

**Sonderdruck aus** Jahrgang 47 · (2006) Heft 8-9 · Seiten 10/16

Bauverlag BV GmbH  
Avenwedder Straße 55  
33311 Gütersloh  
Telefon: ++49 (0) 52 41/8 08 93 68  
Fax: ++49 (0) 52 41/8 09 41 14

---

## **Durchsatzverdoppelung bei der Feldspataufbereitung durch belastungsabhängige Prozesssteuerung**

## **Doubling the Throughput of Feldspar Processing with Load-Driven Process Control**

Dipl.-Ing. Dieter Reitemeyer, Wuppertal

---

# Durchsatzverdoppelung bei der Feldspataufbereitung durch belastungsabhängige Prozesssteuerung

## Doubling the Throughput of Feldspar Processing with Load-Driven Process Control

Débit de préparation de feldspath doublé grâce une commande de processus en fonction de la charge

Duplicación del caudal en la preparación de feldespato mediante un control de procesos independiente de la carga

Dipl.-Ing. Dieter Reitemeyer, Wuppertal\*)

**Zusammenfassung** Bei der Auslegung von Aufbereitungsanlagen für mineralische Rohstoffe müssen die zu installierenden Maschinen oft nach der für den Prozess ungünstigsten Korngrößenzusammensetzung des Aufgabegutes dimensioniert werden, um die geforderte Produktqualität für jeden Betriebsfall sicherzustellen. Da die Anlagen üblicherweise auf eine feste Aufgaberate ausgelegt werden, die Kornzusammensetzung des Aufgabematerialstromes aber in engeren oder weiteren Grenzen schwankt, arbeiten sie im Unterlastbereich, sobald das Aufgabekornspektrum günstiger ist als für die Anlagenauslegung angenommen wurde. Diese Kapazitätsschmälerung hat erhebliche betriebswirtschaftliche Verluste zur Folge, die durch die Anwendung eines neuen Systems zur belastungsabhängigen Aufgabesteuerung vermieden werden können. In einem saarländischen Feldspatwerk wurden durch die Mebas-Steuerung der Durchsatz der Brech- und Siebanlage verdoppelt und der Personalbedarf verringert. In der Mahlanlage konnten ebenfalls die Verschleißkosten bedeutend gesenkt werden.

**Summary** In the design of plants for processing mineral resources, the machines selected for installation must be sized to handle the most unfavourable particle size composition of the process feed in order to ensure that the required product quality is obtained in any operating conditions. As the plants are usually designed to handle a fixed feed rate, the particle size composition of the feed stream, however, varies in narrower or wider limits, the plants operate with an underload as soon as the size range of the feed particles is more favourable than assumed during design of the plant. This reduced capacity results in considerable economic losses that can be avoided by the application of a new system for load-driven feed control. In a feldspar processing plant in the Saarland region of Germany, the introduction of a Mebas control system has doubled the throughput of the crushing and screening stations and reduced the labour requirement. In the grinding plant, wear costs have been substantially reduced in the same way.

**Résumé** Lors de la conception des installations de préparation des matières premières minérales, les machines à installer doivent être dimensionnées en fonction de la composition granulométrique de la matière à traiter la plus désavantageuse pour le processus, afin d'assurer la qualité de produit exigée quelles que soient les conditions d'exploitation. Etant donné que les installations sont normalement conçues pour un taux d'alimentation fixe, mais que la composition granulométrique du flux des matières alimentées varie dans des limites plus ou moins étroites ou larges, les installations travaillent dans la zone de sous-charge dès que le spectre granulométrique d'alimentation est plus favorable que celui qui a été admis pour la conception de l'installation. Cette limitation de capacité entraîne d'importantes pertes économiques qui peuvent être évitées à l'aide d'un nouveau système de commande d'alimentation en fonction de la charge. Dans une usine sarroise de préparation de feldspath, le débit de l'atelier de concassage et de criblage a pu être doublé et l'effectif de personnel réduit, grâce à la commande Mebas. Simultanément, les coûts d'usure de l'atelier de broyage ont ainsi pu être nettement abaissés.

**Resumen** A la hora de diseñar una planta de procesamiento para materias primas minerales, es necesario dimensionar las máquinas que se desea instalar según la composición del tamaño de grano más desfavorable para el proceso del material de carga, a fin de garantizar la calidad de producto requerida en cualquier caso de operación. Las plantas generalmente están enfocadas para cumplir una tasa de carga específica. Sin embargo, la composición del grano contenido en el flujo de material de carga oscila dentro de unos límites más o menos amplios. Las plantas trabajan en un ámbito de baja carga cuando la relación entre carga y grano resulta ser más favorable de lo se había supuesto al diseñar la planta. Esta reducción de la capacidad tiene como consecuencia considerables pérdidas económicas que podrían ser evitadas aplicando un nuevo sistema que realiza de un control de tareas dependiente de la carga. En una planta de feldespato del Sarre se duplicó el caudal de la instalación de trituración y de criba gracias a un control Mebas, reduciendo así el personal necesario. De la misma forma, en la instalación de trituración fue posible reducir de forma importante los costes relacionados con el desgaste.

### 1. Einführung

In Prozessen zur Aufbereitung mineralischer Rohstoffe ist der Anlagendurchsatz eine wichtige, auf die Wirtschaftlichkeit entscheidend einwirkende Kenngröße. War der Durchsatz früher ausschließlich durch die Kapazität der im Prozess eingesetzten Maschinen bestimmt, so fällt – dank der Fortschritte der Sensortechnik und der elektronischen Informationsverarbeitung – der Anlagensteuerung heute eine gleichwertige Rolle für das Leistungsvermögen des Prozesses zu. Mit modernen Steuerungen können Parameterveränderungen, z. B. Schwankungen in den

\*) Ingenieurbüro Reitemeyer, Wuppertal

### 1. Introduction

In operations for processing mineral resources, the plant throughput is an important parameter with a crucial influence on cost efficiency. Whereas the throughput rate used to be defined exclusively by the capacity of the machines employed in the process, today – thanks to progress in sensor systems and electronic information processing – the plant control system is an equally important factor in determining the capacity of the process. With modern process control systems, parameter changes, e.g. variations in the processing behaviour of the feed material can detect-

\*) Ingenieurbüro Reitemeyer, Wuppertal

Verarbeitungseigenschaften des Aufgabematerials, immer schneller erfasst und Anpassungen des Verfahrens nahezu in Echtzeit vorgenommen werden. Das erlaubt in vielen Fällen eine Steigerung der Prozessleistung bei unveränderter Kapazität der beteiligten Maschinen.

Ein beachtlicher Nutzen solcher Steuerungssysteme liegt in der Durchsatzsteigerung bestehender Anlagen, wie sie in einem Werk der Feldspatindustrie erreicht werden konnte. Die dort eingesetzte, von Hinz Steuerungs- & Datentechnik, Ahaus, entwickelte belastungsabhängige Anlagensteuerung mit der Bezeichnung Mebas bewirkte für die Anlage zur Primärzerkleinerung eine Verdoppelung des Durchsatzes bei gleichzeitigem Übergang auf vollautomatischen, bedienungsfreien Betrieb und für die Mahlanlage eine erhebliche Senkung der Betriebskosten durch eine Standzeitverlängerung der Mühlenauskleidungen.

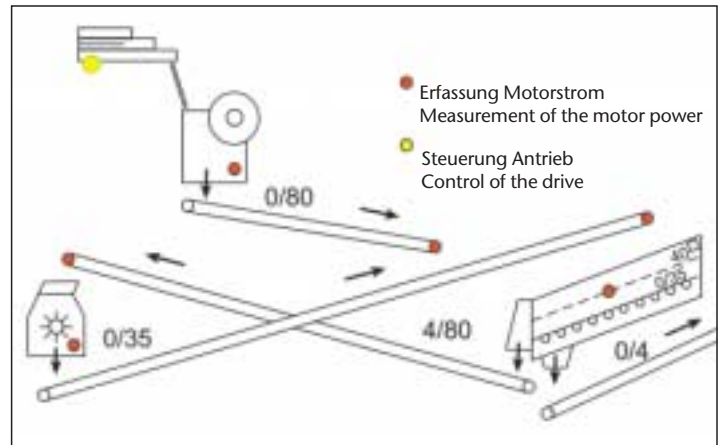
Feldspat ist eine Gruppe häufiger Silikatminerale, die hauptsächlich in Tiefengesteinen, aber auch in Vulkaniten vorkommen und zu den wichtigsten gesteinsbildenden Mineralen gehören. Als wichtiger Rohstoff für keramische Produkte wird Feldspat weltweit aus mehr als 130 Vorkommen abgebaut. Einer der für Deutschland ausgewiesenen 13 Abbaubetriebe [1], deren Feldspatproduktion für die jüngere Vergangenheit mit zusammen etwa 500.000 t/a genannt wird, ist die Saarfeldspatwerke H. Huppert GmbH & Co KG, Saarbrücken, mit dem Gewinnungs- und Aufbereitungsbetrieb im 50 km entfernten Oberthal. Das Unternehmen produziert Kalifeldspat (Orthoklas) mit der Mohs-Härte 6–7, der in zwei Qualitäten mit verschiedenen Körnungen und Mahlfineinheiten geliefert wird. Die Primäraufbereitung erfolgt in einer Brecheranlage, in der ein Backenbrecher, eine Prallmühle und eine Spannwellen-Siebmaschine mit Grobkorndeck als Vorprodukt für die Vermahlung die Feldspatkörnungen 0/6 mm und 0/4 mm erzeugen. Die Weiterverarbeitung geschieht in einer mit drei Kugelmühlen ausgerüsteten Mahlanlage.

## 2. Arbeitsweise des Aufbereitungsbetriebes

Das Rohmaterial fällt im Steinbruch mit Stückgrößen bis etwa 1.000 mm an. Von Radladern auf Lkw verladen, gelangt das Haufwerk in den Sturzbunker der Brechstation und wird durch einen als Stufenrost ausgebildeten Schubaufgeber dem Backenbrecher aufgegeben. **Bild 1** zeigt das Verfahrensschema. Das aus dem Brecher mit einer oberen Stückgröße von 80 mm ausgetragene Brechgut wird von einem Austragband dem Hauptgurtförderer der Anlage zugeführt, der es zusammen mit dem aus der Prallmühle anfallenden Material dem Trennsieb aufgibt. Die hier eingesetzte Spannwellen-Siebmaschine hat als Oberdeck einen Gummiboden mit Quadratlochung 40 x 40 mm und ist für die Produktion der Körnung 0/4 mm im Unterdeck mit 10 Belägen 7 x 7 mm, 8 Belägen 5 x 5 mm und 5 Belägen 3 x 3 mm bespannt. Diese durch Versuche ermittelte Siebauslegung erbringt das gewünschte Kornband 0/4 mm mit einem Überkorngehalt von nicht mehr als 3 Gew.-%. Voraussetzung für die Einhaltung dieser Grenze ist die gleichmäßige Siebbebelastung.

Der Siebdurchgang wird in einer Lagerhalle zwischengelagert, während der Überlauf der beiden Siebböden – 35/80 mm und 4/35 mm – im geschlossenen Kreislauf der Prallmühle zugeführt wird.

Die Aufgabesteuerung erfolgte bisher über eine Messsonde an der Prallmühle, die den Füllstand im Einlauftrichter der Maschine erfasst und bei Erreichen der Obergrenze die Zuführung des vom Trennsieb ausgetragenen Überlaufmaterials abschaltet. Früher musste in dieser Situation die Materialzuführung zum Brecher durch Abschalten des Schubaufgebers von Hand unterbrochen werden. Der Anlagendurchsatz betrug bei der Produktion der Fraktion 0/6 mm etwa 60 t/h, erreichte bei der Produktion der vorwiegend benötigten Fraktion 0/4 mm jedoch nur 30 t/h. Ursache dafür war die in diesem Fall geringere zulässige Siebbebelastung. Weil die Siebeigenschaften infolge unterschiedlichen Feingutge-



**Bild 1:** Fließbild der Brech- und Siebanlage. Die Belastung aller Maschinen und Gurtförderer, mit Ausnahme des Produktbandes, wird durch Mebas erfasst. Der Aufgabe-Volumenstrom des Backenbrechers wird durch Verstellen der Schubspeiser-Antriebsfrequenz gesteuert

**Fig. 1:** Flowsheet showing the crushing and screening plant. The load on all machines and belt conveyors, with the exception of the product belt is measured by the Mebas system. The feed volume flow of the jaw crusher is controlled by adjusting the drive frequency of the push feeder.

ed faster and the process adapted almost in real time. In many cases this enables an increase in the process output despite the unchanged capacity of the machines involved in the process.

A considerable benefit of such control systems is derived from the improvement of the throughput rate of existing plants, like, for example, that achieved at a processing facility in the feldspar industry. The load-driven plant control system installed there is marketed under the name Mebas and was developed by Hinz Steuerungs- & Datentechnik, Ahaus. With this system, the throughput rate of the primary crushing station could be doubled with a simultaneous changeover to fully automatic, unmanned operation while for the grinding plant the operating costs could be lowered substantially thanks to longer service lifetimes of the mill linings.

Feldspar is a group of common silicate minerals found mainly in intrusive rocks, but also in vulcanites. It is one of the most important lithogenic minerals. As an important raw material for ceramic products, feldspar is extracted from more than 130 deposits worldwide. One of the 13 extraction operations in Germany [1], which together produce around 500,000 t/a according to recent reports, is Saarfeldspatwerke H. Huppert GmbH & Co KG, with its extraction and processing operations based in Oberthal 50 km away from Saarbrücken. The company produces potassium feldspar (orthoclase) with a Mohs hardness of 6–7, which is supplied as two products with different sizes and grinding finenesses. Primary processing is performed in a crushing station in which a jaw crusher, an impact mill and a flip-flow screen with a coarse-sizing deck produce the feldspar sizes 0/6 mm and 0/4 mm as a preliminary product for grinding. This preliminary product is further processed at a grinding station equipped with three ball mills.

## 2. Operation of the Processing Plant

The raw material is extracted at a quarry. The pieces measure up to around 1,000 mm in size. Loaded on to lorries by wheel loaders, the material is sent to the dumping bin of the crushing station and is fed to the jaw crusher by a push feeder which is designed as a stepped grizzly. **Fig. 1** shows a schematic of the process. The crushed material discharged from the crusher has a maximum piece size of 80 mm and is sent on a discharge belt to the plant's main belt conveyor, which feeds it together with the

haltes des gebrochenen Feldspates fortwährend schwanken, die Überkornmenge von 3 Gew.-% aber strikt eingehalten werden muss, wurde die Anlage – wie allgemein üblich – im Unterlastbereich betrieben. Unvermeidlich waren dadurch Kapazitätsverluste, die für die Betriebsphasen mit gut absiebbarem Material eine erhebliche Höhe erreichten. Während laufender Überlegungen zur Verbesserung der Verfahrensweise erfuhr die Unternehmensführung von Erfolgen, die mit dem neuen Steuerungssystem erreicht worden waren.

### 3. Belastungsabhängige selbsttätige Steuerung Mebas

Die Mehrzahl der Aufbereitungsanlagen für mineralische Rohstoffe wird mit fest eingestellter Aufgaberate des Aufbereitungsgutes betrieben. Sie ist im Allgemeinen identisch mit der Anlagen-Nennkapazität, auf die der Anlagenprojektor die Anlage ausgelegt und nach der er die zu installierenden Maschinen ausgewählt hat. Um die geforderte Produktqualität für jeden Betriebsfall sicherzustellen und unzulässige Abweichungen zu verhindern, muss bei der Dimensionierung jeder Maschine von der Maximalbelastung ausgegangen werden, d. h. es sind immer die oberen Grenzwerte der Körnungs-Schwankungsbreiten in die Auslegungsrechnung einzusetzen. Diese starre Auslegung auf den oberen, im Betriebsablauf aber nur zeitweise eintretenden Wert bedeutet, dass die Betriebe oft einen erheblichen Teil des tatsächlich in ihren Anlagen installierten Leistungsvermögens nicht nutzen können. Das neue belastungsabhängige Steuerungssystem aktiviert diese Reserven, indem es laufend die wirkliche Belastung aller in den Aufbereitungsprozess aktiv einbezogenen Maschinen misst und danach die Aufgaberate verändert. Die Anwendung des Systems setzt dementsprechend die Beschickung der Anlage aus einer Halde oder einem Aufgabebunker mit steuerbarem Materialabzug voraus.

Eine durch das Wirkungsprinzip begründete Eigenschaft der Mebas-Steuerung besteht darin, dass an der Anlage selbst keinerlei Veränderungen vorgenommen werden müssen. Zur Erfassung der Maschinenbelastung wird die Stromaufnahme der Antriebsmotoren gemessen. Das erfolgt mit Mess-Stromwandlern, die in die Leistungs-Schaltschränke der Anlage eingebaut werden. Auch auf den Einbau von Sensoren an den Maschinen kann dank dieser Erfassungsweise verzichtet werden. Zwischen der für das qualitative Prozessergebnis wichtigen Maschinenbelastung und dem Motorstrom besteht eine Beziehung, die allerdings nicht linear verläuft. Daher wird bei der Installation des Systems für jede in die Erfassung einbezogene Maschine eine Kennlinie aufgezeichnet, die die Beziehung der beiden Größen zueinander ausdrückt. Die codierten Stromwerte sind Grundlage für die auszuführenden Steuerungsvorgänge. Sie werden von einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) gesammelt und von einem Regler verarbeitet. Die Regler-Ausgangssignale werden an die SPS übertragen, die danach die Abzugsorgane unter der Halde oder dem Bunker steuert. Der apparative Aufwand für das System ist gering, verglichen mit den Kosten, die der Leistungszuwachs durch maschinelle Nachrüstung der Anlage erfordern würde. Ein mit der Regler-Steckkarte aufgerüsteter handelsüblicher PC und die SPS-Steuerung bilden neben den Messwandlern die einzige Hardware des Mebas-Steuerungssystems. Auf dem Monitor des Rechners werden die Stromaufnahmewerte und die prozentualen Auslastungen der einzelnen Maschinen angezeigt.

### 4. Verdoppelter Anlagendurchsatz – Übergang auf bedienungsfreien Betrieb

Das Ziel der Mebas-Anwendung in der Aufbereitungsanlage in Oberthal bestand darin, den Stufenrost automatisch so zu steuern, dass der Siebmaschine ständig die bei einwandfreiem Trennschnitt zulässige maximale Brechgut-Aufgaberate zugeführt wird. Hierzu wurden die in Bild 1 rot markierten Antriebe von Backenbrecher, Backenbrecher-Abzugsband (dort be-

material from the impact mill to the separating screen. The flip-flow screen has a rubber deck with square apertures 40 x 40 mm at its top deck while the lower deck is fitted with 10 panels with 7 x 7 mm apertures, 8 panels with 5 x 5 mm apertures and 5 panels with 3 x 3 mm apertures for the production of material in the size range 0/4 mm. This empirically determined screen design produces the required particle size range of 0/4 mm with a maximum oversize content of 3 wt.-%. Precondition for maintaining this efficiency is a uniform screen load.

The screen undersize is sent for interim storage to a storage shed while the oversize from the two screen decks, 35/80 mm and 4/35 mm, is returned to the impact mill in a closed circuit.

The feed used to be controlled based on a measuring sensor at the impact mill; this sensor measured the filling level in the feed hopper of the machine and switched off the feed of the oversize from the separating screen when the maximum level was reached. In this situation the material feed to the crusher had to be manually interrupted by switching off the push feeder. The plant throughput reached around 60 t/h for production of the 0/6-mm fraction, but only 30 t/h for the mainly required 0/4-mm fraction. The reason for this was the lower permissible screen load. Because the screening behaviour of the crushed feldspar constantly varies as a result of the different fines content, while the oversize limit of 3 wt. % must be strictly maintained, the plant was operated at underload, which is common practice in the minerals processing industry. As a result, capacity losses were unavoidable. These losses were quite considerable during phases with easy-to-screen material. During ongoing considerations concerning improvement of process, the company management heard about successes achieved with the new control system.

### 3. Mebas Automatic Load-Driven Control System

Most processing plants for mineral resources are operated with a fixed feed rate. It is generally identical to the nominal capacity of the plant with which the plant engineer designed the plant. The design engineer also chooses the machines to be installed on the basis of this fixed rate. To ensure the required product quality in all operating conditions and to prevent unpermitted deviations, sizing of the machines must be based on the maximum possible load, i.e. the maximum limits of the particle variation ranges must be included in the design calculation. This rigid design based on the maximum possible value which, however, may only be temporarily handled in actual operation means that the companies are often unable to utilize a considerable part of the capacity installed in the plants. The new load-driven control system activates these reserves by continuously measuring the actual load of the machines actively involved in the processing operation and changing the feed rate accordingly. Accordingly, precondition for the application of the system is feeding of the plant from a stockpile or feed bin with controllable material discharge.

One feature of the Mebas control system is that no changes must be made to the plant itself. To determine the machine load, the power consumption of the drive motors is measured. The power consumption is measured with measurement current transducers that are installed in the plant's power switch cabinets. The installation of sensors on the machines is not necessary thanks to this method of measurement. A correlation exists between the machine load relevant to its qualitative performance and the motor power, but this relationship is not linear. For this reason during the installation of the system, a characteristic curve is plotted for every machine included in the measurement, which expresses the relationship between the two values. The coded power values form the basis for the executable control processes. They are collected by a programmable logic controller (PLC) and processed by a controller. The controller output signals are transmitted to



zeichnet als Unterbrecherband), Hauptförderband (Siebband), Spannwellensieb (**Bild 2**), Prallmühlen-Aufgabeband (Überkornband) und Prallmühle in die Motorstromerfassung einbezogen. Die codierten Motorstromwerte bilden die Belastung der Anlage umfassend ab, was die Anpassung der Aufgaberate an die wirkliche Siebbelastung mit kleiner Schwankungsbreite ermöglicht. Ansteigender Feingutgehalt im Aufgabematerial wird bereits durch das Backenbrecher-Austragband gemeldet. Der Regler des Mebas-Systems verarbeitet diese Meldung gemeinsam mit den Signalen der Antriebe von Prallmühle, Hauptförderband und Siebmaschine und bildet daraus die Einstellgröße für die Steuerung der Antriebsfrequenz des Stufenrostaufgeber-Motors. **Bild 3** zeigt einen Ausschnitt der Monitoranzeige der Mebas-Steuerung. Dargestellt werden jeweils im oberen der beiden Balken der Relativ- und der Absolutwert des Motorstroms und im unteren Balken die relative Maschinenbelastung. Bedingt durch die aktuelle Aufgabegutzusammensetzung, begrenzt in der aktuell angezeigten Betriebssituation das mit 100 % belastete Überkornband den Aufgabe-Volumenstrom der Anlage.

Erfolg der Umstellung der Brechanlage auf die belastungsabhängig gesteuerte Aufgabe war die Verdoppelung der Leistungsfähigkeit. Bei der Produktion der hauptsächlich hergestellten Körnung 0/4 mm stieg der Durchsatz, der vorher bei optimalem Aufgabegut 30 t/h betragen hatte, auf 60 t/h. Das Sieb kann jetzt bei gleicher Materialbeschaffenheit mit dem maximalen Volumenstrom belastet werden. Die Kapazitätsreserve, um die die Siebmaschine bei der Auslegung überdimensioniert wurde, um Schwankungen der Aufgabegutzusammensetzung ohne Gefährdung des Trennschnittes auffangen zu können, wird durch die Mebas-Steuerung als effektiv nutzbare Anlagenkapazität freigesetzt.

Ein zweiter, betriebswirtschaftlich ebenfalls bedeutender Effekt der Modernisierung lag darin, dass in der Aufbereitungsanlage Personal eingespart werden konnte. Die Aufgabe, den Schubaufgeber nach Maßgabe der Füllstandssonde an der Prallmühle ein- und auszuschalten, ist durch die Mebas-Steuerung entfallen. Die Füllstandssonde hat nur noch Sicherungsfunktion. Die Brechanlage arbeitet jetzt praktisch bedienungsfrei und wird lediglich von den Fahrern der Beschickfahrzeuge nebenher überwacht. Mit den eingetretenen Einsparungen wurden die Anschaffungskosten für das Mebas-System in weniger als einem Jahr amortisiert.

## 5. Verschleißdämpfende Regelung des Mühlenfüllungsgrades

An Kugelmühlen ist der Verschleiß der Mühlenpanzerung unter anderem von der Einhaltung des optimalen Mahlgrutgefüllungsgrades abhängig, der etwa dem Mahlkugel-Lückenvolumen der Mühle gleich sein soll. Bei fest eingestellter Aufgaberate schwankt der Füllungsgrad umso stärker, je größer die Schwankungsbreite des Mahlbarkeitsindex ist; der Verschleiß der Mühlenauskleidung nimmt dabei erheblich zu. Auch bei den Mahlkörpern wirkt sich ein zu geringer Füllungsgrad nachteilig aus. Überlegungen, wie der Füllungsgrad auf konstanter Höhe gehalten werden kann, führten auch in diesem Fall zum Einsatz der Mebas-Steuerung.

Die Mahlanlage des Betriebes in Oberthal ist mit drei Kugelmühlen für die Trockenmahlung ausgerüstet, die aus einem Aufgabesilo über Zellenradschleusen (Mühle 1 und 2) bzw. über eine Dosierschnecke (Mühle 3) und nachgeschaltete Rutschen mit der Feldspatkörnung 0/4 mm beschickt werden. Der gemahlene Feldspat aus allen drei Mühlen wird über Rutschen, ein Bechewerk und einen Puffersilo einem Windsichter zugeführt, der bei einem Trennschnitt von 90 µm das Endprodukt abscheidet, das in vier Fertigsilos eingelagert wird. Das Überkorn wird in den Aufgabesilo zurückgeführt.

Die Mühlen waren auf eine feste Aufgaberate eingestellt, wobei es durch die mit den Materialeigenschaften wechselnde Mahldauer zu den Füllungsgradschwankungen kam. Zur Umstellung auf die



*Bild 2: Blick auf den Siebturm, im Hintergrund die Silos für die Rohfeldspatlagerung*

*Fig. 2: View of the screen tower, in the background are the silos for storing the quarried feldspar*

the PLC, which then controls the discharge devices under the stockpile or the bin. The equipment required for the system is limited compared with the costs for a capacity increase with a machine-based retrofit of the plant. Besides the transducer, a commercially available PC with the controller plug-in card and the PLC are the only hardware necessary for the Mebas control system. The power consumption levels and the percentage of utilized capacity of the individual machines are displayed on the computer monitor.

## 4. Plant Throughput Doubled – Changeover to Unmanned Operation

The objective of the Mebas application at the processing plant in Oberthal was to automatically control the stepped grizzly to ensure that the maximum permissible feed rate is continually supplied to the screen while ensuring an efficient cut. For this purpose the drives of the jaw crusher, the jaw crusher discharge belt (here termed the undercrusher belt), the main belt conveyor (screen belt), flip-flow screen (**Fig. 2**), impact mill belt (oversize belt) and impact mill, which are indicated in red in Fig. 1, were included in the measurement of motor power. The coded motor power values comprehensively describe the load handled by the plant, which enables the adjustment of the feed rate to actual screen load with a narrow range of variation. An increasing fines content in the feed material is already reported by jaw crusher discharge belt. The Meba system controller processes this message together with the signals from the drives of the impact mill, main belt conveyor and screen, and calculates the adjustment setting for control of the drive frequency of the stepped grizzly feeder motor. **Fig. 3** shows an excerpt of the monitor display of the Mebas control system. In the upper bar of each two bars shown the relative and absolute value of the motor power are displayed while the lower bar indicates the relative machine load. Based on the current composition of the feed material, in the operating situation shown, the oversize belt, which is under 100 % load, limits the feed volume flow of the plant.

The success of the changeover of the crushing plant to the load-driven controlled feed was a doubling of plant efficiency. For the production of the main product, the 0/4 mm grade, the throughput rose from 30 t/h when handling optimal feed material to 60 t/h. Providing the material has the same properties, the screen can now be loaded with the maximum volume flow. The

belastungsabhängige Steuerung wurde der Becherwerksantrieb mit der Motorstromabfrage auf den Mebas-Reglereingang aufgeschaltet. Der Reglerausgang wirkt auf die Förderschnecke und die Zellenradschleusen. Auf diese Weise lassen sich Aufgabe- und Austragstrom der Mühlen auf gleicher Höhe halten; der Aufgabestrom wird den Veränderungen des Austragstromes nachgeführt. Die Abfrage erfolgt im Sekundentakt. Damit werden die Stoffströme ausreichend genau überwacht, um die Aufgaberate in engen Grenzen auf einen konstanten Mühlenfüllungsgrad auszuregeln. Die Mühlen selbst sind, entgegen der üblichen Mebas-Funktionsweise, nicht in die Belastungserfassung integriert. Grund dafür ist das große Massenverhältnis Mühle zu Mahlgutfüllung und die damit zu kleine Abhängigkeit des Antriebsmomentes vom Mahlgutfüllungsgrad.

Für die Mühle 1, die als erste auf Mebas umgestellt wurde, liegen inzwischen die Ergebnisse des ersten Betriebsjahres vor. Die Mühlenauskleidung erreichte eine Standdauer von 4.598 Produktionsstunden – nach 3.912 h im vorangegangenen Jahr. Die Differenz von 686 h entspricht einer Standdauererweiterung von gut 17,5 % für den Mühlenpanzer. An den Mühlen 2 und 3, an denen die Aufgabe seit einiger Zeit auch belastungsabhängig gesteuert wird, wird für die kommenden Jahre mit einer Erhöhung der Lebensdauer der Auskleidung bis auf 20 % gerechnet. Betriebswirtschaftlich schlägt sich die Verbesserung des Prozesses in einer Einsparung allein an Verschleißmaterial von etwa 9.000 bis 10.000 €/a nieder. Hinzu kommen Einsparungen an Arbeitskosten und Produktionsausfallkosten.

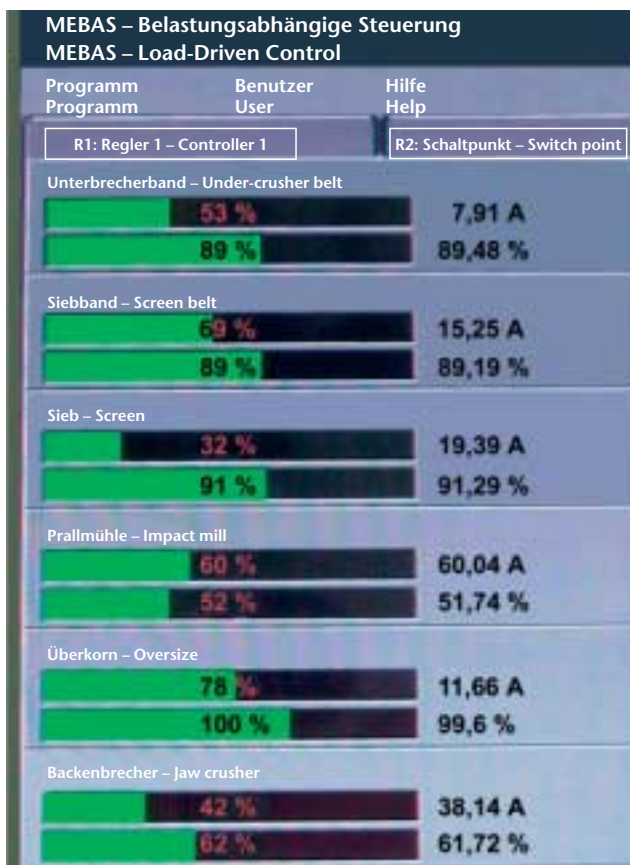


Bild 3: Monitoranzeige der Mebas-Steuerung der Brech- und Siebanlage mit Anzeige der Relativ- und Absolutwerte der Motorströme sowie der aktuellen Auslastung der Maschinenkapazitäten

Fig. 3: Monitor display of the Mebas control system for the crushing and screening plant with display of the relative and absolute values of the motor powers and the current utilization of the machine capacities

reserve capacity with which the screen was designed to handle variations in the composition of the feed material without impairing screening efficiency is freed by the Mebas control system as effectively utilizable plant capacity.

A second, economically significant effect of the modernization was that the labour requirement could be reduced at the processing plant. The function of activating and deactivating the push feeder depending on the signal of the filling sensor at the impact mill could be dropped thanks to the Mebas control system. The filling sensor only has a back-up function. The crushing plant now operates practically without any operative. Its operation is only checked in passing by the drivers of the supply vehicles. With the savings achieved, the investment costs for the Mebas system were recouped in less than one year.

### 5. Wear-Reducing Control of the Mill Filling Level

Wear of ball mill linings depends amongst other things on the maintenance of the optimal filling level of feed material, which should be approximately equal to the volume of the gaps between the grinding balls in the mill. For a fixed feed rate, the filling level varies widely depending on the range of variation of the grindability index; wear to the mill lining increases considerably. For the grinding media too, a low filling level has an adverse effect. Considerations concerning how to maintain a constant filling level led in this case to the introduction of the Mebas control system.

The grinding plant of the company in Oberthal is equipped with three ball mills for dry grinding, which are supplied from a feed silo via star wheel feeders (mill 1 and 2) or by means of a metering screw (mill 3) and downstream chutes with which the 0/4-mm feldspar grade is fed. The ground feldspar from all three mills is sent on chutes, a bucket conveyor and a buffer silo to an air separator, which separates the end-product at a cut-point of 90 µm. The end-product is then stored in four silos. The oversize is returned to the feed silo.

The mills were set to a fixed feed rate, although variations in the filling level resulted on account of the varying grinding time needed as a result of the material properties. For changeover to load-driven control, the drive power of the bucket conveyor was measured and sent to the Mebas controller input. The controller output adjusts the metering screw and the star wheel feeders. In this was the feed and discharge rate of the mills can be kept on the same level, the feed stream is tracked to the changes in the discharge rate. Polling of the drive power is performed at intervals of one second, allowing for sufficiently accurate monitoring of the material streams, to control the feed rate within narrow limits in order to ensure constant mill filling level. The mills themselves are, in contrast to the usual Mebas operating principle, not included in the load measurement. The reason is the large mass ratio of the mill to the filling of feed material and the consequently low dependence of the torque on the feed filling level.

For Mill 1, which was the first to be changed over to Mebas, the results of the first year of operation are now available. The mill lining reached a service lifetime of 4,598 production hours – compared to 3,912 h in the previous year. The difference of 686 h works out at a good 17.5-% longer lifetime of the mill lining. For Mills 2 and 3, for which the feed has also been controlled based on the load for some time now, an up to 20-% longer lifetime of the lining is expected for the next few years. In economic terms, the improvement of the process results in a saving of wear material alone of around 9,000 to 10,000 €/a. In addition savings in labour costs and production downtime costs must taken into account.

Figures: Hinz Steuerungs- u. Datentechnik, Ahaus

### Schriftum/References

[1] Rohstoffsituationsbericht Deutschland 2004

Bilder: Hinz Steuerungs- u. Datentechnik, Ahaus