

Güven Berk¹, Hans Adolf Fischer¹, Caroline Hackländer-Woywadt²

¹ AS Cimento, Bucak/Turkey

² Loesche GmbH, Duesseldorf/Germany

Betriebserfahrungen mit der ersten LM 56.3+3 in der Türkei

Zusammenfassung: Zur Erhöhung der Zementproduktion einer Ofenlinie mit 3700 t/d Klinkerproduktion im Werk Bucak/Türkei entschied sich die AS Cimento Gruppe zur Anschaffung eines energetisch günstigen Mahlsystemes. Die Loesche GmbH erhielt den Auftrag zur Lieferung einer LM 56.3+3 CS für die Zementvermahlung. Innerhalb eines Abwicklungszeitraumes von weniger als 12 Monaten wurden im Abnahmelauf die garantierten Leistungen übertroffen.

First installed LM 56.3+3 in Turkey – Operating experiences

Summary: For increasing the cement production at the 3700 t/d kiln at the Bucak plant/Turkey, the AS Cimento group decided for an energy efficient grinding system. They gave Loesche GmbH the order for an LM 56.3+3 for grinding cement. Within a period of less than 12 months the project was handled and the guaranteed performance has been achieved easily.

Expérience de service avec le premier LM 56.3+3 en Turquie

Résumé: Pour augmenter la production de ciment dans l'usine de Bucak/Turquie (ligne de four d'une production de clinker de 3.700 t/j), le groupe AS Cimento a décidé d'acquérir un système de broyage à consommation énergétique réduite. La société Loesche GmbH obtint la commande pour la livraison d'un LM 56.3+3 CS pour le broyage du ciment. Après une période de réalisation de moins de douze mois, les productions obtenues étaient supérieures aux productions garanties.

Experiencias en la operación del primer LM 56.3+3 en Turquía

Resumen: El grupo AS Cimento decidió invertir en un sistema de molienda energéticamente eficiente para incrementar la producción de cemento en la planta Bucal/Turquía (línea de horno con 3700t/d de producción de clinker). Adjudicaron a Loesche el pedido de un LM 56.3+3 para moler cemento. El proyecto se realizó en un periodo de tiempo inferior a 12 meses y la garantía de rendimiento se alcanzó holgadamente.

1 Einleitung

Der türkische Zementhersteller AS Cimento Sanayi ve tic AS wurde gegründet, als die AS-Gruppe in ein Mahlwerk mit Packanlage in Antalya/Türkei investiert hat. Dort wurde der erste Zement für die Gruppe produziert und war der Schlüssel für den erfolgreichen Einstieg in die Zementindustrie. Der frühere Name der Zement-Division war ADO CIMENTO. 2002 entschied die Gruppe ein Werk zur eigenen Klinkerproduktion zu errichten. Als Standort wurde die Stadt Bucak, der Geburtsort des Präsidenten der Gruppe, Mr. Adem Sak, gewählt. Dieses Werk (**Bild 1**) hat eine Ofenkapazität von 3700 t/d. Der erste Klinker wurde Anfang 2005 produziert. Um den wachsenden Anfragen nach Zement gerecht zu werden, wurde entschieden, zusätzlich zu den beiden Kugelmühlen ein Mahlsystem mit günstigem Energieverbrauch und hohen Durchsatzleistungen anzuschaffen. AS Cimento beauftragte die Firma LOESCHE mit der Lieferung einer LM 56.3+3, die damals größte Mühle zur Zementmahlung. Durchsatzleistungen bis zu 250 t/h für Kompositzemente mit Trass wurden garantiert. Die Zementproduktion startete nach einem Abwicklungszeitraum von weniger als 12 Monaten erfolgreich im Dezember 2006.

2 Auslegungsgrundlagen

Die neue Mahlanlage wurde zur Herstellung eines Zementes CEM I 42,5 für einen Durchsatz von 180 t/h bei einer spe-

1 Introduction

AS Cimento Sanayi ve tic AS was established when the AS group invested in a grinding and packing facility in the Turkish town Antalya. The first cement of the group was produced there and was the key for success they enjoy today in the provision of cement for the construction industry. In the early years, the cement division was called ADO CIMENTO. In 2002 the company decided to invest in an integrated clinker and cement production plant in the nearby town of Bucak, the home town of the president of the group, Mr. Adem Sak. The plant (**Fig. 1**) has a capacity of 3700 t/d clinker. The first clinker was produced at the beginning of 2005 in Bucak. With increasing demand for cement the decision for a new energy efficient grinding system in addition to two ball mills was made. AS Cimento ordered from Loesche an LM 56.3+3, at this time the biggest mill for cement and slag grinding. Capacities up to 250 t/h for blended cement with pozzolan have been guaranteed. The start of cement production was in December 2006 after less than a 12 month project execution.

2 Design principles

The new grinding plant was designed for production of CEM I 42.5 with 180 t/h at 3800 cm²/g acc. Blaine. The feed material composition is 90 % clinker, 5 % natural gypsum and 5 % pozzolan. In addition, the plant should be able to produce



1 Gesamtansicht des Werkes Bucak/Türkei

1 General view of Bucak plant/Turkey

zifischen Oberfläche nach Blaine von 3800 cm²/g ausgelegt. Das Aufgabegut besteht aus 90 % Klinker, 5 % Naturgips und 5 % Kalkstein. Weiterhin wurde die Anlage für einen Mischzement mit 25 % Trass für einen Durchsatz von 240 t/h bei 3600 Blaine ausgelegt. Die Zementtemperatur soll 90 °C nicht überschreiten. Der spezifische Energieverbrauch für die Gesamtanlage (Mühlenhauptantrieb, Sieber, Hilfsantriebe, Mühlengebläse) wurde mit 35,3 kWh/t für CEM I 42,5 beziehungsweise 26,7 kWh/t für den Kompositzement garantiert.

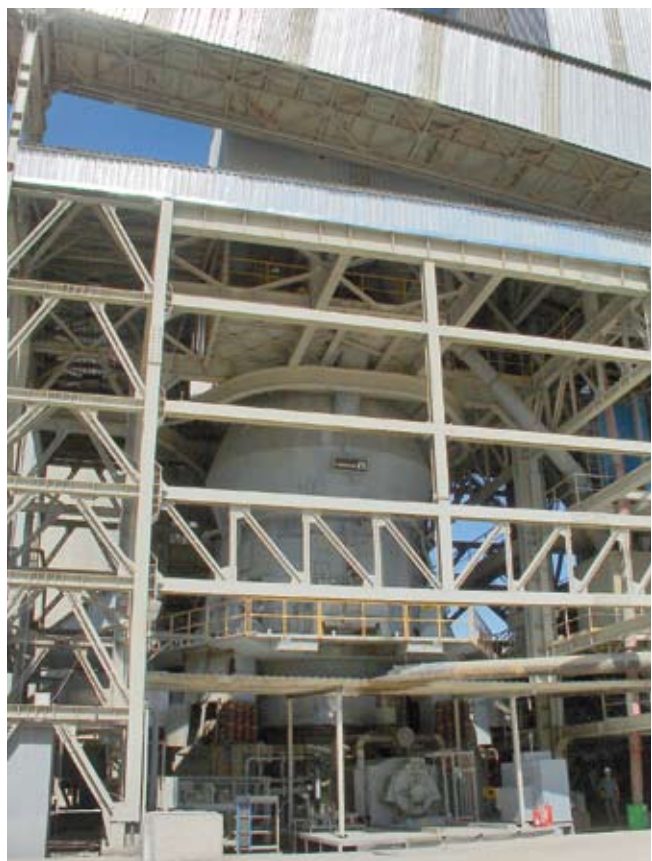
a blended cement with 25 % pozzolan at 3600 Blaine. Limit for cement temperature is 90 °C. The specific energy consumption has been guaranteed for the total plant (mill main motor, classifier, mill auxiliaries, mill fan) with a figure of 35.3 kWh/t for CEM I 42.5 resp. 26.7 kWh/t for blended cement.

3 Beschreibung der Mühle

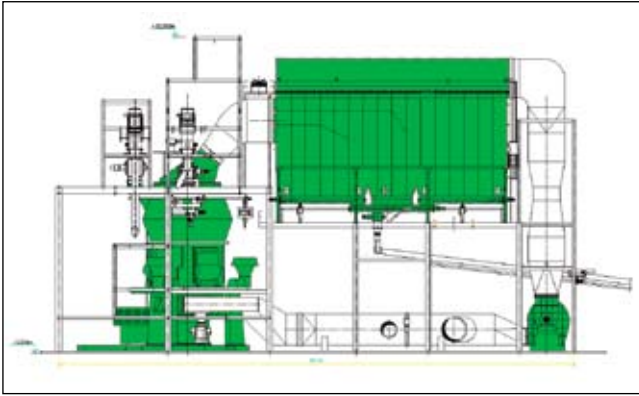
Für die geforderten Produkte wurde eine Mühle LM 56.3+3 gewählt. Diese Mühle hat einen Mahlschüsseldurchmesser von 5,6 m (**Bild 2**), verfügt über eine installierte Antriebsleistung von 4900 kW und einen trennscharfen Stabkorbsichter LSKS. Wie alle Loesche-Mühlen für die Klinker- und Hüttensandmahlung ist die LM 56.3+3 mit der so genannten 2+2/3+3-Technologie ausgerüstet. Diese Technologie ist gekennzeichnet durch paarweise angeordnete Walzen, die eine Einheit bilden. Dabei entlüftet, kompaktiert und präpariert die kleinere S(uport)-Walze das Aufgabematerial, welches von der M(aster)-Walze dadurch optimal eingezogen wird. Die über ein hydropneumatisches Federungssystem angestellten M-Walzen zerkleinern das Material in einem stabilen Gutbett. Durch mechanische Anschlagpuffer wird der metallische Kontakt zwischen Walzen und Mahlschüssel vermieden. Das System mit Master- und Support-Walze wird erfolgreich seit mehr als 10 Jahren eingesetzt, wobei das 3+3-System für größere Durchsatzmengen entwickelt wurde.

4 Beschreibung der Mahlanlage

Die Komponenten werden mittels Dosierbandwaagen verwogen, über Gurtförderer und ein Becherwerk in Mühlenvorbunker gefördert und dort zwischengelagert. Die Aufgabe der feuchten und trockenen Komponenten erfolgt separat, d. h. die



2 Zementmühle LM 56.3+3 im Werk Bucak (Kizilkaya)/Türkei
2 Cement mill LM 56.3+3 at Bucak plant (Kizilkaya)/Turkey



3 Aufstellungsplan der Mahlanlage (Seitenansicht)
3 Layout of grinding plant (side view)

feuchten und die trockenen Komponenten werden über die jeweiligen Gurtförderer und Becherwerke in die Mühlenvorbunker über zwei getrennte Zellenradschleusen in die Mühle aufgegeben. Zur Ausschleusung von Fremdkörpern befinden sich auf den Förderwegen Überbandmagnete und Metalldetektoren. Die Zellenradschleusen dienen als Luftabschluss der Mühle. Das Aufgabematerial wird nach Passieren der Zellenradschleusen über eine stark geneigte Aufgabeschurre auf das Zentrum der rotierenden Mahlschüssel geführt. Von dort gelangt das Mahlgut unter die Walzen und wird zerkleinert. In der Mühle findet die Zerkleinerung, Trocknung und Sichtung des Mahlgutes statt.

Das Prozessgas tritt in den unteren Teil der Mühle ein und nimmt das Material nach Verlassen der Mahlschüssel mit nach oben zum Sichter, welcher oberhalb des Mahlraumes angeordnet ist. Der Hochleistungs-Sichter trennt das grobe Gut vom Fertiggut. Über die Drehzahl des Sichterrotors wird die gewünschte Produktfeinheit eingestellt. Das Fertiggut verlässt dann die Mühle zusammen mit dem Gas und wird in einem nachgeschalteten Druckluftfilter (Tabelle 1) abgeschieden. Über Sammelförderer und Luftförderrinnen wird das Fertiggut in den Staubtransport geführt. Der gereinigte Gasstrom gelangt über eine Rohrleitung zu dem nachgeschalteten Gebläse. Der Ventilator (Tabelle 2) ist zur Regelung des Volumenstroms mit einem drehzahlregelbaren Antrieb ausgestattet.

Grobe Teilchen, die von der Mahlschüssel herunterfallen und nicht mit dem Luftstrom nach oben geführt werden, fallen in den Gaskanal im unteren Teil der Mühle. Unter der Mahlschüssel angebrachte Räumler tragen sie aus der Mühle aus. Über

Tabelle 1: Technische Daten des Druckluftfilters
Table 1: Technical data for the bag filter

Filterparameter/Filter parameters	Maßeinheit Units	Wert Numerical value
Volumenstrom/Volume flow	m ³ /h	720 000
Filterfläche/Filter area	m ²	10 240
Anzahl der Filterschläuche Number of filterbags		3072
Durchmesser und Länge der Schläuche Diameter and length of bags	mm	160/6500
Filterflächenbelastung/Air-to-cloth ratio	m ³ /(m ² x min)	1.17
Rohgasstaubgehalt Raw gas dust content	g/m ³	350
Reingasstaubgehalt Clean gas dust content	mg/ Nm ³	≤ 30



4 Montagefortschritt nach 27 Tagen
4 Progress of erection after 27 days

3 Description of the mill

For the product requirements an LM 56.3+3 was chosen. This mill has a grinding table diameter of 5.6 m (Fig. 2), a mill motor of 4900 kW was installed. The mill is equipped with a high efficiency separator type LSKS. Like all Loesche mills for clinker and blastfurnace slag grinding this size is also provided with 2+2/3+3-technology. This technology is characterized by pairwise arranged rollers which form a unit. Each pair of rollers consists of a small S(upport)-roller, which de-aerates, compacts and prepares the feed material, which ensures optimum feed for the larger M(aster)-roller. The M-rollers with their hydropneumatic spring system comminute the material in a stable bed. The downward travel of the rollers is limited by mechanical buffers to prevent metal-to-metal contact between roller and grinding table. The system with M- and S-rollers was introduced since more than 10 years, whereas 3+3 system has been developed for bigger throughputs.

4 Description of the grinding plant

The feed components are charged by dosing belt weighers, supplied via belt conveyors and bucket elevator to the mill feed hoppers for intermediate storage. Wet and dry components are fed separately with belt conveyors and bucket elevators through two rotary valves to the mill. A crossbelt magnetic separator and metal detector located on each transport route remove foreign material. The rotary valves are avoiding false air in the system. The material falls through an inclined feed chute onto the center of the grinding table, goes under the rollers and is comminuted. Drying, comminution as well as separation are taking place in the mill.

The process gas enters the mill through the gas ducts in the lower part; the material is transported by this process gas to

Tabelle 2: Technische Daten des Mühlenventilators
Table 2: Technical data for the mill fan

Gebläsedaten Fan data	Maßeinheit Units	Auslegung Operation	Betriebsdesign Operation design
Volumenstrom Volume flow	m ³ /h	720 000 (95 °C; 94 mbar)	680 000 (83 °C; 52 mbar)
Antriebsleistung Drive rating	kW	2300	1893

Tabelle 3: Vergleich von Betriebsergebnissen mit Garantieparametern
Table 3: Comparison of operating results with guarantee figures

Parameter	Maßeinheit/Units	Garantiert/Guarantee		Erreicht/Achieved	
Zusammensetzung/Composition		CEM I 42,5R 5 % Kalkstein/Limestone		CEM II/B-M 10 % Kalkstein/Limestone, 25 % Trass/Pozzolan	
Durchsatz/Throughput	t/h	180	198	265	250
Blaine-Wert/Blaine value	cm ² /g	3800	4050	4850	5200
Rückstand R40 µm/Residue R40 µm	M.-%/Wt.-%	-	6.3	6.4	5.1
Steigungsmaß n */slope n*	-	-	0.90	-	-
Lageparameter d' */Position parameter d' *	µm	-	14.2	-	-
Spez. Leistungsbedarf/spec. power consumption					
Mühle/mill **	kWh/t	-	15.3	12.4 – 14.4	14.8 – 15.6
Gesamtanlage/Total **	kWh/t	35.3	26.8	-	-

* bestimmt mit/measured with Cilas 1064L ** Zähler/counter

einen Vibrationsförderer und ein Becherwerk wird dieses Material der Mühle mit dem Frischgut wieder zugeführt. Zur Trocknung der feuchten Aufgabematerialien ist ein Heißgaserzeuger an die Rückluftleitung angeschlossen, der hauptsächlich bei der Zugabe von Trass verwendet wird. **Bild 3** zeigt die Aufstellung der Mahlanlage. Die gesamte Montage der Mahlanlage dauerte zirka zweieinhalb Monate. **Bild 4** zeigt den Montagefortschritt nach 27 Tagen.

5 Ergebnisse aus dem Abnahmelauf

Bei 4000 Blaine wurde in den ersten Betriebsstunden ein Durchsatz von 200 t/h erreicht. Der spezifische Energiebedarf der Gesamtanlage betrug hierbei nur 24,9 kWh/t; diese außergewöhnlich niedrigen Werte erschienen sehr gut, zumal der zugegebene Kalkstein nur eine mittlere Mahlbarkeit besitzt. Der Trend der ersten Stunden wurde im Abnahmelauf bestätigt. Der Abnahmelauf hat stattgefunden innerhalb von 2 Monaten nach der ersten Materialaufgabe. Der Leistungsnachweis erfolgte in einem Testlauf mit einer Gesamtdauer von 25 Stunden. Die Ergebnisse für den CEM I 42,5 R mit 5 % Kalkstein sind in **Tabelle 3** zusammengefasst. Im Mittel wurde ein Durchsatz von 198 t/h bei 4050 Blaine erreicht. Der spezifische Energiebedarf für die Gesamtanlage lag mit 26,8 kWh/t mehr als 8 kWh/t niedriger als der garantierte Wert, wobei der höhere erzielte Blainewert nicht berücksichtigt wurde.

6 Betrieb und Zementqualitäten

Der produzierte Zement wird als lose Ware oder Sackware verkauft. Der Sortenmix umfasst CEM I 42,5 R, CEM II/A 42,5 R

the high-efficiency separator. The speed of the separator rotor adjusts the fineness of product. The finish product leaves the mill with the process gas and is collected in a jet pulse filter (**Table 1**). By conveyors and air slides the finish product is transported. The system fan (**Table 2**) is located after the filter and is equipped with a variable speed drive to adjust the volume flow.

Coarse material which falls down through the louver ring and into the mill gas ducts after leaving the grinding table is discharged with scrapers. By belt conveyors and a bucket elevator the material is fed together with the fresh feed material to the mill. A hot gas generator supplying hot gases for drying the wet feed components is installed in the recirculating duct. The hot gas generator is used mainly for grinding of blended cement with pozzolan. **Figure 3** shows the layout of the grinding plant. The erection for the grinding plant took about 2.5 months. **Figure 4** shows the progress of erection after 27 days.

5 Results of the acceptance run

In the first operating hours a throughput of 200 t/h at 4000 Blaine was achieved. The specific energy consumption of the grinding plant was 24.9 kWh/t, a remarkably low figure, the more so as the limestone has a medium grindability. This tendency of the first operating hours was confirmed in the acceptance test which was conducted within 2 months since first material feeding to the mill. The performance has been verified in a 25 hour-test. The results for CEM I 42.5 with 5 % limestone are summed up in **Table 3**. An average throughput of 198 t/h at 4050 Blaine has been achieved. With

Tabelle 4: Produktqualitäten in Kugelmühle (BM) und Loesche-Mühle (VRM)
Table 4: Product quality of ball mill (BM) und Loesche-mill (VRM)

Qualitätsparameter Quality parameter	Maßeinheit Units	CEM I 42,5 5 % Kalkstein/Limestone		CEM II/A 42,5 N 5 % Trass/Pozzolan, 15 % Kalkstein/Limestone		CEM IV/A 32,5 N 35 % Trass/Pozzolan	
		Kugelmühle Ball Mill	Loesche-Mühle VRM	Kugelmühle Ball Mill	Loesche-Mühle VRM	Kugelmühle Ball Mill	Loesche-Mühle VRM
Rückstand 40 µm Residue on 40 µm	M.-% Wt.-%	11.89	9.16	7.29	7.05	6.23	5.75
Blaine-Wert Blaine-value	cm ² /g	3260	4125	4380	4700	5000	5010
Festigkeitsentwicklung nach strength development after							
2d	N/mm ²	25.1	29.9	25.0	27.0	16.2	17.3
7d	N/mm ²	37.4	45.5	39.7	41.8	25.5	27.0
28d	N/mm ²	51.0	56.7	49.6	51.0	35.1	38.0

und CEM IV/B 32,5 R. Der Einsatz erfolgt hauptsächlich in Betonmischanlagen. Ein Großteil der Produktion sind Mischzemente mit einem hohen Trassanteil, wobei nach der europäischen Norm maximal 55 % zugelassen sind. In der Mischung mit 10 % Kalkstein und 25 % Trass werden Durchsätze um 265 t/h erzielt. Die Durchsatzmenge bei der Zugabe des maximal möglichen Trass-Anteiles ist durch den installierten Heißgaserzeuger limitiert und liegt bei 250 t/h (**Tabelle 3**).

Die Qualitätsüberwachung wird bei AS Cimento nach EN durchgeführt. In **Tabelle 4** werden die Eigenschaften eines CEM I 42,5 R, der in einer Kugelmühle und der jüngst installierten Loesche-Mühle LM 56.3+3 hergestellt wurde, verglichen. Der in der Loesche-Mühle hergestellte Zement ist mit 9,16 % R_{0,040} feiner als der in der Kugelmühle hergestellte Zement, was sich deutlich in der Festigkeitsentwicklung darstellt; die Frühfestigkeit sowie die Festigkeit nach 28 Tagen sind um 5–6 N/mm² höher. Versuche mit einem gleichen Feinheitsniveau der Produkte haben gleiche Ergebnisse für die Festigkeiten gezeigt. Bei dem Mischzement mit Kalkstein und Trass (CEM II/A (P-L) 42,5) ist der VRM-Zement nur geringfügig feiner hinsichtlich Rückstandswert, der Blaine-Wert ist durch eine andere Steigung der Korngrößenverteilung höher. Die Festigkeiten des Loesche-Mühlen-Produktes sind damit ca. 2 N/mm² höher. Der CEM IV/A mit einem hohen Trass-Anteil von 35 % zeigt dieselben Blaine-Werte für Kugel- und Vertikalwärmzähmühlen-Produkt. Die Festigkeiten des Zementes aus der LM haben auch hier ein höheres Niveau als die in der Kugelmühle hergestellten.

7 Schlussbetrachtungen

Das Projekt wurde in weniger als 12 Monaten abgewickelt und lag hinsichtlich der Kosten und des Zeitplans in einem engen, aber vorgesehenen Rahmen. Im Vergleich mit den produzierten Zement-Qualitäten aus den beiden vorhandenen Kugelmühlen besteht die Möglichkeit, eine mindest vergleichbare oder sogar bessere Qualität zu erzielen, wobei die neue Mahlanlage gegenüber der Kugelmühle einen geringeren Energiebedarf benötigt. Nach einer Laufzeit von momentan 5000 Stunden mit einer Produktion von zum großen Teil Mischzementen mit 50 % Trass sind noch keine verbindlichen Aussagen zum Verschleiß der Mahlteile und zu Wartungskosten zu machen. Die Erfahrungen mit der Loesche-Mühle sind eine wichtige Grundlage für die Kapazitätssteigerung des Werkes durch eine zweite Ofenlinie, wobei eine Gesamtkapazität von 3,9 Mio. t Clinker und 4,5 Mio. t Zement geplant ist.

26.8 kWh/t for the total department the specific energy consumption was more than 8 kWh/t lower than guaranteed, even without considering the higher Blaine figure.

6 Operation and product qualities

The produced cement is provided in bulk or bagged. The sort-variety of cement products are CEM I 42.5 R, CEM II/A 42.5 R and CEM IV/B 32.5 R and is used mainly in ready mix concrete plants. The main share of production is blended cements with a high amount of pozzolan. Addition of pozzolan is limited to 55 % according to EN. In the mixture with 10 % limestone and 25 % pozzolan throughput figures of 265 t/h have been achieved. The throughput with maximum pozzolan addition is limited by available hot gases to 250 t/h (Table 3).

At AS Cimento the quality is monitored on the basis of EN. **Table 4** shows a comparison of the properties of CEM I 42.5 R produced in a ball mill and the recently installed Loesche mill LM 56.3+3. The sieve residue of 9.16 % R_{0.040} produced in Loesche mill is lower than that of ball mill product and results clearly in strength development. The early strength as well as strength after 28 days are 5 to 6 N/mm² higher. Tests with equal fineness of products have shown equal results for strength development. For blended cement with limestone and pozzolan (CEM II/A (P-L) 42.5) the residue is marginally lower for VRM cement, Blaine value is, due to particle size distribution, higher. The level of strength for LM 56.3+3 product is about 2 N/mm² higher. CEM IV/A with a high pozzolan amount of 35 % has same Blaine values for ball mill and LM product. The strength development is here also on a higher level for LM 56.3+3.

7 Final comments

The project has been executed within less than 12 months, cost and time schedules were tight, but targeted. It is possible to achieve with the Loesche mill the same or even better quality of cement than produced in the ball mills with a lower specific energy consumption for the new grinding facility. After about 5000 running hours with a production of mainly blended cement with 50 % pozzolan definite conclusions on the wear of grinding parts and maintenance cost are not possible. The experience gained with the Loesche mill is an important basis for increase of capacity of the Bucak plant by a second kiln line for a total capacity of 3.9 Mio. t of clinker and 4.5 Mio. t of cement.