



Sonderdruck aus
Reprint from

58. Volume (2005) · No. 6 · pp. 55–60

bau || | verlag
Springer BauMedien

Zement Kalk Gips Cement Lime Gypsum

**Hochleistungssichter für
MPS-Walzenschüsselmühlen**

**High efficiency classifiers for
MPS vertical roller mills**

Otto Jung, Burkhard Kraft
Gebr. Pfeiffer AG, Kaiserslautern/Germany

Hochleistungssichter für MPS-Walzenschüsselmühlen

Zusammenfassung: In der Baustoffindustrie haben sich seit Anfang der 1990er-Jahre auf Walzenschüsselmühlen trennscharfe SLS-Hochleistungssichter der dritten Generation für verschiedenste Anwendungen durchgesetzt. CFD-Simulationsrechnungen, kleintechnische Untersuchungen sowie langjährige Erfahrungswerte der Gebr. Pfeiffer AG führten zu einer weiteren Optimierung der Sichter.

Im folgenden Artikel werden Auslegung und Konstruktion der SLS-Sichter vorgestellt. Außerdem erfolgt am Beispiel einer MPS-Mühle mit seitlichem Grießaustrag für Kalkstein eine vollständige Sichterbilanzierung mit Vergleich von Test- und Betriebsergebnissen.

High efficiency classifiers for MPS vertical roller mills

Summary: In the building materials industry, SLS high efficiency classifiers of the third generation have been used on our vertical roller mills since the early 1990s. These classifiers for ultra sharp classification have proven very successful for the most various applications and have been optimized ever more by CFD simulation calculations, investigations on pilot plants as well as long standing experience gathered by Gebr. Pfeiffer AG.

The rating and design of the SLS classifiers are presented in the following paper. Moreover a complete classifier balancing is given along with a comparison of the test and field results for the example of an MPS limestone mill with lateral grit discharge.

Séparateurs hautes performances pour broyeurs verticaux à galets MPS

Résumé: Dans l'industrie des matériaux de construction, des séparateurs hautes performances SLS à haut pouvoir de coupure de la troisième génération se sont imposés depuis le début des années quatre-vingt-dix pour les broyeurs verticaux à galets dans les applications les plus variées. Des calculs de modélisation CFD, des essais à l'échelle semi-industrielle ainsi que des valeurs empiriques recueillies sur de longues années par la société Gebr. Pfeiffer AG ont conduit à une nouvelle optimisation des séparateurs.

Conception et construction des séparateurs SLS sont présentées dans le présent article. D'autre part, à l'aide de l'exemple d'un broyeur MPS à sortie latérale des refus de calcaire, il est établi un bilan complet par comparaison des résultats d'essais et des résultats d'exploitation.

Separador de alto rendimiento para molinos de rodillos MPS

Resumen: La instalación de separadores de alto rendimiento SLS de tercera generación en los molinos de rodillos se ha impuesto desde comienzo de los años noventa en la industria de la producción de materiales de construcción para las más diversas aplicaciones. Cálculos de simulación CFD, investigaciones técnicas y la larga experiencia de Gebr. Pfeiffer AG han permitido una nueva optimización del separador SLS. A modo de ejemplo se realiza un balance completo del separador en un molino MPS con distribución lateral de arena gruesa para caliza con comparación de los resultados en ensayos y en la operación.

1 Einleitung

MPS-Walzenschüsselmühlen mit Hochleistungssichter werden seit langem in der Baustoffindustrie für die Vermahlung verschiedenster Schüttgüter wie Zementklinker, Hüttensand, Zementrohmaterial, Kohle, Kalkstein, Gips etc. eingesetzt [1]. Der wesentliche Vorteil dieser Mühlen besteht in der Kombination mehrerer Verfahrensschritte – Mahlung, Trocknung und Sichtung – in einer Maschine. Die funktionelle und konstruktive Einheit von Mahl- und Sichtzone führt einerseits zu einer sehr kompakten Mühlenbauform und andererseits zu einer unmittelbaren wechselseitigen Beeinflussung der beiden Verfahren. Mühle und Sichter müssen je nach Aufgabenstellung an die unterschiedlichsten Mahlgüter und Feinheiten angepasst werden (Tabelle 1). Die Produktfeinheiten variieren zwischen 1% Rückstand auf 0,015 mm ($d_{90} = 10 \mu\text{m}$) und 25% Rückstand

1 Introduction

Pfeiffer MPS vertical roller mills with high efficiency classifiers have been used for years in the building materials industry for the grinding of the most various bulk materials such as cement clinker, granulated blast-furnace slag, cement raw material, coal, limestone, and gypsum [1]. The essential advantage of these mills is the combination of several steps of the process, i.e. grinding, drying, and classifying, all in one machine. The grinding and classifying areas forming a unit in terms of function and design allows a very compact construction of the mill on the one hand and an immediate interactive relationship of the two processes on the other hand. Depending on the requirement, the mill and classifier need to be adapted to suit the most various materials and finenesses (Table 1). Actually the product finenesses may range from 1% residue on 0.015 mm ($d_{90} = 10 \mu\text{m}$) to 25%

auf 0,2 mm. Außerdem sollen die Fertiggüter häufig genau definierte Korngrößenverteilungen aufweisen, steile Körnungslinien für Zementrohmaterial und Brennstoffe sowie flache Neigungen für Zemente. Diese erheblichen Feinheitensunterschiede stellen höchste Anforderungen an die Dimensionierung der gesamten Mahlanlage, insbesondere auch an die Auslegung und Konstruktion des Sichters.

2 Konstruktion

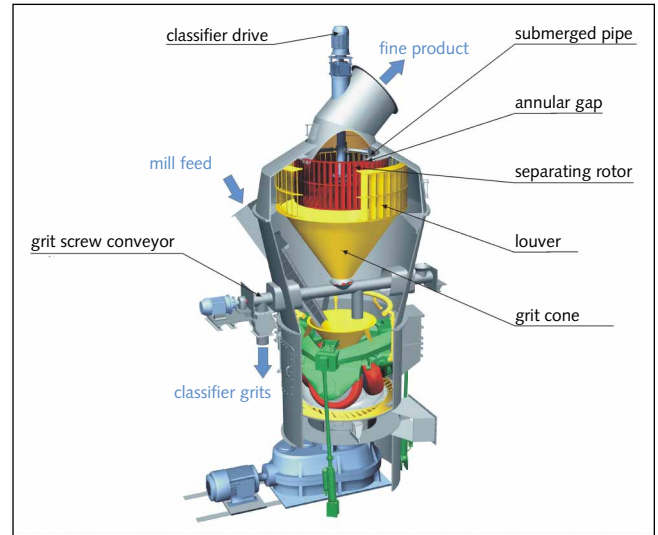
Die Pfeiffer MPS-Walzenschüsselmühle besteht im Wesentlichen aus dem Antrieb mit Motor sowie Kegelrad-Planetengetriebe, der Mahlschüssel, dem Düsenring, den drei ortsfesten Mahlwalzen inklusive Druckrahmen, dem Mühlengehäuse und dem Sichter (**Bild 1**). Zur Erzeugung weiterer definierter Körnungen kann die Mühle optional mit einer Grießeaustragsschnecke ausgerüstet werden.

Der Sichter ist als trennscharfer SLS-Hochleistungssichter der dritten Generation ausgeführt. Hauptkomponenten sind das Sichtertrah, die Jalousie, der Grießekonus und das Tauchrohr. Die Sichterwelle ist im Antriebsstutzen sowie im Bereich der Abstützung zum Sichtergehäuse in Lagerhülsen statisch bestimmt, zweifach gelagert mittels Axial- und Radialpendelrollenlager. Ein Stirnrad- bzw. Kegelstirnradgetriebe in Verbindung mit Elektromotor und Frequenzumrichter ermöglicht die stufenlose Drehzahlregelung des Sichtertrades und damit die Feinheitseinstellung des Produktes.

Das Konstruktionsprinzip der Sichter wird prinzipiell über alle Baugrößen beibehalten. Die Spaltabdichtung zwischen Sichtertrah und Sichtergehäuse muss jedoch in Abhängigkeit von der gewünschten Produktfeinheit und Überkornanforderung verändert werden (**Bild 2**). Die Standardausführung für „normale“ Produktfeinheit ist durch einen definierten Ringspalt zwischen oberem Flansch des Sichtertrades und dem dreiteiligen Schleißring am Sichtergehäuse gekennzeichnet. Bei der Montage und Inbetriebnahme der Mahlanlage erfolgt in Abhängigkeit von der Sichtergröße die exakte Einstellung der axialen sowie radialen Spaltmaße.

Bei feinsten Sichtungen wird zur Vermeidung von Spritzkorn im Fertiggut dieser Ringspalt zusätzlich mit Sperrluft beaufschlagt. Die Sperrluftmenge in Höhe von max. 5 % des Sichterluftvolumenstromes wird mittels Radialgebläse mit einer statischen Pressung von 40 bis 50 mbar erzeugt.

Für beide Ausführungen ist zur besseren Minimierung des Ringspaltes eine maschinelle Bearbeitung des oberen Sichtertrades



1 MPS-Mühle mit SLS-Hochleistungssichter und Grießeaustrag
1 MPS mill with SLS high efficiency classifier and grit discharge

residue on 0.2 mm. In addition the finished products are often required to have precisely defined grain size distributions, steep curves for cement raw material and combustibles, as well as flat curves for cements. Due to these considerable differences in fineness, the rating of the entire grinding plant and especially the rating and design of the classifier must fulfill the highest requirements.

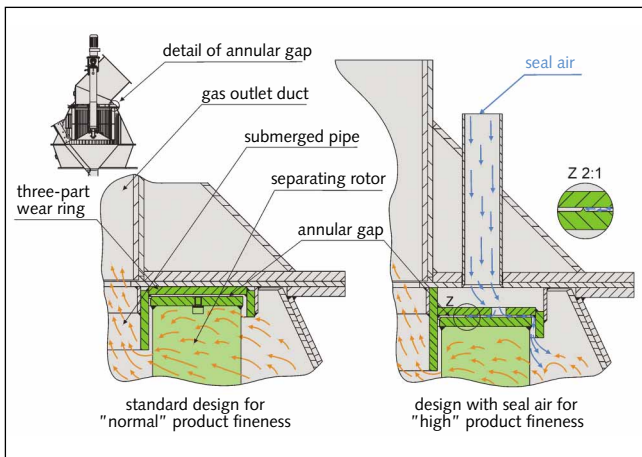
2 Design

The Pfeiffer MPS vertical roller mill essentially consists of the drive with motor and bevel-planetary gear, grinding bowl, nozzle ring, three stationary grinding rollers and pressure frame, mill housing, and classifier (**Fig. 1**). When the mill is used to produce additional defined grain sizes, it can be equipped with an optional grit discharge screw conveyor.

The SLS high efficiency classifier is a third generation, ultra sharp classification system. Its main components are the separating rotor, louver, grit cone, and submerged pipe. The classifier shaft is statically determined in bearing sleeves both in the drive socket and in the area where the shaft is strutted towards the classifier housing. It is borne in a two-point bearing system with an axial self-aligning roller bearing and a radial self-aligning roller bearing. Infinitely variable speed control of the separating rotor and thus fineness control of the product is ensured by a spur or bevel spur gear combined with an electric motor and frequency converter.

Tabelle 1: Betriebsdaten von MPS-Mühlen mit SLS-Sichter
Table 1: Operating data of MPS mills with SLS classifiers

| Kunde/client | MPS-Typ/type | SLS-Typ/type | $P_{\text{Sichter inst./classifier inst.}}$ kW | $n_{\text{Sichter/classifier}}$ min^{-1} | Feinheit/fineness d_{90} μm | Produkttrate/capacity t/h | Luftmenge/air volume m^3/h | Mahlgut/material |
|--------------|--------------|--------------|---|--|---|------------------------------|---|----------------------|
| A | 125 A | 1250 | 17.5 | 85 | 250 | 39 | 45 000 | Gips/gypsum |
| B | 180 BK | 1400 | 11 | 150 | 100 | 19.7 | 44 000 | Steinkohle/pit coal |
| C | 5600 B | 5600 | 200 | 65 | 95 | 446 | 1 030 000 | Rohmehl/raw material |
| D | 63 A | 720 | 4 | 160 | 68 | 1.5 | 9500 | Glasbruch/glass |
| E | 2800 B | 2450 | 30 | 110 | 55 | 44.5 | 170 000 | Kalkstein/limestone |
| F | 3070 B | 2900 | 55 | 120 | 50 | 54 | 180 000 | Puzzolan/pozzolana |
| G | 2500 BC | 1800 | 110 | 260 | 25 | 23.7 | 75 000 | Hüttensand/slag |
| H | 4250 BC | 4000 | 250 | 160 | 25 | 118 | 380 000 | Zement/cement |
| I | 125 A | 1250 | 30 | 400 | 17 | 7.6 | 38 000 | Kalkstein/limestone |



2 Konstruktion Ringspalt am SLS-Hochleistungssichter
2 Design of annular gap on SLS high efficiency classifier

flansches notwendig. In Abhängigkeit von der Abrasivität des Mahlgutes können sowohl Flansch als auch Schleifring in verschleißfesten Werkstoffen oder auftragsgeschweißt ausgeführt werden [2].

3 Bilanzierung

Die meisten Walzenschüsselmühlen produzieren aufgrund der baulichen Einheit von Mühle und Sichter in einem gemeinsamen Gehäuse nur ein Fertiggut, das hinsichtlich Menge und Feinheit charakterisiert werden kann. Die für eine Sichterbilanzierung notwendigen Massenströme sowie Körnungen des Sichteraufgabe- und Grobgutes sind in der Regel nicht zugänglich. Eine Ausnahme bilden MPS-Mühlen mit seitlichem Grießeaustrag, die beispielsweise bei der Kalksteinmahlung zur Erzeugung zusätzlicher Produkte eingesetzt werden.

Die Inbetriebnahme einer solchen Mahlanlage mit Pfeiffer-Walzenschüsselmühle MPS 2800 B und Hochleistungssichter SLS 2450 erfolgte im Jahr 1999 bei KWC in Polen (Bild 3). Die Garantiewerte betragen 42,5 t/h Kalksteinmehl mit max. 20 % R 0,045 mm und mindestens 24,4 t/h Grieße der Körnungen 0,1–1,2 mm mit spezifizierten Über- und Unterkornanteilen der Siebschnitte [3].

Die Installation einer drehzahlregelbaren Grießeaustragsschnecke gestattet die gleichzeitige Herstellung sowohl von feinem Kalksteinmehl zur Rauchgasentschwefelung in Kohlekraftwerken als auch von Grießen der Körnung bis 1,2 mm (Bild 4). Das Feingut als Hauptprodukt wird in einem Schlauchfilter aus dem Gasstrom abgeschieden und in Mehlsilos gelagert. Die ausgetragenen Sichtergrieße werden in einem nachgeschalteten Pfeiffer Streuteller-Sichter SUV 3600 bei 0,1 mm entstaubt, anschließend in einer Dreieck-Siebmaschine bei 0,4 mm, 0,8 mm und 1,2 mm abgesiebt und separat siliert. Alle aus Absatzgründen unerwünschten Überschusskörnungen aus der Sieb- und Sichtstufe sind der Mühle wieder zuführbar. Die stufenlose Einstellung der Schneckendrehzahl ermöglicht die Produktion von 0 bis 55 % Sichtergrieße in definierter Körnung.

Zur Sichterbeurteilung erfolgte zunächst die Erfassung der Massenströme von Mühlenaufgabe, Fertiggut und Sichtergrieße mittels Wägung (Bild 5). Rechnerisch konnte daraus eine Sichteraufgaberate von 93,0 t/h ermittelt werden. Bei einem



3 MPS 2800 B mit SLS 2450 und Grießeaustrag bei KWC/Polen
3 MPS 2800 B with SLS 2450 and grit discharge at KWC/Poland

The design principle of the classifiers is always the same irrespective of their sizes. However, the sealing of the gap between the separating rotor and classifier housing must be adapted to suit the envisaged product fineness and oversize product required (Fig. 2). The standard design for a “normal” product fineness is a defined annular gap between the upper flange of the separating rotor and three-part wear ring on the classifier housing. Depending on the classifier size, the precise adjustment of the axial and radial gap dimensions is carried out while setting up and commissioning the grinding plant.

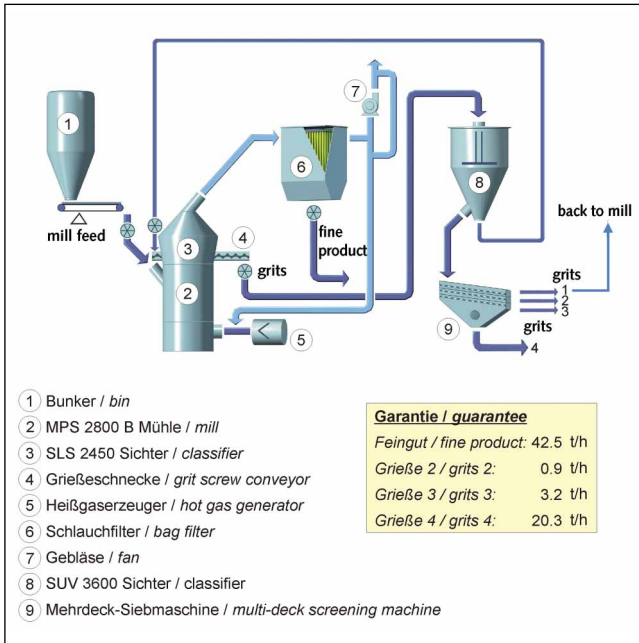
When doing high fineness classification, seal air is directed onto this annular gap as an additional means to avoid any oversize in the finished product. Such seal air at a rate of a maximum 5 % of the classifier air volume is produced by a radial fan with a static pressure of 40 to 50 mbar.

For both variants, the upper flange of the separating rotor requires mechanical machining in order to minimize the annular gap. Depending on the abrasiveness of the material to be ground, both the flange and wear ring may be made of wear resistant materials or provided with hardfacing [2].

3 Balancing

Due to the mill and classifier forming a constructional unit within a common housing, most of the MPS mills produce only one finished product which can be defined in terms of quantity and fineness. The mass flows as well as grain sizes of the classifier feed material and classifier coarse material as required for classifier balancing are normally not available except for MPS mills with a lateral grit discharge that are used for example for limestone grinding when it comes to producing additional products.

Such a grinding plant with a Pfeiffer mill of the type MPS 2800 B and high efficiency classifier of the type SLS 2450

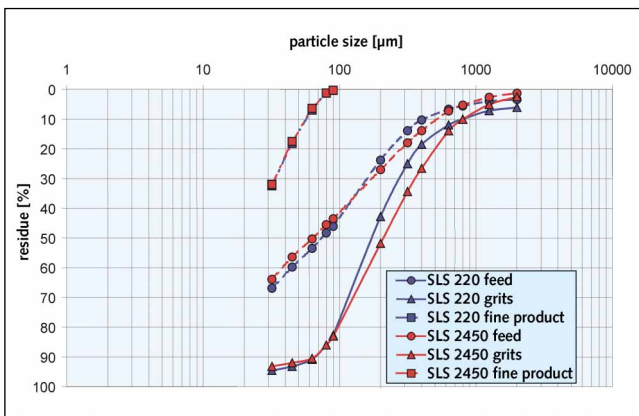


4 Flow-sheet Mahlanlage mit MPS 2800 B und Grießeausrag bei KWC/Polen
 4 Flowsheet of a grinding plant with MPS 2800 B and grit discharge at KWC/Poland

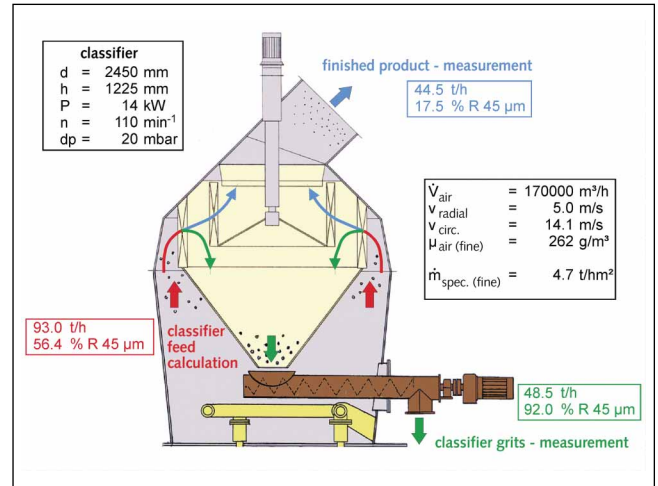
Gewichtsausbringen an Siebfeingut von $V_F = 48\%$ ergibt sich eine Umlaufzahl von $u = 2,09$. Außerdem wurden kontinuierlich Proben zur Feinheitbestimmung der Fein- und Grobgüter genommen und mit Alpine-Luftstrahlsiebung analysiert. Die Korngrößenverteilungen in **Bild 6** weisen steile Kurvenverläufe sowohl für das Siebfeingut als auch für das Siebgerogut auf und verdeutlichen die trennscharfe Klassierung des SLS-Sichters. Das Fertiggut enthält geringe Überkornanteile, während die Siebgerogrieße sehr feinkornarm sind.

Die aus den Messungen der einzelnen Siebströme ermittelte Trennkurve zeigt **Bild 7**. Der steile Verlauf der Trennfunktion mit einer Trennschärfe von $\kappa = d_{25}/d_{75} = 0,76$ und der geringe ungesichtete Anteil von $T_0 = 8,3\%$ sind Ausdruck der hohen Siebereffizienz. Der Siebterwirkungsgrad bei $45\ \mu\text{m}$ beträgt $\eta = 90\%$.

Die ermittelten positiven Kennwerte des Hochleistungssichters SLS 2450 bei KWC/Polen, wurden durch Beprobungen an



6 Vergleich Korngrößenverteilungen Betriebsrichter SLS 2450 und Testsichter SLS 220
 6 Comparison of particle size distributions of SLS 2450 and SLS 220

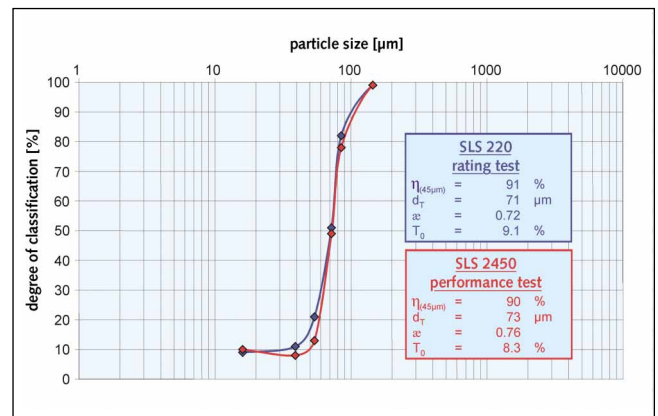


5 Verfahrenstechnische Daten SLS 2450 mit Grießeausrag bei KWC/Polen
 5 Process-related data of SLS 2450 with grit discharge at KWC/Poland

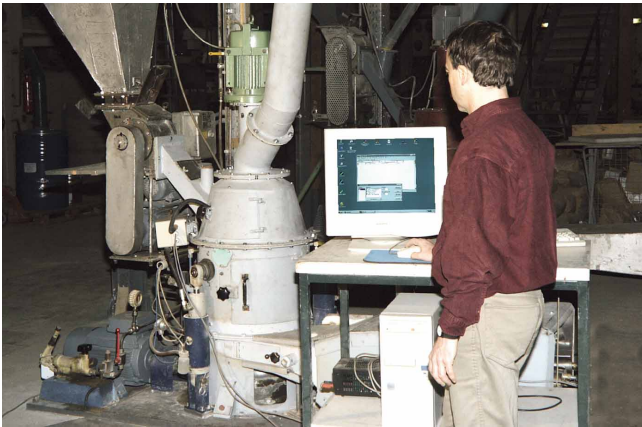
was brought on line in 1999 at KWC in Poland (**Fig. 3**). The guarantee values were 42.5 t/h of limestone meal with a maximum 20 % residue on 0.045 mm and a minimum quantity of 24.4 t/h of grits of the sizes 0.1 to 1.2 mm with specified oversize and undersize material after screening [3].

By providing a variable speed grit discharge screw conveyor, it is possible to simultaneously produce fine limestone meal used for flue gas desulfurization in coal fired power plants as well as grits of sizes up to 1.2 mm (**Fig. 4**). The fine material which is the main product is separated from the gas flow in a bag filter and stored in silos. The discharged classifier grits are separated at 0.1 mm in a downstream Pfeiffer distribution table separator of the type SUV 3600 for being screened in the following three-deck screening machine at 0.4 mm, 0.8 mm, and 1.2 mm. These products are then stored in separate silos. Any off-size from the screening and separating stages that is classified as undesirable for marketing reasons can be returned to the mill. The infinitely variable control of the screw conveyor speed allows a production ranging from 0 to 55 % of classifier grits of a defined grain size.

For classifier balancing, the mass flows of mill feed, finished product, and classifier grits were measured by weighing (**Fig. 5**).



7 Vergleich Trennkurven Betriebsrichter SLS 2450 und Testsichter SLS 220
 7 Comparison of classification curves of SLS 2450 and SLS 220



8 Technikummühle MPS 40 B
8 Test mill MPS 40 B

weiteren MPS-Mahlanlagen sowohl für Kalkstein als auch für Zementrohmaterial unabhängig von der Siehtergröße bestätigt. Basis für die guten Ergebnisse sind die konsequente Weiterentwicklung der Siehter durch umfangreiche Untersuchungen im kleintechnischen Maßstab in Kombination mit CFD-Simulationsrechnungen.

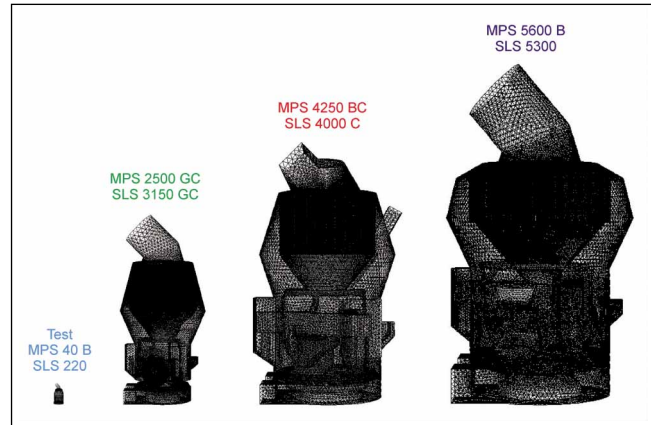
4 Auslegung

Im Vorfeld der Investitionsentscheidung war es für den Kunden besonders wichtig, neben der Mahlbarkeit des Kalksteins auf Mehlfineinheit auch Menge, Körnung und Verarbeitbarkeit der Grieße zu kennen. Deshalb erfolgten Versuche im Technikum der Gebr. Pfeiffer AG in Kaiserslautern, auf denen Auslegung und Garantien beruhen [4].

Die halbtechnische Pilotanlage mit MPS 40 B und Hochleistungssichter SLS 220 (**Bild 8**) wurde unter vergleichbaren technologischen und verfahrenstechnischen Bedingungen wie die zukünftige Betriebsmühle gefahren. Alle relevanten konstruktiven Siehterdaten entsprechen der großtechnischen Ausführung. Dadurch werden vergleichbare Geschwindigkeitsverhältnisse sowie Staubbeladungen gewährleistet.

Die Gegenüberstellung der Ergebnisse mit dem Betriebssichter SLS 2450 zeigt, dass die Korngrößenverteilungen der drei gemessenen Siehterströme eine sehr gute Übereinstimmung sowohl in der oberen Korngröße als auch in der Neigung der Körnungslinien besitzen (Bild 6). Die gleiche Aussage ergibt sich bei der Betrachtung der Trennkurven in Bild 8. Bei vergleichbarem Siehterwirkungsgrad von $\eta = 91\%$ und ungesichtetem Anteil von $T_0 = 9,1\%$ sind die Trennfunktionen der beiden Siehter und damit die Trennschärfen mit $\kappa = 0,72$ bzw. $0,76$ ebenfalls identisch.

Die Grundlagen für eine gute Korrelation von Test- und Betriebsergebnissen wurden bereits im Vorfeld der Versuche durch numerische Strömungssimulationen mittels Computational Fluid Dynamics CFD hergestellt. Als Software diente Gambit V.2.0.4. zur Netzgenerierung und Fluent V.6.18 als Solver. Zur Verdeutlichung der enormen Größenunterschiede zwischen Test- und Betriebsanlagen sind in **Bild 9** die betrachteten MPS-Mühlen mit Siehter maßstabsgetreu dargestellt. Die Siehterraddurchmesser variieren zwischen $d_s = 220$ mm und 5300 mm.



9 3-D-Modelle der MPS-Mühlen mit Berechnungsgitter
9 3-D models of MPS mills with calculation grids

From this, a classifier feed rate of 93.0 t/h was calculated. For a percentage by weight of the classifier fine product amounting to $V_F = 48\%$, the respective circulating load is $u = 2.09$. Moreover samples were taken regularly with a view to determining the fineness of the fine and coarse materials. These samples were analyzed with an Alpine air jet sieve. The particle size distributions of **Figure 6** show steep curves both for the classifier fine material and classifier coarse material, thus proving the ultra sharp classification performed by the SLS classifier. Actually the finished product contains only little oversize material whereas the classifier grits include only a minor rate of fine grains.

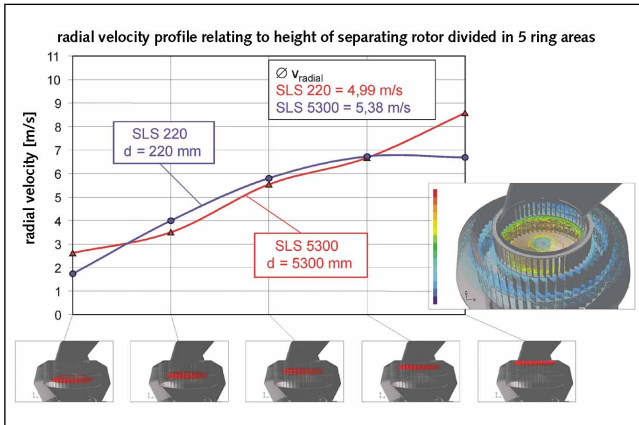
The classification curve determined by means of the measurements of the various classifier mass flows is shown in **Figure 7**. The steepness of the classification curve with an accuracy of $\kappa = d_{25}/d_{75} = 0.76$ along with the minor portion of unclassified material (bypass) amounting to $T_0 = 8.3\%$ reflect the high efficiency of the classifier which is $\eta = 90\%$ at $45 \mu\text{m}$.

The above positive results of the high efficiency classifier SLS 2450 at KWC in Poland have been confirmed by samples taken on other MPS grinding plants both for limestone and cement raw material, irrespective of the classifier sizes involved. Such an impressive operating record is achieved thanks to consistent R&D work on the classifiers including extensive investigations on the small scale in combination with CFD simulation calculations.

4 Rating

Prior to taking any decision on capital investment, the customer wanted to know above all whether and to what extent the limestone could be ground to limestone meal. However, the quantity and size of the grits to be obtained and their workability were of similar importance to him. Therefore it was decided to carry out tests at the test station of Gebr. Pfeiffer AG in Kaiserslautern. These tests served as a basis for the rating and guarantees [4].

The semi-industrial pilot plant comprising an MPS 40 B and high efficiency classifier SLS 220 (**Fig. 8**) was operated under technological and process-related conditions that were comparable with those of the later industrial mill. Any relevant design data of the test classifier comply with the data of the large-scale version of the classifier. Therefore the speed and dust load can be compared.



10 CFD-Simulation der Sichraddurchströmung
10 CFD simulation of air flow through separating rotor

Im ersten Schritt wurden am Testsichter SLS 220 Strömungsberechnungen mit drehendem Sichtrad unter der Annahme partikelfreier Luft durchgeführt. Aufgrund der ermittelten Geschwindigkeitsprofile erfolgte eine Optimierung der Sichterkonstruktion mit dem Ziel, die Luftführung in der Sichtzone zu verbessern. Nach konstruktiver Übertragung auf einen Betriebssichter SLS 5300 für Zementrohmaterial waren erneute Simulationsrechnungen notwendig. **Bild 10** enthält beispielhaft einen Vergleich der radialen Geschwindigkeitsverläufe von Test- und Betriebssichter in verschiedenen Bereichen des Sichtrades. Die Durchströmung beider Sichter ist ähnlich.

Neben der Erstellung kompletter axialer und radialer Geschwindigkeitsprofile für Mühle und Sichter und der zuverlässigen Vorausberechnung des Sichterdruckdifferenzdruckes konnte auch die Luftmenge durch den Ringspalt zwischen drehendem Sichtrad und fest stehendem Schleißring bestimmt werden. Die Ergebnisse waren Grundlage für die Dimensionierung des Spaltes sowie die Auslegung des Sperrluftgebläses.

5 Schlussbetrachtung

Die CFD-Simulationsrechnungen, umfangreiche Untersuchungen im Technikumsmaßstab sowie langjährige Erfahrungswerte der Gebr. Pfeiffer AG führten zu einer weiteren Optimierung der SLS-Hochleistungssichter. Die gute Übereinstimmung zwischen Testergebnissen und Betriebswerten zeigt die große Sicherheit bei der Übertragung und Dimensionierung großtechnischer Sichter.

Literaturverzeichnis/Literature

- [1] Jung, O.: Entwicklungen und Betriebserfahrungen mit Walzenschüsselmühlen in der Zementindustrie, ZKG INTERNATIONAL 52 (1999) No. 8, pp. 452–460.
- [2] Jung, O.: Wear protection in vertical roller mills, World Cement 31 (2000) No. 9, pp. 59–66.
- [3] Kotowski, O.; Schnabel, U.; Reichardt, Y.: Gleichzeitige Herstellung von Kalksteinmehl und Körnungen minus 1,2 mm mit einer MPS-Walzenschüsselmühle, ZKG INTERNATIONAL 56 (2003) No. 6, pp. 73–75.
- [4] Reichardt, Y.: Mahlung, Sichtung, Trocknung – was aufwändige Technikumsversuche bei Anlageninvestitionen nutzen, ZKG INTERNATIONAL 54 (2001) No. 1, pp. 38–43.

When comparing the test results with the operating data of the field classifier SLS 2450, it can be seen that the particle size distributions of the three mass flows measured are very close to the test results both with regard to the upper grain size and inclination of the particle size distribution curves (Fig. 6). The same applies to the classification curves of Figure 8. With a comparable classifier efficiency of $\eta = 91\%$ and a portion of unclassified material amounting to $T_0 = 9.1\%$, the classification curves of the two classifiers and thus their accuracy rates of $\kappa = 0.72$ and 0.76 , respectively, are also identical.

The basis for a good correlation between the test and field results had already been ensured prior to carrying out the tests by numerical flow simulations by means of Computational Fluid Dynamics CFD. The software used for grid generation was Gambit V.2.0.4. and Fluent V.6.18 was used as solver. For illustrating the enormous difference in size between the test plant and industrial plant, the two MPS mills with classifiers are drawn to scale in **Figure 9**. As can be seen, the separating rotor diameter of the test classifier is $d_s = 220$ mm versus 5300 mm of that of the field classifier.

As a first step, flow calculations were carried out on the test classifier SLS 220 with rotating separating rotor with the assumption that the air was free of any particles. On the basis of the speed profiles determined, the classifier design was optimized with a view to improving the air flow direction control in the classifying area. After adopting this design modification to a field classifier of the type SLS 5300 for cement raw material, new simulation calculations had to be done. **Figure 10** gives an example of a comparison of the radial speed profiles of the test classifier and field classifier in various areas of the separating rotor. The way the air is drawn through the two classifiers is similar.

Apart from determining the complete axial and radial speed profiles for mill and classifier along with a reliable calculation forecast of the classifier differential pressure, it was also possible to determine the air volume going through the annular gap between the rotating separating rotor and stationary wear ring. These results served as a basis for sizing the gap and rating the seal air fan.

5 Conclusion

The CFD simulation calculations, extensive investigations on pilot plants as well as long standing experience gathered by GEBR. PFEIFFER AG have led to a further optimization of the SLS high efficiency classifier. The close correlation between the test results and operating data proves that the adoption of the test results to large-scale industrial classifiers and their rating are standing on solid ground.

