

Reprint from / Sonderdruck aus: Issue No.: 2/2006, pp. 100–111

The first cement grinding plant with MPS vertical roller mill in an Italian cement works to have CE certification in accordance with safety guidelines

Die erste nach sicherheitsrelevanten Vorgaben CE-zertifizierte Zementmahlanlage mit MPS-Walzenschüsselmühle in einem italienischen Zementwerk

- ▶ Ing. C. Santamaria, Holcim (Italia) SpA, Merone, Italy,**
- Dipl. El. Ing. ETHZ H. Häutle, Holcim (Schweiz) AG, Würenlingen, Switzerland,**
- Dipl.-Ing. R. Sonnen, Gebr. Pfeiffer AG, Kaiserslautern,**
- Dipl.-Ing. M. Müller, TÜV Pfalz GmbH, Kaiserslautern, Germany**

SUMMARY

Holcim (Italia) SpA commissioned a new cement grinding plant at Merone after a total project time of only 16 months. The grinding plant was equipped with an MPS 4250 BC vertical roller mill and was supplied as a semi-turnkey plant. The tightly scheduled plan of work, from signing the contract in April 2003 to commissioning at the start of July 2004, required clear, tightly organized, contract management, especially as the first part of the delivery had to take place in September 2003. Efficient implementation of the project was possible thanks to the close cooperation between Holcim and Gebr. Pfeiffer. CE certification of the cement grinding plant was carried out in accordance with EN 1050 when the entire project had been completed. For this purpose the complete grinding plant was checked for compliance with safety and health requirements as defined in Machinery Directive 98/37/EG and was successfully approved. This article provides an overview of the project implementation from the feasibility study, via the CE certification, to the operation of the grinding plant and its first operating results. The article focuses on information about the CE certification, which was the first certification of a complete cement grinding plant in accordance with EN 1055 in the region covered by Holcim Central Europe. The grinding plant, which has fulfilled all the guaranteed parameters, is also distinguished by its high level of availability. ◀

ZUSAMMENFASSUNG

Nach einer Gesamtprojektlaufzeit von nur 16 Monaten konnte Holcim (Italia) SpA am Standort Merone eine neue Zementmahlanlage in Betrieb nehmen. Die mit einer MPS-Walzenschüsselmühle der Baugrößenbezeichnung 4250 BC ausgerüstete Mahlanlage war als Semi-Turn-Key-Anlage geliefert worden. Der eng gestaffelte Ablaufplan, von der Vertragsunterzeichnung im April 2003 bis zur Inbetriebnahme Anfang Juli 2004, erforderte eine klare und straff organisierte Auftragsabwicklung, zumal die erste Teillieferung bereits im September 2003 erfolgen musste. Dank der engen und kooperativen Zusammenarbeit zwischen Holcim und Gebr. Pfeiffer war eine effiziente Projektrealisierung möglich geworden. Mit Abschluss des Gesamtprojekts wurde die CE-Zertifizierung der Zementmahlanlage gemäß EN 1050 durchgeführt. Zu diesem Zweck wurde die gesamte Mahlanlage auf ihre Übereinstimmung mit den Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen gemäß Maschinenrichtlinie (98/37/EG) überprüft und erfolgreich abgenommen. Der vorliegende Beitrag vermittelt einen Überblick über die Projektrealisierung von der Machbarkeitsstudie über die CE-Zertifizierung bis hin zum Betrieb der Mahlanlage und ihren ersten Betriebsergebnissen. Der Schwerpunkt des Beitrags liegt auf Informationen zur CE-Zertifizierung, die als erste Zertifizierung einer kompletten Zementmahlanlage gemäß EN 1055 im Bereich von Holcim Central Europe durchgeführt wurde. Die Mahlanlage, die alle Garantieparameter erfüllt hat, zeichnet sich auch durch eine hohe Verfügbarkeit aus. ◀

The first cement grinding plant with MPS vertical roller mill in an Italian cement works to have CE certification in accordance with safety guidelines

Die erste nach sicherheitsrelevanten Vorgaben CE-zertifizierte Zementmahlanlage mit MPS-Walzenschüsselmühle in einem italienischen Zementwerk

1 Course and scope of the project

A feasibility study set up by Holcim at the start of 2002 as the basis for the decision to build a new cement grinding plant at Merone in Italy was followed by the tendering phase at the beginning of August 2002. After the bidding and negotiating phase Gebr. Pfeiffer AG was awarded the contract to supply a semi-turnkey cement grinding plant with an MPS vertical roller mill. The award of the contract was followed immediately by implementation of the project (Table 1), which reached its successful conclusion with the CE certification of the entire grinding plant.

The capital project was intended to replace three small ball mills and achieve some improvements, especially in energy consumption. One important constraint was that the new cement mill had to be incorporated in the existing plant scheme in the cement works. The new grinding plant project was also intended to ensure flexible changeover of mill feed materials such as clinker, gypsum and other main constituents, e.g. limestone.

Table 1: Implementation schedule from design engineering to project management

Tabelle 1: Realisierungsablauf vom Engineering bis hin zur Projektentwicklung

<ul style="list-style-type: none"> › Engineering April 2003 to September 2003 › First partial delivery September 2003 Foundation anchors › Second partial delivery October 2003 Foundation parts › Erection/Non load tests October 2003 to early July 2004 › Commissioning/take-over by Holcim July 2004 to August 2004 (Acceptance Certificate August 24, 2004) › Evidence of guaranteed performance data on February 25, 2005 (Acceptance Certificate February 25, 2005)
--

The scope of supply from Gebr. Pfeiffer essentially covered the mechanical equipment while Holcim undertook the necessary construction work and the steel structure for the building as well as the electrical cabling for the mechanical components, the programming and the installation. The complete supply was made up of about 1500 t material or 450 machines, components and small parts, etc. The requisite design engineering for the entire plant (Table 2) was carried out by Holcim working closely with Gebr. Pfeiffer and ended with the successful CE certification.

The coordination matrix (Fig. 1) makes it clear that awarding the contract for the cement grinding plant as a semi-turnkey plant had the great advantage for Holcim of involving only a few contacts and responsible personnel for about 90 % of the entire scope of the supply. This helped with the CE certification and made the rapid schedule possible.

1 Projektverlauf und Umfang

Nach einer von Holcim Anfang 2002 erstellten Machbarkeitsstudie als Entscheidungsgrundlage zur Errichtung einer neuen Zementmahlanlage am Standort der italienischen Stadt Merone folgte die Tenderphase, beginnend Anfang August 2002. Nach der Angebots- und Verhandlungsphase erhielt die Gebr. Pfeiffer AG den Auftrag zur Lieferung einer Semi-Turn-Key-Zementmahlanlage, ausgerüstet mit einer MPS-Walzenschüsselmühle. Nach der Auftragserteilung erfolgte umgehend die Projektrealisierung (Tabelle 1), die mit der CE-Zertifizierung der gesamten Mahlanlage ihren erfolgreichen Abschluss fand.

Mit der Investitionsmaßnahme sollten drei kleinere Kugelmöhlen ersetzt sowie Verbesserungen, insbesondere beim Energieverbrauch, erzielt werden. Als eine wesentliche Randbedingung galt es, die neue Zementmühle in die bestehende Anlagenkonzeption des Zementwerks einzubinden. Außerdem sollte das Projekt der neuen Mahlanlage den flexiblen Wechsel solcher Mahlgüter wie Klinker, Gips und weiterer Hauptbestandteile wie z.B. Kalkstein gewährleisten.

Während der Lieferumfang von Gebr. Pfeiffer im Wesentlichen die maschinentechnischen Ausrüstungen umfasste, wurden durch Holcim die notwendigen bautechnischen Leistungen und der Stahlbau für das Gebäude übernommen sowie die elektrische Verkabelung der maschinentechnischen Komponenten, die Programmierung und die Montage ausgeführt. Die Gesamtlieferung bestand aus ca. 1500 t Material bzw. 450 Maschinen, Komponenten, Kleinteilen etc. Das erforderliche Engineering der Gesamtanlage (Tabelle 2) erfolgte durch Holcim in enger Abstimmung mit Gebr. Pfeiffer und fand in der erfolgreichen CE-Zertifizierung seinen Abschluss.

Die Abstimmungsmatrix (Bild 1) verdeutlicht, dass für Holcim die Vergabe der Zementmahlanlage als Semi-Turn-Key-Anlage den großen Vorteil hatte, nur einen einzigen Ansprechpartner und Verantwortlichen für ca. 90 % des Gesamtlieferumfangs zu haben, was die CE-Zertifizierung erleichterte und den schnellen Ablauf ermöglichte.

Table 2: List of the engineering services performed by Gebr. Pfeiffer and Holcim

Tabelle 2: Auflistung der Engineeringleistungen von Gebr. Pfeiffer und Holcim

<ul style="list-style-type: none"> › Layout and detail planning › Quality assurance plans › Project handling and time schedules › Erection schedules › Erection supervision and commissioning › Operation and maintenance manuals › Staff training for operation, maintenance, and repair › CE certification in accordance with EN 1050 for the grinding plant
--

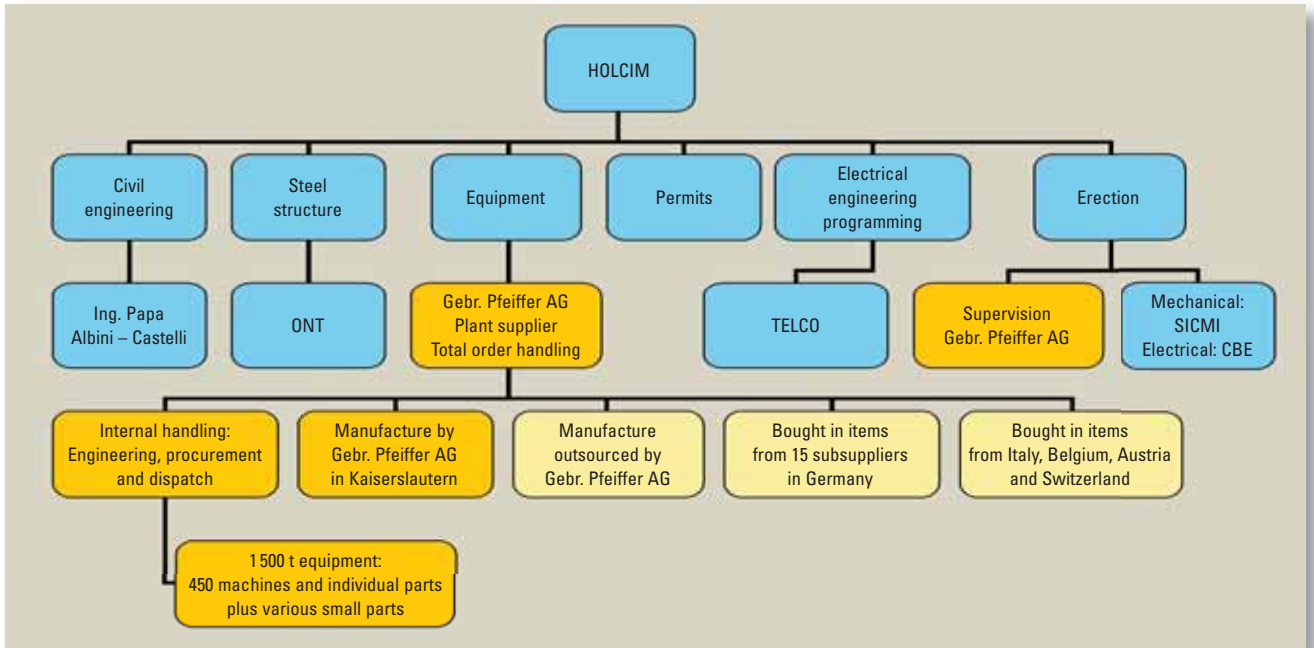


Figure 1: Coordination matrix for the entire project

Bild 1: Abstimmungsmatrix für das Gesamtprojekt

A short design and implementation phase was followed by the installation and commissioning. The installation phase was characterized by tightly organized building site logistics as not only the building site transport, i.e. the actual installation of the grinding plant, but also the operational requirements of the cement works had to be considered. » Figs. 2 to 4 illustrate the difficulties that had to be overcome and at the same time provide an impression of the complete grinding plant during installation and after completion.

Auf eine kurze Planungs- und Realisierungsphase folgte die Montage und Inbetriebnahme. Die Montagephase war durch eine straff organisierte Baustellenlogistik geprägt, da sowohl die Baustellentransporte, die eigentliche Montage der Mahlanlage als auch die innerbetrieblichen Belange des Zementwerks zu beachten waren. Die » Bilder 2 bis 4 verdeutlichen die dabei zu meisternden Schwierigkeiten und vermitteln gleichzeitig ein Bild von der Gesamtmahlanlage während der Montage und nach ihrer Fertigstellung.

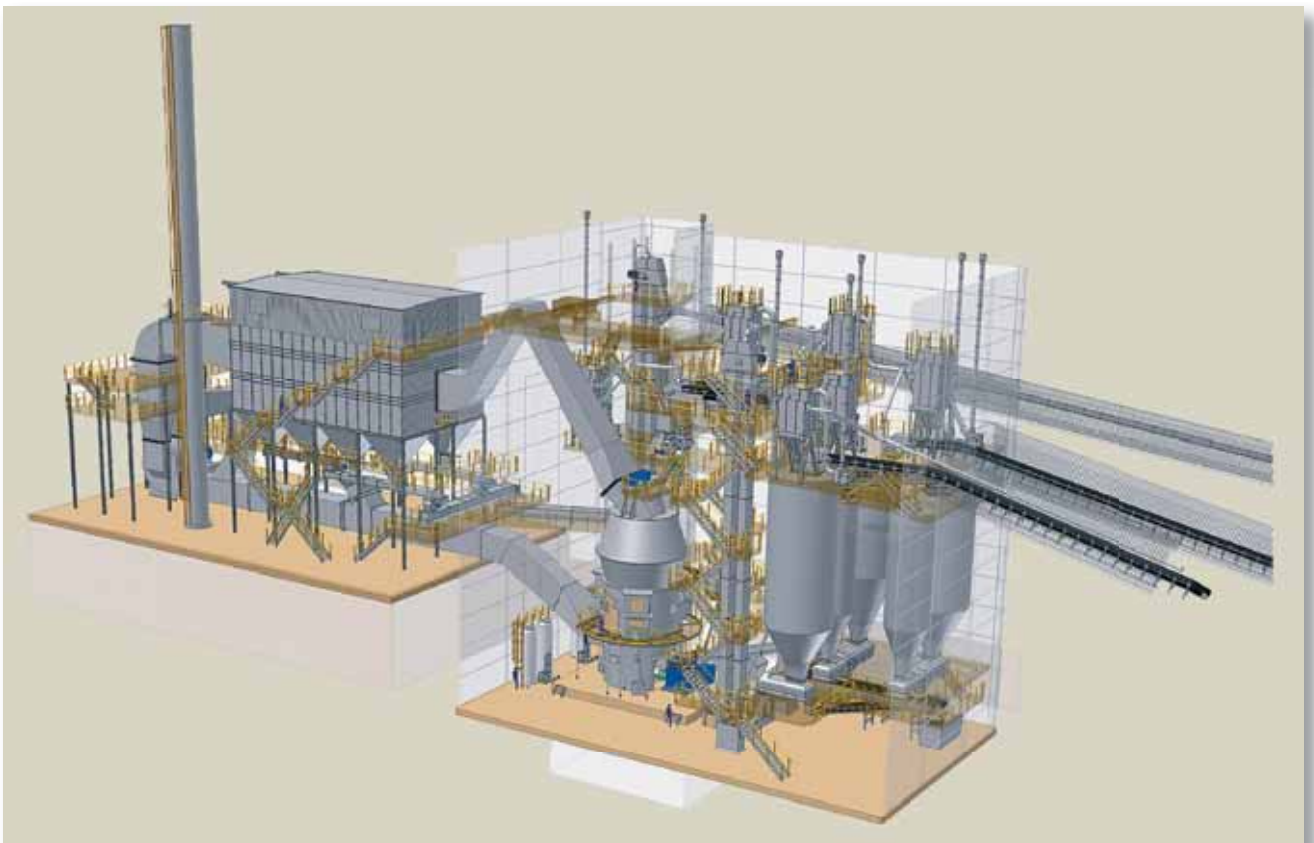


Figure 2: 3D representation of the grinding plant

Bild 2: 3D-Darstellung der Mahlanlage



Figure 3: Assembled mill in the steel structure

Bild 3: Montierte Mühle im Stahlbau

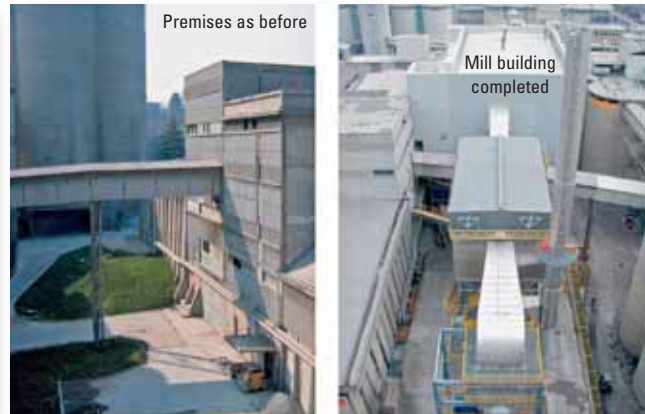


Figure 4: Site of the grinding plant before and after completion

Bild 4: Gelände der Mahlanlage vor und nach der Fertigstellung

2 Design features of the MPS 4250 BC vertical roller mill

The 4250 BC mill used for producing cement and granulated blastfurnace slag meal has the same basic structure as the MPS vertical roller mills that have been used since the 1960s for grinding cement raw materials and coal. Since 1980 the mills have also been used successfully for grinding cement. The MPS vertical roller mill is characterized by the statically determined three-roller system that is pressed hydraulically against the grinding bed by a pressure frame and external tension rods. The rollers can be raised by take-up cylinders for start-up and maintenance work. Above the grinding zone there is an SLS high-performance classifier where the feed of fresh material is introduced so that there is good intermixing of fresh material and classifier tailings and the grinding table can be fed centrally. A rotary airlock feeder, which is adjusted to suit the moisture, particle size and caking tendencies of the materials to be ground, is used as the feed device and also excludes any air.

The main differences between the MPS BC vertical roller mills and the mills used for grinding raw material lie in the process engineering design. The mills work with a higher specific grinding force and a lower grinding table rotational speed, and are also characterized by the use of lower flow velocities at the table. The mechanical design takes particular account of the high abrasiveness of the mill feed, so the wearing surfaces of the rollers and the grinding table are protected by hard-faced welding.

A running time of 6900 h, corresponding to a finished product quantity of 860 000 t, was achieved at the Merone cement works with the first grinding elements used. The proven MPS Lift & Swing System, with which first the three rollers and then the grinding plate segments can be removed and reinstalled via a mill door, is available as standard for changing the wearing parts. Wear-resistant materials, such as chilled cast iron, hard-welded sheet metal and ceramic facings are used to counteract jet wear within the mill and classifier.

3 Basic principles of the CE certification

In order to ensure safe plant operation the operators of a cement grinding plant have to comply not only with a large number of other legal requirements and constraints but also with all the legally stipulated health and safety requirements.

2 Konstruktionsmerkmale der MPS-Walzenschüsselmühle 4250 BC

Die zur Herstellung von Zement und Hüttensandmehl eingesetzte Mühle mit der Baugrößenbezeichnung 4250 BC entspricht im Grundaufbau den MPS-Walzenschüsselmühlen, wie sie seit den 1960er Jahren zur Mahlung von Zementrohmaterial und Kohle eingesetzt werden. Seit 1980 werden die Mühlen auch erfolgreich bei der Zementmahlung eingesetzt. Charakteristisch für die MPS-Walzenschüsselmühle ist das statisch bestimmte 3-Walzen-System, das über einen Druckrahmen und außen liegende Zugstangen hydraulisch auf das Mahlbett gepresst wird. Zum Anfahren und zu Wartungszwecken können die Walzen durch so genannte Spannzylinder angehoben werden. Oberhalb der Mahlzone befindet sich ein Hochleistungssichter mit der Typenbezeichnung SLS. Hier ist die Frischgutzuführung so integriert, dass es zu einer guten Vermischung von Frischgut und Sichtergrüssen kommt und der Mahlteller zentral beschickt wird. Als Aufgabeorgan mit gleichzeitigem Luftabschluss, abgestimmt auf die Feuchte, die Korngröße und Anbackungsneigung der zu mahrenden Mahlgüter, gelangte eine Zellenradschleuse zum Einsatz.

Die MPS-Walzenschüsselmühlen der Baureihe BC unterscheiden sich gegenüber Mühlen zur Rohstoffmahlung im Wesentlichen in der verfahrenstechnischen Auslegung. Die Mühlen arbeiten mit einer höheren spezifischen Mahlkraft, einer niedrigeren Mahlschüsseldrehzahl und sind auch durch die Anwendung geringerer Strömungsgeschwindigkeiten im Schüsselbereich gekennzeichnet. Die maschinentechnische Auslegung berücksichtigt besonders die höhere Abrasivität des Mahlguts, weshalb die Beanspruchungsflächen der Walzen und der Mahlschüssel durch eine Hartauftragsschweißung geschützt werden.

Mit den ersten ausgeführten Mahlwerkzeugen wurde im Zementwerk Merone eine Laufzeit von 6900 h, entsprechend einer Fertigtutmenge von 860 000 t, erreicht. Für den Schleifteilwechsel steht als Standard das bewährte MPS Lift & Swing System zur Verfügung, mit dem zunächst die drei Walzen und dann die Mahlplattensegmente über einer Mühltür aus- und wieder eingebaut werden können. Dem Strahlverschleiß innerhalb von Mühle und Sichter wird durch Einsatz von verschleißfesten Materialien wie Hartguss, hart aufgeschweißten Blechen und Keramikauskleidungen begegnet.

They must ensure that each individual machine that they have installed cannot be a danger to personnel nor adversely affect their health.

The basis for this is provided by the 98/37/EG Directive [1] that regulates the installation and commissioning of machines and their operation. This directive lays down the relevant fundamental safety and health requirements in Annex 1. The concept of the individual machine is defined under Article 1/(2), which also stipulates how the individual machines must be arranged and combined in a plant so that they function as a unit.

This means that none of the individual machines must pose a risk but that also the complete plant combining all the individual machines must be harmless from the health and safety aspects. The safety of an individual machine and its conformity with the 98/37/EG Directive is documented throughout Europe by a CE marking. The person responsible for the correct CE marking of a machine is the manufacturer, who must comply with the procedure laid down in the 93/68/EWG Directive (CE marking directive), e.g. by compiling a risk analysis for his machine, before he is permitted to mark his machine as conforming with the directive. With the CE marking the manufacturer documents the conformity and assumes liability for its correctness. The operator therefore possesses a simple instrument for the individual machine with which he can check the "harmless" use of the machine. This "certification of harmlessness" does not exist for the complete plant. The overall certificate for the complete cement grinding plant must be drawn up by the plant operator on his own responsibility. The operator can be assisted in this by external offices or testing organizations.


4 CE certification of the Merone cement grinding plant in accordance with the 98/37/EG Directive

Holcim, as the operator of the grinding plant, and Gebr. Pfeiffer, as the provider of 90 % of the total supply, agreed the certification of the grinding plant by the suppliers in accordance with EN 1050 and included the Pfalz TÜV (Technical Control Board) as an approved testing agency.

The following construction schedule was worked out and implemented jointly by those involved:

- ▶ Part 1: Working out a plant description and describing the intended usage in accordance with the Machinery Directive and drawing up a list of the documents still needed for the certification
- ▶ Part 2: Compiling a risk analysis for the complete plant
- ▶ Part 3: Checking the plant on site on the basis of the risk analysis that had been compiled
- ▶ Part 4: Issuing the CE certification in accordance with the 98/37/EG Directive

Table 3: Design data and specific power consumption values for three types of cement
Tabelle 3: Auslegungsdaten und spezifische Energieverbräuche für drei Zementsorten

Properties of the feed material			Composition of the cement			
Compound	Particle size [µm]	Moisture content [wt.%]	Constituent [wt.%]	CEM II/ B-M 32,5	CEM I 42,5	CEM III/ B-S
Clinker			Clinker	69.2	89.3	29.5
Gypsum	< 80	< 8	Gypsum	5.7	5.7	5.5
Blastfurnace slag	< 80	< 13	Blastfurnace slag	12.6	0	65.0
Limestone	< 40	< 10	Limestone	12.5	5.0	0
 <p>Grinding tests with MPS 40 BC</p>			Technological data			
			Production rate [t/h]	120	103	75
			Specific energy consumption [kWh/t]	16.5	20.0	27.0
			Specific power consumption (total mill system) [kWh/t]	28.2	33.6	45.0
			Blaine specific surface area [cm ² /g]	4000	3800	4000

3 Grundlagen der CE-Zertifizierung

Zur Gewährleistung eines sicheren Anlagenbetriebs hat der Betreiber der Zementmahlanlage, neben einer Vielzahl anderer gesetzlicher Auflagen und Randbedingungen, auch alle gesetzlich vorgeschriebenen Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen einzuhalten. Er muss gewährleisten, dass jede durch ihn installierte Einzelmaschine Menschen weder gesundheitlich beeinträchtigen noch gefährden kann.

Grundlage dazu ist die Richtlinie 98/37/EG [1], in der die Aufstellung und die Inbetriebnahme von Maschinen bzw. deren Betrieb geregelt sind. Diese Richtlinie legt im Anhang 1 die einschlägigen grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen fest. Unter Artikel 1/(2) wird der Begriff der Einzelmaschine definiert und auch festgelegt, wonach in einer Anlage die einzelnen Maschinen so angeordnet und zusammenwirken müssen, dass sie als Gesamtheit funktionieren.

Das bedeutet, dass von keiner Einzelmaschine eine Gefährdung ausgehen darf, aber auch die Anlage in Summe und im Zusammenwirken aller Einzelmaschinen sicherheits- und gesundheitstechnisch unbedenklich sein muss. Europaweit wird die Sicherheit einer Einzelmaschine und die Konformität zur Richtlinie 98/37/EG durch eine CE-Kennzeichnung dokumentiert. Verantwortlich für die ordnungsgemäße CE-Kennzeichnung einer Maschine ist der Hersteller, der das in der Richtlinie 93/68/EWG (Richtlinie CE-Kennzeichnung) festgelegte Verfahren einhalten muss, z.B. das Erstellen einer Gefährdungsanalyse für seine Maschine etc., bevor er seine Maschine als richtlinienkonform kennzeichnen darf. Mit dem CE-Zeichen dokumentiert er die Konformität und tritt für deren Richtigkeit ein. Der Betreiber besitzt damit für die Einzelmaschine ein einfaches Instrument, mit dessen Hilfe er den „unbedenklichen“ Einsatz der Maschine prüfen kann. Für die Gesamtanlage gibt es diese „Unbedenklichkeitsbescheinigung“ nicht. Das Gesamtzertifikat für die komplette Zementmahlanlage muss der Anlagenbetreiber in eigener Verantwortung erstellen. Der Betreiber kann sich dabei von externen Büros oder Prüfgesellschaften unterstützen lassen.

5 Process engineering description of the cement grinding plant as the basis for checking the intended usage

The MPS 4250 BC vertical roller mill supplied was designed for grinding clinker, limestone, granulated blastfurnace slag, gypsum and pozzolanas in varying combinations. Table 3 contains a summary of the design data, including specific power consumption figures for three types of cement as the basis for the agreed guaranteed values. The make-up and functioning of the grinding plant are shown in the flowchart in Fig. 5.

Separate transport routes were provided for feeding clinker, secondary and other main constituents. The clinker is metered into the appropriate feed bin by a belt conveyor, while granulated blastfurnace slag, gypsum, pozzolana and limestone are taken to the corresponding feed bins on a slewing belt conveyor. The material is then extracted from the feed bins over belt weighfeeders and fed to the mill by two bucket elevators and a belt conveyor. The predetermined mixing proportions are ensured by the belt weighfeeders. The heated rotary airlock feeders with positive emptying positioned between the belt conveyors and the mill ensure that the mill is sealed off from external ingress of air. The exhaust gases from kiln line 4 and hot gases from a hot gas generator are available for drying the feed material. Magnetic separators and metal detectors are placed above the belt conveyors to the rotary airlock feeders to remove any metal parts before they reach the mill. The over-belt magnet removes ferrous parts while the detectors are activated by non-ferrous metals. A two-way flap, that diverts the foreign material past the mill and into the external circuit, is actuated by the signal from the detectors.

In the external circuit the material then passes into a magnetic drum separator which ejects the metal parts into a con-

4 CE-Zertifizierung der Zementmahlanlage Merone gemäß Richtlinie 98/37/EG

Holcim als Betreiber der Mahlanlage und Gebr. Pfeiffer als Lieferant von 90 % des Gesamtumfangs vereinbarten die Zertifizierung der Mahlanlage gemäß EN 1050 durch den Lieferanten unter Einbeziehung des TÜV Pfalz als zugelassener Prüfstelle.

Folgender Ablaufplan wurde gemeinsam von den Beteiligten erarbeitet und umgesetzt:

- › Teil 1: Ausarbeitung einer Anlagenbeschreibung sowie Beschreibung des bestimmungsgemäßen Gebrauchs gemäß Maschinenrichtlinie sowie Aufstellung einer Liste der noch für die Zertifizierung notwendigen Unterlagen
- › Teil 2: Erstellung einer Gefährdungsanalyse für die Gesamtmahlanlage
- › Teil 3: Prüfung der Anlage vor Ort auf der Grundlage der erstellten Gefährdungsanalyse
- › Teil 4: Erteilung der CE-Zertifizierung nach Richtlinie 98/37/EG

5 Verfahrenstechnische Beschreibung der Zementmahlanlage als Grundlage der Prüfung des bestimmungsgemäßen Gebrauchs

Die gelieferte MPS-Walzenschüsselmühle 4250 BC wurde ausgelegt für die Mahlung von Klinker, Kalkstein, Hüttensand, Gips und Puzzolanen in unterschiedlicher Zusammensetzung.

› Tabelle 3 enthält eine Zusammenstellung von Auslegungsdaten einschließlich von spezifischen Energieverbräuchen für drei Zementsorten als Grundlage für die vereinbarten Garantiewerte. Den Aufbau und die Funktionsweise der Mahlanlage zeigt das Flow-Sheet in Bild 5.

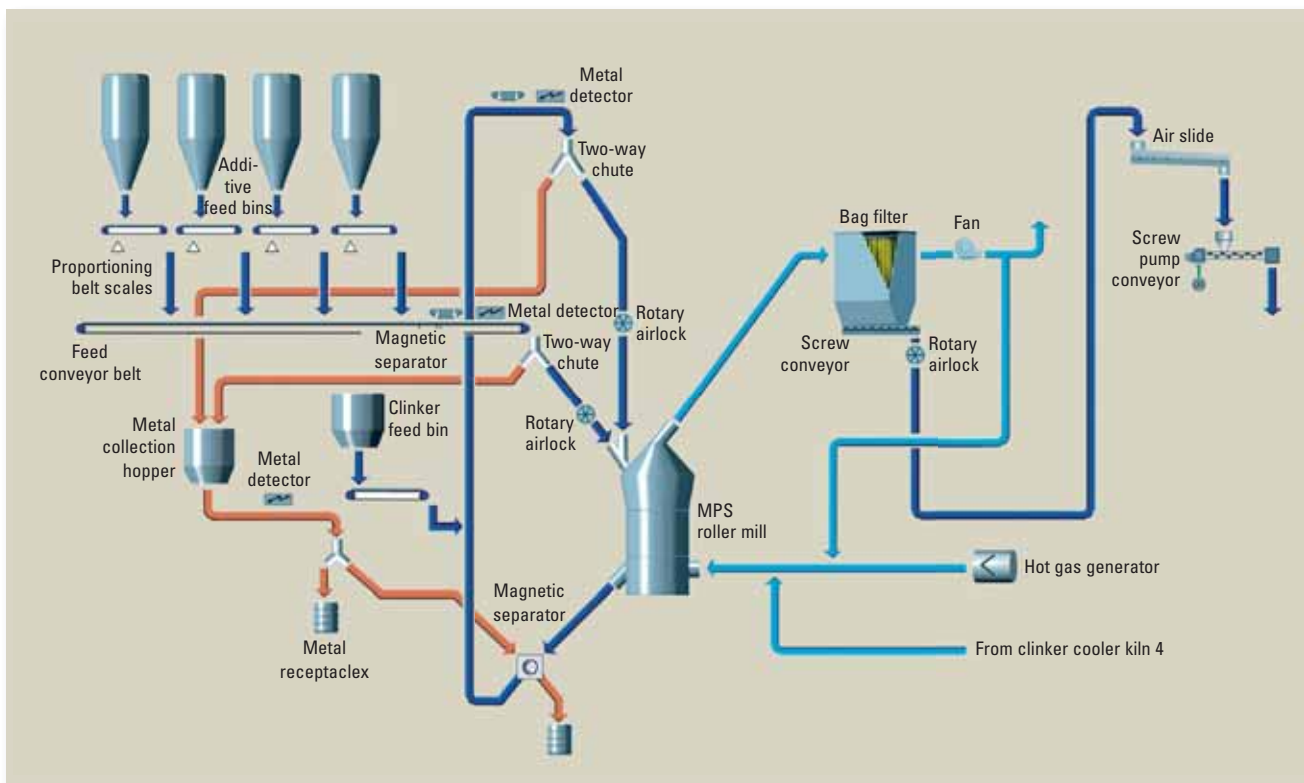


Figure 5: Schematic flow sheet of the grinding plant

Bild 5: Schematisiertes Flow-Sheet der Mahlanlage

tainer while the rest of the material is returned to the grinding circuit. The external circuit is also intended for mechanically discharged material for which there are scrapers under the nozzle ring. The external material circuit can also be used for emptying the mill under controlled conditions. The mill feed is comminuted to the required final fineness in the mill. The required grinding fineness is adjusted by the rotational speed of the classifying caged rotor.

The finished product that is carried out of the classifier with the gas flow is collected in a fabric filter and transported away by a screw conveyor to a bucket elevator and then by pneumatic trough conveyors. There is a screw sampler along the transport route for checking the cement quality. The mill fan is located downstream of the fabric filter and the required gas volume flow through the mill is adjusted by the rotational speed control of the fan. The negative pressure before the mill is controlled with the aid of the recirculating air, fresh air and exhaust air flaps. The mill is equipped with metering systems for water and grinding aid that can be activated as required. The water is injected directly into the mill while the grinding aid is fed onto the clinker conveyor. The entire grinding plant is dedusted at the transfer points by corresponding filters, with several dedusting points being connected to each filter.

In addition to the process engineering documentation all the CE certificates from the sub-suppliers and also the construction documents (static calculations) were checked and examined for correctness. The "Holcim / Merone cement grinding plant – description and intended use" document was then compiled in accordance with Directive 98/37/EG.

6 Compiling the risk analysis

The process engineering description was used as the basis for the risk analysis that had to be compiled. The analysis was worked out in accordance with the existing instructions for the complete plant. The risk examination was carried out for each of the following plant sections, while taking the respective special features into account:

- 】 Feed bin and transport route for the clinker,
- 】 Feed bin and transport route for the secondary constituents and other constituents,
- 】 Cement mill,
- 】 External material circuit
- 】 Material discharge, fabric filter and transport route for the finished product,
- 】 Hot gas generator,
- 】 Crane system.

6.1 Explanations relating to the risk analysis

6.1.1 Definition of the term risk

The term risk is defined as the product of the extent of the damage and the frequency of occurrence. It is assumed that process engineering employed and its basic risk potentials are known (hot surfaces, dynamic effects, etc.).

6.1.2 Classification of the risk classes

Risk "A": "Slight"

Any risk occurring due to incorrect functioning or component failure can be detected and treated appropriately in good time by the operator, i.e. the person at risk. Occurrence of damage has little effect (low risk of injury).

Für die Zuführung von Klinker, Neben- und weiteren Hauptbestandteilen wurden getrennte Förderwege vorgesehen. Der Klinker wird über Gurtförderer in das entsprechende Aufgabesilo dosiert, während Hüttensand, Gips, Puzzolan und Kalkstein wahlweise über einen schwenkbaren Gurtförderer in das entsprechende Aufgabesilo gelangen. Aus den Aufgabesilos wird dann das Material über Dosierbandwaagen abgezogen und über zwei Becherwerke und Gurtförderer der Mühle zugeführt. Das vorgegebene Mischungsverhältnis wird durch die Dosierbandwaagen gewährleistet. Zwischen den Gurtförderern und der Mühle sorgen beheizte Zellenradschleusen mit Zwangsentleerung für den lufttechnischen Abschluss der Mühle nach außen. Zur Trocknung des Aufgabematerials stehen die Abgase von Ofenlinie 4 bzw. Heißgase eines Heißgaserzeugers zur Verfügung. Über den Gurtförderern zu den Zellenradschleusen sind Magnetabscheider und Metalldetektoren angeordnet, um Metallteile bereits vor der Mühle zu entfernen. Der Überbandmagnet schleust Eisenteile aus, während die Detektoren auf Nichteisenmetalle ansprechen. Über das Signal der Detektoren wird eine Zwei-Wege-Klappe angesteuert, die das Fremdmaterial an der Mühle vorbei in den äußeren Umlauf leitet.

Im äußeren Umlauf passiert dann das Material einen Trommelmagnetabscheider, der die Metallteile in einen Behälter abwirft, während das Restmaterial in den Mahlkreislauf zurückgeführt wird. Der äußere Umlauf ist auch für mechanisch ausgetragenes Material vorgesehen, wozu sich unterhalb des Düsenrings Abstreifer befinden. Soll die Mühle kontrolliert leer gefahren werden, kann dazu ebenfalls der äußere Materialumlauf benutzt werden. In der Mühle wird das Mahlgut auf die gewünschte Endfeinheit zerkleinert. Die Einstellung der erforderlichen Mahlfineinheit erfolgt dabei über die Drehzahl des Sichtkorbs.

Das mit dem Gasstrom aus dem Sichter ausgetragene Fertigprodukt wird in einem Schlauchfilter abgeschieden, über Schneckenförderer zu einem Becherwerk und anschließend mittels Luftförderrinnen abtransportiert. Zur Prüfung der Zementqualität befindet sich ein Schneckenprobenehmer im Förderweg. Dem Schlauchfilter ist das Mühlengebläse nachgeschaltet, wobei die Einstellung des erforderlichen Gasvolumenstroms durch die Mühle über die Drehzahlregelung des Gebläses vorgenommen wird. Der Unterdruck vor der Mühle wird mithilfe der Umluft-, der Frischluft- und der Kaminabluftklappe geregelt. Die Mühle ist mit einer Wasser- und Mahlhilfsmitteldosierung ausgerüstet, welche bei Bedarf eingeschaltet werden kann. Das Wasser wird direkt in die Mühle eingedüst, während das Mahlhilfsmittel auf den Klinkerförderer aufgegeben wird. Die komplette Mahlanlage wird an den Übergabestellen durch entsprechende Filter entstaubt, wobei an jedem Filter mehrere Entstaubungsstellen angeschlossen sind.

Zusätzlich zu den verfahrenstechnischen Unterlagen wurden alle CE-Zertifikate der Unterlieferanten und auch die bautechnischen Dokumente (statische Berechnungen) geprüft und auf deren Ordnungsmäßigkeit hin begutachtet. Als Abschluss wurde dann gemäß Richtlinie 98/37/EG das Dokument „Zementmahlanlage Holcim/Merone – Beschreibung und bestimmungsgemäße Verwendung“ erarbeitet.

6 Erstellen der Gefährdungsanalyse

Als Basis für die zu erstellende Gefährdungsanalyse wurde die verfahrenstechnische Beschreibung verwendet. Die Analyse

Risk "B": "Moderate"

Any risk occurring due to incorrect functioning or component failure can be detected in good time by the operator, i.e. the person at risk. The scope for action is limited. The extent of any possible effects shall not be worse than slight (risk of injury, possible irreversible damage).

Risk "C": "High"

Any risk occurring due to incorrect functioning or component failure cannot be detected in good time by the operator, i.e. the person at risk. The scope for action is extremely limited. The extent of any possible effects shall not be worse than slight (risk of injury, possible irreversible damage).

6.1.3 Requirements for the personnel

F: Expert

The expert is entrusted with tasks that go beyond the normal operation and require detailed technical knowledge of the machine. It is presumed that appropriate maintenance and operating instructions are available and that the necessary additional safety procedures for certain phases (e.g. maintenance) are known.

A: Semi-skilled worker

The semi-skilled worker has been given appropriate instruction concerning correct operation and knows the necessary operations and rules of conduct for safety in accordance with the operating instructions.

6.1.4 Principle of avoidance of recognized risks

Structural (K), by the application of direct methods. Safety equipment (S), by the application of indirect methods. Warning notices (W), to deal with remaining risks.

6.1.5 Selection of and requirements for sections of the control system that relate to safety

Risk consideration: Severity of the injury

- 】 S1: Slight injury
- 】 S2: Severe, irreversible, injury of one or more persons, or death of one person

Risk consideration: Frequency and duration

- 】 F1: Seldom to quite often. Access to dangerous area necessary only in setting-up mode or to correct faults
- 】 F2: Frequent to permanent.

Possibility of avoiding risks

- 】 P1: Possible under certain conditions. Machine is operated only by skilled personnel, there is also the option of escape (withdrawal of body extremities)
- 】 P2: Virtually impossible

6.1.6 Requirements

Category B

Components must be able to withstand the expected operational stresses, the influence of the material used in the working process and other relevant external influences.

Category 1

The requirements for Category B must be fulfilled. Proven components and safety principles must be used.

Category 2

The requirements of Category 1 must be fulfilled. The safety function must be checked at suitable time intervals by the machine control system.

wurde nach den bestehenden Vorschriften für die Gesamtanlage ausgearbeitet. Dabei wurde für jeden der nachstehenden Anlagenteile die Gefährdungsbetrachtung unter Beachtung der jeweiligen Besonderheiten durchgeführt:

- 】 Vorratsbehälter (Aufgabesilo) und Förderweg für den Klinker,
- 】 Vorratsbehälter (Aufgabesilos) und Förderweg für die Neben- und die weiteren Hauptbestandteile,
- 】 Zementmühle,
- 】 äußerer Materialumlauf,
- 】 Materialaustragung, Gewebeabscheider und Förderweg des Fertigprodukts,
- 】 Heißgaserzeuger,
- 】 Krananlage.

6.1 Erläuterungen zur Gefährdungsanalyse

6.1.1 Definition des Begriffs Risiko

Der Begriff Risiko ist definiert als das Produkt aus Schadensausmaß und Eintrittshäufigkeit. Es wird davon ausgegangen, dass die angewendete Verfahrenstechnik und deren grundsätzliche Gefährdungspotenziale bekannt sind (heiße Oberflächen, dynamische Wirkungen etc.).

6.1.2 Einteilung der Risikoklassen

Risiko A: „Gering“

Der Bediener, also die gefährdete Person, hat die Möglichkeit eintretende Gefährdungen aufgrund von Fehlfunktionen oder Bauteileversagen rechtzeitig zu erkennen und entsprechend zu handeln. Schadensereignisse sind in ihrer Wirkung gering (geringes Verletzungsrisiko).

Risiko B: „Mittel“

Der Bediener, also die gefährdete Person, hat die Möglichkeit, eintretende Gefährdungen aufgrund von Fehlfunktionen oder Bauteileversagen rechtzeitig zu erkennen. Der Handlungsspielraum ist eingeschränkt. Mögliche Wirkungen sind in ihrem Ausmaß nicht mehr als geringfügig einzustufen (Verletzungsrisiko, mögliche irreversible Schäden).

Risiko C: „Hoch“

Der Bediener, also die gefährdete Person, hat keine Möglichkeit, eintretende Gefährdungen aufgrund von Fehlfunktionen oder Bauteileversagen rechtzeitig zu erkennen. Der Handlungsspielraum ist sehr stark eingeschränkt. Mögliche Wirkungen sind in ihrem Ausmaß nicht mehr als geringfügig einzustufen (Verletzungsrisiko, mögliche irreversible Schäden).

6.1.3 Anforderungen an die Person

F: Fachmann

Die Person des Fachmanns ist mit Aufgaben betraut, die über die normale Bedienung hinausgehen und technische Detailkenntnisse zur Maschine voraussetzen. Es wird vorausgesetzt, dass entsprechende Wartungs- und Bedienungsanleitungen vorliegen und die notwendigen zusätzlichen Sicherheitsmaßnahmen für bestimmte Phasen (z.B. Wartung) bekannt sind.

A: Angelernter

Die Person des Angelernten hat eine entsprechende Unterweisung über den bestimmungsgemäßen Betrieb erhalten und kennt die notwendigen Bedienungen und Verhaltensmaßnahmen zur Sicherheit gemäß Bedienungsanleitung.

6.1.4 Prinzip zur Vermeidung erkannter Gefährdungen

Konstruktiv (K), durch die Anwendung unmittelbarer Metho-

Category 3

The requirements of Category 1 must be fulfilled. Components involved in safety must be organized so that a single fault in any of these components does not lead to loss of the safety function that, wherever feasible, the individual fault is detected.

Category 4

The requirements of Category 1 must be fulfilled. Sections involved in safety must be organized so that a single fault in any of these components does not lead to loss of the safety function and the individual fault is detected or, if this is not possible, an accumulation of faults does not lead to loss of the safety function.

By way of example ▶ Table 4 shows an extract from the risk analysis for the “feed bin and transport route for clinker” plant section.

6.2 On-site tests

A two-day test programme on site was used to investigate whether the cement grinding plant complies with the health and safety requirements of the 98/37/EG Directive and whether it can maintain the requirements of the risk analysis. All the relevant parameters, such as safety interlocks, emergency stop functions, safety equipment, etc. were checked visually and practically. A test programme, which is shown in ▶ Table 5, was compiled for the test. This programme was implemented for each plant section while taking the specific circumstances into account.

6.3 Awarding the CE certification in accordance with EN 1050

The test programme was documented and included in a test report that was used as the basis for the overall CE certificate. It established that all items in the plant satisfied the health and safety requirements as defined in Machinery Directive 98/37/EG. This comprehensive and detailed procedure was followed by the first certification of a complete cement grinding plant in accordance with EN 1050 in the region covered by Holcim Central Europe.

7 Initial operating experience

Various process engineering optimization modifications were carried out on the grinding plant after it had been successfully commissioned and incorporated in the cement works production system. The need for optimization in the raw material transport, due to the not unexpected fluctuations in the raw material properties (oversize particles and strong tenden-

den. Schutzeinrichtungen (S), durch die Anwendung mittelbarer Methoden. Warnhinweise (W), zur Begegnung von Restrisiken.

6.1.5 Auswahl von und Anforderungen an sicherheitsbezogene Teile der Steuerung

Risikobetrachtung: Schwere der Verletzung

- ▶ S1: Leichte Verletzung
- ▶ S2: Schwere, irreversible Verletzung einer oder mehrerer Personen oder Tod einer Person

Risikobetrachtung: Häufigkeit und Aufenthaltsdauer

- ▶ F1: Selten bis öfter. Zugang zum Gefahrenbereich nur im Einrichtbetrieb oder zur Fehlerbeseitigung notwendig.
- ▶ F2: Häufig bis dauernd

Möglichkeit zur Vermeidung von Gefährdungen

- ▶ P1: Möglich unter bestimmten Bedingungen. Maschine wird nur von Fachpersonal bedient, es besteht zudem die Möglichkeit zur Flucht (Zurückziehen von Körperteilen)
- ▶ P2: Kaum möglich

6.1.6 Anforderungen

Kategorie B

Bauteile müssen den erwarteten Betriebsbeanspruchungen, dem Einfluss des im Arbeitsprozess verwendeten Materials und anderen relevanten äußeren Einflüssen standhalten können.

Kategorie 1

Die Anforderungen von Kategorie B müssen erfüllt sein. Bewährte Bauteile und Sicherheitsprinzipien müssen angewandt worden sein.

Kategorie 2

Die Anforderungen von Kategorie 1 müssen erfüllt sein. Die Sicherheitsfunktion muss in geeigneten Zeitabständen durch die Maschinensteuerung überprüft werden.

Kategorie 3

Die Anforderungen von Kategorie 1 müssen erfüllt sein. Sicherheitsbezogene Bauteile müssen so gestaltet werden, dass ein einzelner Fehler in jedem dieser Bauteile nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion führt und, wann immer in angemessener Weise durchführbar, der einzelne Fehler erkannt wird.

Table 4: Example of an extract from the risk analysis for the “Feed bin and transport route for clinker” plant section

Tabelle 4: Beispielhafter Auszug aus der Gefährdungsanalyse für den Anlagenteil „Vorratsbehälter (Aufgabesilo) und Förderweg für Klinker“

No.:	Unit, component, activity	Phase	Requirement, personnel	Danger, cause	Risk	Solution	
						Principle	Description
1	Conveyor belt to feed bin	III, IV	F, A	Squashing or pinching in moving equipment	B	K, S	Protected by fixed safety barriers
2		III, IV	F, A	Entanglement, trapping or catching at in-feed points	B	K, S	Protected by fixed safety barriers
3		III	F, A	Danger from overflowing or falling transport material	B	K, S	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Connected interlocking of the conveyor belts ▶ Protective metal sheets under the belt conveyors

Phase: I Transport, construction
 II Installation, commissioning
 III Operation
 IV Maintenance, repair
 V Disposal

Requirements of the personnel:
 F = Expert
 A = Semi-skilled worker

Risk:
 A = Slight
 B = Moderate
 C = High

Principle:
 K = Structural
 S = Safety equipment
 W = Warning notices at the machine and in the operating instructions

Table 5: Test programme for the on-site testing
Tabelle 5: Testprogramm für die Vor-Ort-Prüfung

Cement grinding plant Holcim/Merone Test programme	
(1) Plant section: Feed bin and transport route for clinker	
▶	Visual check of squashing, pinching or trapping points
▶	Visual check of trip-points at the access points
▶	Visual check of the bin inlet opening and the access openings to the transport system
▶	Function test of the safety equipment (emergency stop, level _{max} in bin)
▶	Function test of the connected interlocks in the transport system
▶	Function test of the local control points

cy to adhesion), was quickly recognized and implemented. The high proportion of oversize material in the gypsum affected the smooth functioning of the rotary airlock for feeding the secondary and other main constituents. This effect was heightened by the strong caking characteristics of the granulated blastfurnace slag. At the beginning the adhesion also affected the operation of the bucket elevator for conveying the other main constituents. Working together with Gebr. Pfeiffer, Holcim improved the material supply by engineering measures such as the use of air cannons and special ceramic lining of the chutes, as well as by eliminating the oversize particles.

▶ Table 6 compares the guaranteed values with the results achieved in operation when producing a CEM II/B-M 32,5 cement. It can be seen from the table that all the guaranteed parameters were achieved or exceeded. This can be summarized by stating that the new cement grinding plant ful-

Table 6: Comparison of the guaranteed values with the process engineering data, specific consumption values and specific power consumption achieved in operation during the production of CEM II/B-M 32,5 cement

Tabelle 6: Gegenüberstellung der garantierten und im Produktionsbetrieb erreichten technologischen Daten, spezifischen Verbrauchswerte und Energieverbräuche bei der Produktion eines Zements der Sorte CEM II/B-M 32,5

Designation	Unit	Parameter	
		Guaranteed	Achieved ^{*)}
Feed composition			
Clinker	wt. %	69.2	64.0
Gypsum	wt. %	5.7	6.0
Blastfurnace slag	wt. %	12.6	17.0
Limestone	wt. %	12.5	7.0
Pozzolana	wt. %	–	6.0
Technological data			
Throughput	t/h		
Specific surface Blaine	cm ² /g		
Specific power consumption			
Table	kWh/t	16.5	13.6
Fan	kWh/t	6.0	7.0 to 4.5
Classifier	kWh/t	1.66	0.75 to 0.5
Total	kWh/t	28.15	25.35 to 22.7
Specific consumption rates			
Specific wear rate ^{**)}	g/t	8.0	3.3
Water injection	m ³ /h	2.5	0.4

^{*)} Achieved during August 2004 to February 2005

^{**)} Related to chromium alloy cast iron

Kategorie 4

Die Anforderungen von Kategorie 1 müssen erfüllt sein. Sicherheitsbezogene Teile müssen so gestaltet sein, dass ein einzelner Fehler in jedem dieser Bauteile nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion führt und der einzelne Fehler erkannt wird, oder, wenn nicht möglich, darf eine Anhäufung von Fehlern nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen.

▶ Tabelle 4 zeigt einen beispielhaften Auszug aus der Gefährdungsanalyse für den Anlagenteil „Vorratsbehälter (Aufgabesilo) und Förderweg für Klinker“.

6.2 Vor-Ort-Prüfungen

Ob die Zementmahlanlage den sicherheits- und gesundheitstechnischen Anforderungen der Richtlinie 98/37/EG entspricht bzw. den Anforderungen der Gefährdungsanalyse stand hält, wurde vor Ort in einem zweitägigen Testprogramm untersucht. Hierzu wurden alle relevanten Parameter wie Verriegelungen, Not-Aus-Funktionen, Sicherheitseinrichtungen etc. sowohl optisch als auch praktisch geprüft. Zur Prüfung wurde ein Testprogramm erarbeitet, das in ▶ Tabelle 5 dargestellt ist. Dieses Programm wurde für jeden Anlagenteil unter Beachtung der spezifischen Gegebenheiten realisiert.

6.3 Erteilung der CE-Zertifizierung nach EN 1050

Das Testprogramm wurde dokumentiert und in einen Testbericht aufgenommen, der als Grundlage für das CE-Gesamtzertifikat verwendet wurde. Darin wurde festgestellt, dass die Anlage in allen Positionen den Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen nach Maschinenrichtlinie (98/37/EG) genügt. Nach diesem umfangreichen und detaillierten Verfahren wurde die erste Zertifizierung einer kompletten Zementmahlanlage gemäß EN 1050 im Bereich von Holcim Central Europe durchgeführt.

7 Erste Betriebserfahrungen

Nach erfolgreicher Inbetriebnahme und Übernahme der Mahlanlage in die Produktion des Zementwerks wurden verschiedene Modifikationen zur verfahrenstechnischen Optimierung durchgeführt. Optimierungsbedarf wurde im Bereich der Rohmaterialförderung, ausgelöst durch nicht erwartete Schwankungen in den Rohmaterialeigenschaften (Kornübergößen und starke Haftneigung), schnell erkannt und umgesetzt. Durch den hohen Überkornanteil beim Gips wurde die einwandfreie Funktion der Zellenradschleuse für die Aufgabe der Neben- und weiteren Hauptbestandteile beeinflusst. Verstärkt wurde dieser Effekt durch ein starkes Anbackungsverhalten des Hüttensands. Die Anhaftungen beeinflussten am Anfang auch den Betrieb des Becherwerks zur Förderung der weiteren Hauptbestandteile. Holcim verbesserte in Zusammenarbeit mit Gebr. Pfeiffer die Materialzuförderung durch technische Maßnahmen wie z.B. den Einsatz von Luftkanonen und spezieller Keramikauskleidung der Schurren sowie durch Beseitigung von Kornübergößen.

▶ Tabelle 6 enthält eine Gegenüberstellung von Garantiewerten und im Produktionsbetrieb erreichten Ergebnissen bei der Herstellung eines Zements der Sorte CEM II/B-M 32,5. Aus der Tabelle folgt, dass alle garantierten Parameter erreicht wurden. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die neue Zementmahlanlage alle Erwartungen erfüllt. Neben einer hohen Zementqualität, den technologischen Parametern des Durchsatzes und der spezifischen

fulfill all expectations. This relates not only to the high cement quality and the process engineering parameters of throughput and Blaine specific surface area but also to the specific power consumption, specific wear and availability.

A modern and flexible cement grinding plant was brought successfully into production at the Merone cement works in Italy through the close cooperation between Holcim and Gebr. Pfeiffer. ◀

Oberfläche nach Blaine, wurden auch hervorragende Werte des spezifischen Energieverbrauchs, des spezifischen Verschleißes und der Verfügbarkeit erreicht.

In enger und kooperativer Zusammenarbeit zwischen Holcim und Gebr. Pfeiffer konnte eine moderne und flexible Zementmahlanlage im italienischen Zementwerk Merone erfolgreich in den Produktionsbetrieb überführt werden. ◀

LITERATURE / LITERATUR

- [1] Richtlinie 98/37/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für Maschinen, 22. Juni 1998.
- [2] DIN EN 1050, Leitsätze zur Risikobeurteilung, Januar 1997.
- [3] DIN EN ISO 12100-1, Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze; April 2004.
- [4] DIN EN ISO 12100-1, Teil 2: Technische Leitsätze, Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze; April 2004.
- [5] DIN EN 741, Sicherheitsanforderungen an Systeme und ihre Komponenten zur pneumatischen Förderung von Schüttgut, März 2000.
- [6] DIN EN 620, Sicherheits- und EMV-Anforderungen für ortsfeste Gurtförderer für Schüttgut, August 2002.
- [7] Jung, O.: MPS vertical roller mills for blended cements, World Cement Vol. 20 (1989) No. 9.
- [8] Reddy, S.A.; Reichardt, Y.: Herstellung von Hochofenzement mit einer MPS-Walzenschüsselmühle im indischen Zementwerk Sagar Cements in Bayyavaram, ZKG International 54 (2001) No. 9, pp. 492–497.
- [9] Reichardt, Y.; Link, G.; Gilibert, H.: Zementfertigmahlung auf einer MPS-Walzenschüsselmühle im Zementwerk San Rafael/Ecuador, ZKG International 55 (2002) No. 11, pp. 54–57.