

CEMENT ▶ PROCESSING ▶ PERFORMANCE ▶ APPLICATION **INTERNATIONAL**

Reprint from / Sonderdruck aus: Issue No.: 2/2004, pp. 52-57

Raising the output of vertical roller mills as an alternative to new capital investment

**Durchsatzsteigerung von Walzenschüsselmühlen
als Alternative zu Neuinvestitionen**

▶ Dipl.-Ing. O. Jung, Gebr. Pfeiffer AG, Kaiserslautern, Germany

SUMMARY

Vertical roller mills, or roller grinding mills, are used in the cement industry for grinding cement raw material, coal, petroleum coke, granulated blastfurnace slag, pozzolans and cement clinker [1]. The most important reasons for the wide distribution of these mills are the combination of several process steps within a single machine, the low electrical energy consumption, the optimum utilization of process gases and the high level of availability [4]. There is an increasing tendency for vertical roller mills to be used and they already have a market share of more than 60 %. Vertical roller mills are now also being used to a greatly increasing extent for finish grinding of cement. In the calendar year 2003 alone Gebr. Pfeiffer AG received orders for six MPS vertical roller mills with drive ratings between 2 500 and 5 300 kW for such applications. In less prospering regions production plants are mainly being modernized and their capacities are very often also upgraded. Increases in output can generally be achieved relatively rapidly; they improve the overall cost-effectiveness of an existing grinding plant and require less capital investment than a new plant. Gebr. Pfeiffer also has extensive experience in this field and offers tailor-made solutions for modernizing existing grinding plants. As a rule the modernization of clinker production plants also requires changes to the existing grinding facilities. This need for changes applies to mills for producing raw meal and pulverized fuel as well as to cement mills. The grindability as well as the process and mechanical data are taken into account when determining the conversion or modernization measures required in each case, which depend primarily on the increase in output required. A description is given of the procedures and measures for a 45 % increase in output using the example of a successfully converted MPS 4150 vertical roller mill for producing cement raw meal in the Gorazdze cement works in Poland. ◀

ZUSAMMENFASSUNG

Wälzmühlen, nach dem englischen Sprachgebrauch heute häufig auch als Vertikal-Rollenmühlen bezeichnet, werden in der Zementindustrie für die Mahlung von Zementrohmaterial, Kohle, Petrolkoks, Hüttensand, Puzzolan und Zementklinker eingesetzt [1]. Die wesentlichsten Gründe für den hohen Verbreitungsgrad dieser Mühlen sind die Kombination mehrerer Verfahrensschritte innerhalb einer einzigen Maschine, der niedrige elektrische Energieverbrauch, die optimale Nutzung von Prozessgasen und die hohe Verfügbarkeit [4]. Mit einem Marktanteil von mehr als 60 % gelangen Wälzmühlen mit steigender Tendenz zum Einsatz. Inzwischen werden auch für die Fertigmahlung von Zement in stark zunehmendem Maße Wälzmühlen eingesetzt. Die Gebr. Pfeiffer AG konnte beispielsweise im Kalenderjahr 2003 allein für derartige Einsatzfälle sechs MPS Walzenschüsselmühlen mit Antriebsleistungen zwischen 2 500 und 5 300 kW in Auftrag nehmen. In weniger prosperierenden Regionen werden Produktionsanlagen überwiegend modernisiert und auch sehr häufig in der Kapazität gesteigert. Durchsatzsteigerungen lassen sich im Allgemeinen relativ schnell realisieren, verbessern die Gesamtwirtschaftlichkeit einer bestehenden Mahlanlage und verursachen – im Vergleich zu einer Neuanlage – geringere Investitionskosten. Gebr. Pfeiffer verfügt auch auf diesem Feld über umfangreiche Erfahrungen und bietet maßgeschneiderte Lösungen zur Modernisierung von bestehenden Mahlanlagen an. Die Modernisierung von Klinkerproduktionsanlagen erfordern in der Regel auch Anpassungen bei den vorhandenen Mahlkapazitäten. Diese Anpassungserfordernisse gelten sowohl für Mühlen zur Rohmehl- und Brennstaubherzeugung als auch für Zementmühlen. Die dafür jeweils notwendigen Umbau- oder Modernisierungsmaßnahmen werden unter Berücksichtigung von Mahlbarkeits-, Verfahrens- und Maschinenbaukenntnissen ermittelt und hängen in erster Linie von der geforderten Durchsatzsteigerung ab. Vorgehensweise und Maßnahmen einer 45 %-igen Durchsatzsteigerung werden am Beispiel einer erfolgreich umgebauten Walzenschüsselmühle MPS 4150 für die Erzeugung von Zementrohmeal im polnischen Zementwerk Gorazdze beschrieben. ◀

Raising the output of vertical roller mills as an alternative to new capital investment

Durchsatzsteigerung von Walzenschüsselmühlen als Alternative zu Neuinvestitionen

1 Situation

In December 2001 Gebr. Pfeiffer AG of Kaiserslautern received a contract from Gorazdze Zement S.A., Poland, to increase the output of an existing grinding plant with MPS vertical roller mill for producing raw meal. The contract included not only the supply of all the conversion components but also monitoring the installation, the commissioning, and verification of the performance. The delivery of mechanical components was scheduled for December 2002 and the commissioning for May 2003.

Gorazdze Zement lies in the south-west of Poland and since 1975 has operated two Gebr. Pfeiffer MPS 4150 vertical roller mills for producing cement raw meal. The two mills are each operated in conjunction with a dry-process kiln plant and had guaranteed outputs of 300 t/h raw meal each, with a fineness corresponding to a residue of $\leq 18\%$ on $90\mu\text{m}$. As part of the increase in output one of the two rotary kilns was upgraded from 3 500 to 6 000 t/d. The second kiln remained unchanged so that on completion of the conversion work the nominal clinker production capacity was 9 500 t/d.

To supply the two rotary kilns with cement raw meal the output of one MPS mill was increased by 45 %, i.e. from 300 to 440 t/h. This meant that 740 t/h cement raw meal were available for the two kiln plants. With a theoretical requirement of about 635 t/h the raw meal supply to the two kiln plants was therefore ensured at all times and if necessary the planned capacity could also be exceeded. ▶ Fig. 1 shows the MPS vertical roller mill at Gorazdze Zement.

2 Basis

The planned output and the grindability of the mill feed form the essential basis for the process and mechanical engineering design of a grinding plant. Based on extensive experience it has proved advisable to determine the grindability in a semi-industrial grinding plant in which the conditions of the subsequent operational plant can be simulated as accurately as possible (▶ Fig. 2). The reliability of this test method has been confirmed over many years by the good correlation between operational and test results [2].

Experience with operational plants of a wide variety of sizes has also shown that the specific power requirement of a vertical roller mill is not dependent on the size of the machine but only on the material being ground. This means that the output of a vertical roller mill can be calculated as follows:

1 Aufgabenstellung

Im Dezember 2001 erhielt die Gebr. Pfeiffer AG, Kaiserslautern von Gorazdze Zement S.A., Polen, den Auftrag zur Durchsatzsteigerung einer bestehenden Mahlanlage mit MPS Walzenschüsselmühle für die Rohmehlerzeugung. Der Auftrag umfasste neben der Lieferung aller Umbauteile auch die Montageüberwachung, die Inbetriebnahme und den Leistungsnachweis. Die Lieferung der mechanischen Bauteile war auf Dezember 2002 und die Inbetriebnahme auf Mai 2003 terminiert.

Gorazdze Zement liegt im Südwesten Polens und betreibt seit 1975 zwei Gebr. Pfeiffer Walzenschüsselmühlen MPS 4150 zur Erzeugung von Zementrohmehl. Die beiden Mühlen werden jeweils im Verbund mit einer Ofenanlage nach dem Trockenverfahren betrieben und waren für einen Durchsatz von je 300 t/h Rohmehl mit einer Mahlfeinheit entsprechend einem R90-Rückstand von $\leq 18\%$ garantiert worden. Im Rahmen von durchsatzsteigernden Maßnahmen wurde der Durchsatz einer der beiden Drehrohröfen von 3 500 auf 6 000 t/d gesteigert. Der zweite Ofen blieb unverändert, so dass nach Abschluss der Umbaumaßnahmen die nominelle Produktionskapazität an Klinker 9 500 t/d betrug.

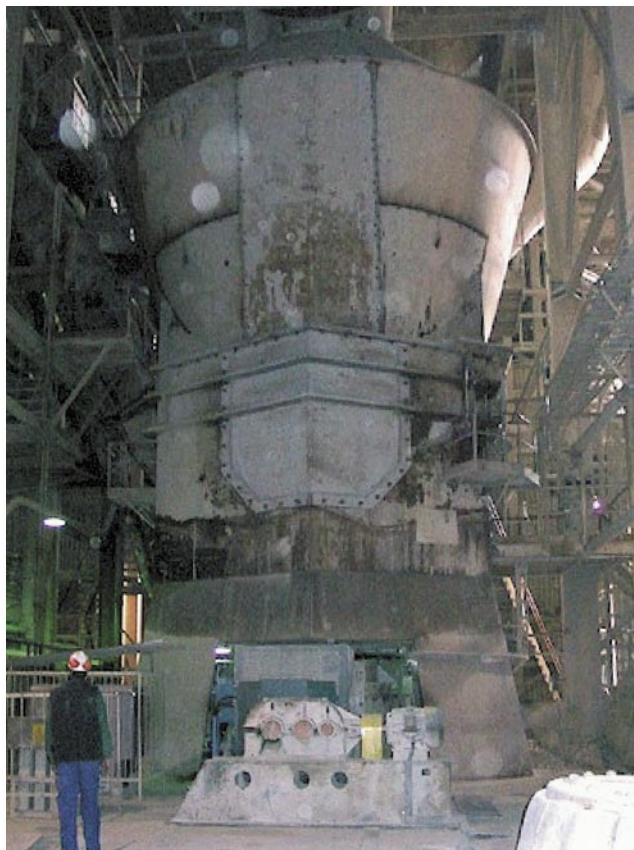


Figure 1: View of one of the two MPS 4150 vertical roller mills at Gorazdze Zement S.A. in Poland

Bild 1: Blick auf eine der beiden Walzenschüsselmühlen MPS 4150 bei Gorazdze Zement S.A. in Polen

$$m_B = \frac{P_B}{w_T} = \frac{f_T \cdot F_B \cdot z_B \cdot v_B \cdot \frac{\eta_{Sn}}{\eta_{Sa}}}{w_T} \quad (1)$$

in which:

- m_B : operational mill output [t/h]
- P_B : power absorbed by operational mill [kW]
- w_T : specific power requirement test/operational mill [kWh/t]
- f_T : factor – dependent on the material being ground
- F_B : grinding force [kN/roller]
- z_B : number of grinding rollers
- v_B : grinding table speed [m/s]
- $\eta_{Sn/Sa}$: classifier efficiency new/old [%]

The basic equation (1) that applies to the design of a vertical roller mill has been extended by the introduction of a classifier efficiency. The derivation of Equation (1) has been published several times, so it does not need to be described again here [3].

The variables w_T and f_T in this equation are measured in the test and are predominantly dependent on the material being ground; on the other hand, the variables F_B , z_B , v_B and $\eta_{Sn/Sa}$ can be varied and are primarily dependent on the machine [3]. The individual influencing factors are mutually interdependent and cannot be separated from one another so the standard tests were dispensed with. Instead, the pilot plant was operated in a stable state under different operating conditions to provide as good an approximation to later operational practice as possible [2]. During the trials



Figure 2: Test plant with an MPS 40B vertical roller mill at the research centre of Gebr. Pfeiffer A.G. in Kaiserslautern

Bild 2: Testanlage mit einer Walzenschüsselmühle MPS 40B im Technikum der Gebr. Pfeiffer AG in Kaiserslautern

Zur Versorgung der beiden Drehrohröfen mit Zementrohmehl wurde der Durchsatz einer MPS-Mühle um 45 %, d.h. von 300 auf 440 t/h, gesteigert. Für beide Ofenanlagen stehen damit 740 t/h Zementrohmehl zur Verfügung. Bei einem theoretischen Bedarf von ca. 635 t/h kann die Rohmehlversorgung beider Ofenanlagen damit jederzeit sichergestellt und die Plankapazität ggf. auch überschritten werden. » Bild 1 zeigt die MPS-Walzenschüsselmühle bei Gorazdce Zement.

2 Grundlagen

Der geplante Durchsatz und die Mahlbarkeit des Mahlguts bilden die wesentliche Grundlage für die verfahrenstechnische und mechanische Auslegung einer Mahlanlage. Aufgrund umfangreicher Erfahrungen hat es sich als zweckmäßig erwiesen, die Mahlbarkeit in einer halbindustriellen Mahlanlage, mit der sich möglichst genau die Bedingungen der späteren Betriebsanlage simulieren lassen, zu bestimmen (» Bild 2). Die gute Korrelation von Betriebs- und Testergebnissen hat die Zuverlässigkeit dieser Testmethode langjährig bestätigt [2].

Erfahrungen mit Betriebsanlagen unterschiedlichster Größe haben auch gezeigt, dass der spezifische Arbeitsbedarf einer Walzenschüsselmühle nicht von der Maschinengröße, sondern nur vom Mahlgut abhängig ist. Unter dieser Voraussetzung kann der Durchsatz einer Walzenschüsselmühle wie folgt berechnet werden:

$$m_B = \frac{P_B}{w_T} = \frac{f_T \cdot F_B \cdot z_B \cdot v_B \cdot \frac{\eta_{Sn}}{\eta_{Sa}}}{w_T} \quad (1)$$

In dieser Gleichung bedeuten:

- m_B : Durchsatz Betriebsmühle [t/h]
- P_B : Aufgenommene Leistung Betriebsmühle [kW]
- w_T : Spezifischer Arbeitsbedarf Test-/Betriebsmühle [kWh/t]
- f_T : Mahlgutabhängiger Faktor
- F_B : Mahlkraft [kN/Walze]
- z_B : Anzahl Mahlwalzen
- v_B : Mahlbahngeschwindigkeit [m/s]
- $\eta_{Sn/Sa}$: Sichtwirkungsgrad neu/alt [%]

Die für die Auslegung einer Walzenschüsselmühle geltende Basisgleichung (1) wurde durch Einführung eines Sichtwirkungsgrads erweitert. Die Herleitung von Gleichung (1) wurde bereits mehrfach veröffentlicht, sodass an dieser Stelle auf eine erneute Darstellung verzichtet werden kann [3].

Die Größen w_T und f_T in dieser Gleichung werden im Versuch gemessen und sind überwiegend mahlgutabhängig, die Größen F_B , z_B , v_B und $\eta_{Sn/Sa}$ können hingegen variiert werden und sind in erster Linie maschinenabhängig [3]. Da die Einzeleinflüsse sich gegenseitig bedingen und nicht voneinander getrennt werden können, wird auf die Durchführung von Standardtests verzichtet. Um die spätere Betriebspraxis möglichst gut anzunähern, wird die Technikumsanlage statt dessen unter verschiedenen Betriebszuständen stabil betrieben [2]. Während der Versuche wird die Anlage an das Aufgabematerial, das zu erzeugende Produkt, an die Projektbedingungen und die infrage kommende Mühlenbaugröße angepasst. Zusätzlich werden mit dem Versuchsgut auch die Grenzen instabiler Betriebszustände angesteuert, um diese bei der endgültigen Auslegung ausschließen zu können. Die so gefundenen Ergebniswerte dienen dann als Grundlage zur

the plant was adjusted to suit the feed material, the product to be produced, the project framework conditions and the possible mill size. The test equipment was also used to find the limits of unstable operating conditions so that these could be avoided in the final design. The results obtained in this way then served as the basis for determining the conversion measures to raise the output of the existing grinding plant.

3 Conversion measures

Trials were carried out in the Gebr. Pfeiffer research centre before making the decision on capital investment; the above-mentioned variables w_T and f_T that are predominantly dependent on the material being ground were determined and the mill mechanics and process engineering were checked and adjusted with the following result:

Mill main drive:	Renewed and upgraded to 2375 kW as not adequately dimensioned for target output rate of 440 t/h.
Nozzle ring:	Renewed, as too small for the increased gas flow.
Grinding rollers:	Renewed, as not adequately dimensioned for the increased grinding forces.
Pressure frame:	Renewed, as not sufficiently dimensioned for transmitting the increased grinding forces.
Classifier:	Replaced by a 3rd generation classifier with significantly improved efficiency.
Plant fan:	Upgraded from 650 000 to 720 000 m ³ /h to create additional control reserves for future operation
Cyclone, pipelines:	Unchanged, as still adequate for increased gas flow.
Raw material feed and discharge:	Unchanged, as still adequate for the increased mass flows.

The increase in output that can be achieved by the conversion measures can be determined as follows by using the equation described at the beginning for calculating the output of vertical roller mills:

$$m_B = \frac{f_T \cdot 131 [\%] \cdot z_B \cdot v_B \cdot 111 [\%]}{w_T} = (2)$$

The variables that have been left as letters remain unchanged after the mill conversion and can therefore be taken as equal to 1. The increase in output to 145% follows from the increase in grinding forces to 131% and the improvement of the classifier efficiency to 111%.

Various modernization measures were also carried out on the mill as part of the increase in output. For example, the Lift and Swing system that has proved so successful for years was retrofitted. This system makes it possible for grinding rollers as well as wear segments to be replaced through a single installation door in the mill housing. Grinding rollers or grinding table wear segments are taken to the installation door by means of an auxiliary drive and then swung out of the grinding chamber with the Lift and Swing system. **■** Fig. 3 shows a grinding roller being removed with the aid of this installation tool.



Figure 3: View of the MPS Lift and Swing system

Bild 3: Blick auf das so genannte MPS Lift-and-Swing System

Festlegung der Umbaumaßnahmen zur Durchsatzsteigerung der bestehenden Mahlanlage.

3 Umbaumaßnahmen

Im Vorfeld der Investitionsentscheidung wurden im Technikum von Gebr. Pfeiffer Versuche durchgeführt, die zuvor beschriebenen, überwiegend mahlgutabhängigen Größen w_T und f_T ermittelt, sowie die Mühlenmechanik als auch -verfahrenstechnik mit folgendem Ergebnis überprüft und angepasst:

Mühlhauptantrieb:	Erneuert und auf 2375 kW verstärkt, da nicht ausreichend dimensioniert für 440 t/h Zieldurchsatz.
Düsenring:	Erneuert, da zu klein für den erhöhten Gasvolumenstrom.
Mahlwalzen:	Erneuert, da nicht ausreichend dimensioniert für die erhöhten Mahlkräfte.
Druckrahmen:	Erneuert, da nicht ausreichend dimensioniert zur Übertragung der erhöhten Mahlkräfte.
Sichter:	Ersetzt durch einen Siebter der 3. Generation mit deutlich verbessertem Wirkungsgrad.
Anlagenventilator:	Von 650 000 auf 720 000 m ³ /h verstärkt, um für den künftigen Betrieb zusätzliche Regelreserve zu schaffen.
Zyklon, Rohrleitungen:	Unverändert, da noch ausreichend für erhöhten Gasvolumenstrom.
Rohmaterialzu- und -abförderung:	Unverändert, da noch ausreichend für die erhöhten Masseströme.

Unter Anwendung der eingangs vorgestellten Gleichung zur Berechnung des Durchsatzes von Walzenschüsselmühlen kann die durch die Umbaumaßnahmen erzielbare Durchsatzsteigerung wie folgt ermittelt werden:

$$m_B = \frac{f_T \cdot 131 [\%] \cdot z_B \cdot v_B \cdot 111 [\%]}{w_T} = (2)$$

Torque arms were also retrofitted to provide better control of the pressure frame.

4 Operating results

The operating results of the grinding plant are summarized in ► Table 1. The output, specific power consumption and fineness matched the preliminary calculations. The specific power consumption of the overall plant was lowered by 20 % to 11.8 kWh/t due, in particular, to reduced mill air flow.

Converted operating plants in the output range from 40 to 440 t/h and mills with grinding path diameters of up to 5.6 m have provided repeated proof of the validity of the test and calculation methods described above. ► Fig. 4 shows the change in output of ten modernized grinding plants before and after the implementation of output-increasing measures. The operating data for these modernization projects were calculated in advance with great reliability.

The replacement of a classifier of the 2nd generation by a high-performance classifier (3rd generation) leads in many cases to increases in output of 5 to 15 %. Here again, first-class prediction of the improvement in classifier efficiency and the associated increase in output as a rule requires investigations in the test grinding plant. It has often been found in practice that increases in output are attributed to the classifier although they have been achieved primarily by improvements in the grinding zone.

5 Decision criteria

The decision to replace or modify an existing grinding plant is determined by many factors, but primarily by the condition of the grinding plant itself, by the available potential for increasing the output and by the level of the capital investment required.

Under operating conditions mechanical components are usually exposed to random stresses that cannot all be measured, so that even in a design that takes durability into account material fatigue phenomena can occur in individual instances after long operating periods (about 10⁸ load cycles can be assumed for a period of 10 years). The affected parts should then be replaced by upgraded components to meet the requirements.

The grinding output potential of a vertical roller mill can be estimated roughly on the basis of the power density of the mill. The drive rating of the mill main motor is divided by $(D_a)^{2.5}$ and compared with the power value of 75 kW, a guide value for mills of the latest design. The parameter (D_a) corresponds to the outer diameter of the grinding table, and the exponent is derived from familiar model relationships.

Die als Buchstaben belassenen Größen bleiben nach dem Mühlenumbau unverändert und können somit gleich 1 gesetzt werden. Die Durchsatzsteigerung auf 145 % folgt aus der Erhöhung der Mahlkräfte auf 131 % und aus der Verbesserung des Sichterwirkungsgrads auf 111 %.

Im Rahmen der Durchsatzsteigerung wurden auch verschiedene Modernisierungsmaßnahmen an der Mühle durchgeführt. So wurde beispielsweise auch das seit Jahren vielfach bewährte Lift and Swing-System nachgerüstet. Mit diesem System können sowohl Mahlwalzen als auch Schleißsegmente durch eine einzige Montagetur im Mühlengehäuse ausgetauscht werden. Mahlwalzen oder Mahltellerschleißsegmente werden zu diesem Zweck mittels eines Hilfsantriebs zur Montagetur gefahren und dann mit dem Lift and Swing-System aus dem Mahlraum geschwenkt. ► Bild 3 zeigt den Ausbau einer Mahlwalze mit Hilfe dieses Montagewerkzeugs.

Zur besseren Führung des Druckrahmens wurden auch Drehmomentstützen nachgerüstet.

4 Betriebsergebnisse

Die Betriebsergebnisse der Mahlanlage sind in ► Tabelle 1 zusammengefasst. Durchsatz, spezifischer Arbeitsbedarf und Mahlfeinheit entsprechen den Vorausberechnungen. Der spezifische Arbeitsbedarf der Gesamtanlage konnte, insbesondere wegen einer reduzierten Mühlenbelüftung, um 20 % auf 11,8 kWh/t verbessert werden.

Der Gültigkeitsnachweis der vorstehend beschriebenen Test- und Berechnungsmethode wurde mehrfach an umgebauten Betriebsanlagen im Durchsatzbereich von 40 bis 440 t/h und an Mühlen mit einem Mahlbahndurchmesser bis zu 5,6 m erbracht. ► Bild 4 zeigt die Durchsatzentwicklung von zehn modernisierten Mahlanlagen vor und nach der Durchführung durchsatzsteigernder Maßnahmen. Die Betriebsdaten dieser Modernisierungen konnten mit hoher Sicherheit vorausberechnet werden.

Der Austausch eines Sichters der 2. Generation gegen einen Hochleistungssichter (3. Generation) führt in vielen Fällen zu Durchsatzsteigerungen von 5 bis 15 %. Eine qualifizierte Prognose über die Verbesserung des Sichtwirkungsgrades und der damit verbundenen Durchsatzsteigerung erfordert auch hier in der Regel Untersuchungen auf der Testmahlanlage. In der Praxis zeigt sich immer wieder, dass Durchsatzsteigerungen dem Sichter zugerechnet werden, obgleich sie primär durch Verbesserungsmaßnahmen in der Mahlzone erreicht wurden.

Table 1: Operating results before and after the increase in output of the MPS 4150 vertical roller mill at Gorazdze Zement in Poland

Tabelle 1: Betriebsergebnisse vor und nach der Durchsatzsteigerung der Walzenschüsselmühle MPS 4150 bei Gorazdze Zement in Polen

Parameter	Units	Before conversion	After conversion	
		Achieved	Guaranteed	Achieved
Output	t/h	300	440	437
Fineness, residue on 90 µm	%	18.0	18.0	17.5
Spec. power consumption (grinding table drive)	kWh/t	4.5	4.3	4.4

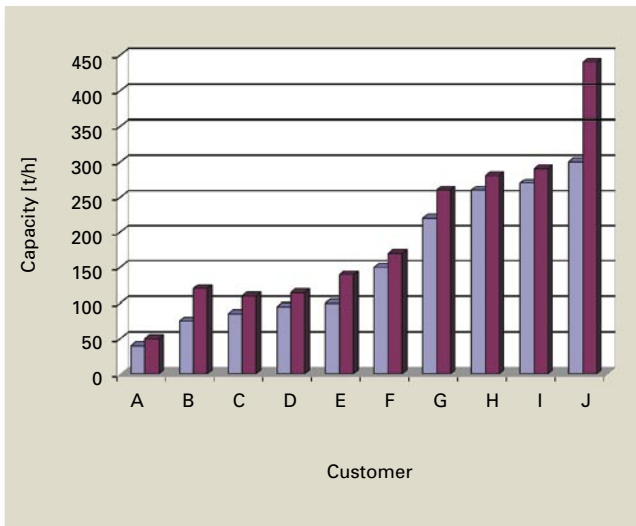


Figure 4: Summary of the increases in output achieved by ten converted vertical roller mills

Bild 4: Zusammenstellung der erzielten Durchsatzsteigerungen von zehn umgebauten Walzenschüsselmöhlen

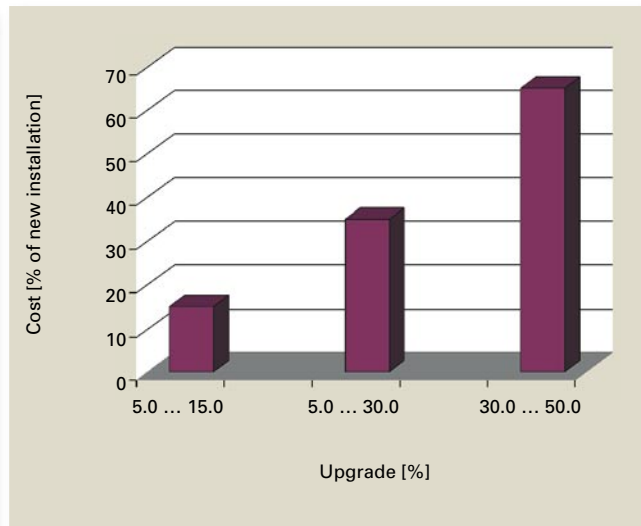


Figure 5: Conversion costs for a vertical roller mill in % of a new installation as a function of the increase in output

Bild 5: Umbaukosten einer Walzenschüsselmühle in % zu einer Neuinstallation in Abhängigkeit von der Durchsatzsteigerung

When very moist mill feeds are being ground the output is not determined solely by the mill geometry; the gas volume flow and inlet temperature must also be taken into account in the calculation.

The conversion costs are compared with the cost of new purchase. The cost values in » Fig. 5 give a rough indication and relate to mill, mill foundation and mill installation, assuming central European cost structures. However, project-related cost examination is essential because of widely differing influencing factors. As a rule, increases in output of vertical roller mills can be achieved rapidly. They improve the overall cost-effectiveness of an existing grinding plant and require less capital investment than the construction of a new plant. ◀

5 Entscheidungskriterien

Die Entscheidung über einen Austausch oder die Modifikation einer bestehenden Mahlanlage wird von vielen Faktoren, jedoch in erster Linie vom Zustand der Mahlanlage selbst, vom vorhandenen Potenzial zur Durchsatzhöhung sowie von der Höhe der Investitionskosten bestimmt.

Maschinenbauteile unterliegen unter Betriebsbedingungen meist regellosen und nur unvollständig erfassbaren Beanspruchungen, sodass sich selbst bei einer Dimensionierung, welche die Dauerfestigkeit berücksichtigt, nach längerer Betriebszeit in Einzelfällen auch Materialermüdungserscheinungen einstellen können (bei einem Zeitraum von zehn Jahren ist von ca. 10^8 Lastwechseln auszugehen). Den Erfordernissen entsprechend sind dann die betroffenen Komponenten durch verstärkte Bauteile zu ersetzen.

Das mahltechnische Durchsatzpotenzial einer Walzenschüsselmühle kann auf der Grundlage der Leistungsdichte einer Mühle überschlägig ermittelt werden. Zu diesem Zweck wird die Antriebsleistung des Mühlenhauptmotors durch $(D_a)^{2,5}$ dividiert und mit dem Leistungswert 75kW, einem Orientierungswert für Mühlen neuester Bauart, verglichen. Der Parameter (D_a) entspricht dabei dem Mahlstelleraußendurchmesser, der Exponent leitet sich aus allgemein bekannten Modellbeziehungen ab. Bei der Mahlung von sehr feuchten Mahlgütern wird der Durchsatz nicht allein von der Mühlengeometrie bestimmt, sondern muss auch unter Berücksichtigung von Gasvolumenstrom und Eingangstemperatur errechnet werden.

Die Umbaukosten werden in Relation zu den Neubeschaffungskosten gesetzt. Die Zahlenangaben in » Bild 5 geben einen groben Überblick und beziehen sich auf Mühle, Mühlenfundament und Mühlenmontage. Bei der Betrachtung wurde von mitteleuropäischen Kostenstrukturen ausgegangen. Aufgrund unterschiedlichster Einflussfaktoren sind jedoch projektbezogene Kostenbetrachtungen unumgänglich. Durchsatzsteigerungen von Walzenschüsselmöhlen lassen sich i.d.R. schnell realisieren. Sie verbessern die Gesamtwirtschaftlichkeit einer bestehenden Mahlanlage und verursachen im Vergleich zur Errichtung einer Neuanlage geringere Investitionskosten. ◀

LITERATUR

- [1] Reichardt, Y.; Link, G.; Gilabert, H.: Cement finish grinding with a MPS roller mill at the San Rafael cement plant in Ecuador. ZKG International 55 (2002) No. 11, pp. 54-57.
- [2] Reichardt, Y.: Grinding, classifying, drying – as used in sophisticated pilot-scale trials for capital plant projects. ZKG International 54 (2001) No. 1, pp. 38-43.
- [3] Jung, O.: Developments and operational experience with vertical roller mills in the cement industry. ZKG International 52 (1999) No. 8, pp. 452-458.
- [4] Jung, O.; Schütte, K.-H.: Thermal stressing in vertical roller mills when grinding very moist materials. ZKG International 51 (1998) No. 8, pp. 438-443.