Mahlteilverschleiß/ spec. grinding element wear	g/t	5.22	
Aufschweißung nach Betriebsstunden/ hardfacing after operating hours	h	2185	

In **Bild 6** ist der zeitliche Verlauf von Durchsatz und spez. Arbeitsbedarf von Mühle, Sichter und Gebläse aufgetragen. Deutlich erkennbar ist die Anlagenoptimierung bis August 2000. Im September wurde in einem 20 Betriebsstunden dauernden Leistungstest eine Fertiggutfeinheit von 3600 cm<sup>2</sup>/g nach Blaine, ein Durchsatz von 22,4 t/h und ein spez. Arbeitsbedarf von knapp 31 kWh/t für Mühle, Sichter und Mühlengebläse erreicht. Der zunehmende Mahlteilverschleiß führte im November 2000 zu einem Absinken des Durchsatzes bei gleichzeitiger Erhöhung des spez. Arbeitsbedarfs geführt. Nach dem planmäßigen Aufschweißen der Mahlteile konnten die vorher erreichten Betriebsergebnisse wieder erzielt werden.

Zwischen Juni bis Dezember 2000 waren von der Gebr. Pfeiffer AG lediglich ein Konstrukteur gemeinsam mit einem Richtmeister 10 Tage und ein Inbetriebnahmeingenieur für die Optimierung sowie die Durchführung des Leistungstests im September 2000 für die Dauer von insgesamt drei Wochen in Bayyavaram im Einsatz, d. h. die Anlage wurde fast ausschließlich in Eigenregie vom indischen Personal betrieben und auch von diesem im Detail optimiert.

Neben Hochofenzement wurden im Jahr 2000 auf der MPS-Walzenschüsselmühle BC in Bayyavaram auch knapp 8000 t Portlandzement mit Mahlfineinheiten entsprechend 3000 bis 3100 cm<sup>2</sup>/g nach Blaine bei einem durchschnittlichen Durchsatz von 25,7 t/h produziert. Eine konventionelle Hochrechnung des mit der MPS-Mühle in Bayyavaram erreichten Durchsatzes ergibt für die derzeit größte von Pfeiffer angebotene Walzenschüsselmühle MPS 5600 BC mit einem Mahlteller von 5,6 m bei einer Produktion eines Hochofenzements einen Durchsatz von 160 t/h. Für die Herstellung eines Portlandzements mittlerer Mahlbarkeit mit einer Feinheit von etwa 3100 cm<sup>2</sup>/g nach Blaine liegt der hochgerechnete Durchsatz dieser Mühlengröße bei 200 t/h.

### Literaturverzeichnis/Literature

- [1] Steinberg, H., Hoffmann, R.: Herstellung von Hüttenzementen in einer Walzenschüsselmühle. ZKG INTERNATIONAL 51 (1998) No. 3, pp. 101–109.
- [2] Leyser, W., Sillem, H.: Planung, Bau und Betrieb einer Zementmahlanlage mit einer MPS-Walzenschüsselmühle. ZKG INTERNATIONAL 37 (1984) No. 2, pp. 83–86.
- [3] Leyser, W., Hill, P., Sillem, H.: Mahlung von Zementen mit Zuschlagstoffen auf MPS-Walzenschüsselmühlen. ZKG INTERNATIONAL 39 (1986) No. 6, pp. 340–342.
- [4] Jung, O.: MPS vertical roller mills for blended cements. World Cement Vol. 20 (1989) No. 9.
- [5] Jung, O.: Verschleißschutz in Walzenschüsselmühlen. ZKG INTERNATIONAL 53 (2000) No. 5, pp. 252–260.
- [6] Reichardt, Y.: Mahlung, Sichtung, Trocknung – was aufwändige Technikumsversuche bei Anlageninvestitionen nutzen. ZKG INTERNATIONAL 54 (2001) No. 1, pp. 38–43.

equally important as the MPS mill operates on the air-swept principle, is the low specific power consumption of the fan motor. This has been safely achieved with a specific power consumption ratio of mill motor to fan motor of 26.3 kWh/t to 6.4 kWh/t, i.e. a ratio of about 4 to 1 in continuous operation.

In November 2000, on the occasion of the resurfacing after 2185 operating hours, the wear measured at the grinding elements was found to amount to 5.2 g/t, a value that exactly corresponded to the figure that had been forecast after the test grinding in a pilot-scale mill using this feed material [6]. The specific wear is therefore well below that at the MPS 3750 C (30 g Ni-Hard IV/ t) which went on line in 1980 in Germany and produces similar cement types [1]. The reason for this good result is partly the effective removal of iron particles, contained in the granulated blast furnace slag, from the already dried material in the external material circulation and partly the significantly higher wear resistance of the hardfaced material used.

**Fig. 6** shows the mill throughput and the specific power consumption of the drives of mill, classifier and fan as a function of the time. The plant optimization up to August 2000 is clearly evident. In September 2000 in a performance test lasting 20 operating hours, a throughput rate of 22.4 t/h and a specific power consumption of just under 31 kWh/t were attained for mill, classifier and fan when producing a fineness of 3600 cm<sup>2</sup>/g Blaine. The progressive wear on the grinding elements had in November 2000 already caused the throughput rate to drop and the specific power consumption to increase. After the scheduled resurfacing of the grinding elements both throughput rate and specific power consumption were back at the previous level.

Between June and December 2000, only one of Gebr. Pfeiffer's design engineers and one supervisor stayed on the site for 10 days, and in September 2000 a commissioning engineer was sent to Bayyavaram for a total period of 3 weeks to optimize plant operation and attend the performance test. Otherwise the grinding plant was operated and optimized almost exclusively by the Indian operators themselves.

In addition to the slag cement nearly 8000 t of Portland cement with a fineness of 3000 to 3100 cm<sup>2</sup>/g Blaine was also produced by the MPS vertical roller mill at an average throughput 25.7 t/h in 2000. A conventional projection of the throughput attained by the MPS mill at Bayyavaram gives a throughput of 160 t/h slag cement for the largest mill so far offered by Gebr. Pfeiffer AG – the MPS 5600 BC with a grinding table diameter of 5.6 m. This size of mill would have a projected throughput of 200 t/h when producing Portland cement of medium grindability with a fineness of about 3100 cm<sup>2</sup>/g Blaine.