

# Maßgeschneiderte Lösungen für den Erfolg unserer Kunden

## Tailored Solutions for the Success of Our Customers

Solutions sur mesure pour le succès de nos clients

Soluciones hechas a medida para el éxito de nuestros clientes.

Ing. Fritz Hofmann, Dipl.-Ing. Jürgen Gleißenberg, Enns (A)\*)

**Zusammenfassung** Bereits im letzten Jahr wurde das neue Technikum am Firmensitz von CEMTEC im oberösterreichischen Ennshafen in Betrieb genommen. Der Grund für die Investition in eine eigene Versuchsanlage war, dass CEMTEC bis Ende 2003 keine In-house-Möglichkeiten bzw. Einrichtungen zur Analyse von Schüttgütern hatte. Analytische Experimente und Untersuchungen mussten unternehmensextern durchgeführt werden. Mit der Installation und dem Start der Kugelmühlen-Pilotanlage erreicht CEMTEC einen bedeutsamen Meilenstein in der Unternehmensgeschichte. Die Inbetriebnahme der Vertikalmühlen-Pilotanlage Ende dieses Jahres wird ein weiteres wichtiges Ereignis für CEMTEC darstellen.

**Summary** Last year CEMTEC's new testing and pilot plant installation went into operation at the company's headquarters in Ennshafen in Upper Austria. CEMTEC's reason for investing in its own testing and pilot plant centre was that up to the end of 2003, CEMTEC had no in-house facility or equipment for the analysis of bulk solids. Analytic experiments and tests had to be conducted externally. With the installation and the start-up of the ball mill pilot plant, CEMTEC marked a significant milestone in its corporate history. The commissioning of the vertical mill pilot plant at the end of this year will be another key event for CEMTEC.

**Résumé** Le nouveau centre d'essai pilote de CEMTEC a déjà été mis en service l'année dernière au siège de l'entreprise à Ennshafen en Haute Autriche. La raison de cet investissement dans un propre centre d'essai était due au fait que jusqu'à fin 2003 CEMTEC n'avait pas de moyens et d'équipements d'analyse des produits en vrac au niveau interne. L'expérimentation et les essais analytiques devaient être réalisés à l'extérieur. L'installation et le démarrage de l'installation pilote pour broyeurs à boulets marque une étape importante dans l'histoire de l'entreprise CEMTEC. La mise en service de l'installation pilote pour broyeurs verticaux à la fin de cette année constitue un autre événement important pour CEMTEC.

**Resumen** Ya el año anterior se inauguró la nueva escuela técnica en la sede principal de la empresa CEMTEC ubicada en la ciudad de Ennshafen en Alta Austria. La razón por la que se realizó una inversión en una instalación de pruebas propia fue que hasta finales de 2003 CEMTEC no disponía de ninguna posibilidad ni de instalaciones para realizar análisis de productos a granel por lo que los experimentos analíticos y los ensayos tenían que llevarse a cabo fuera de la empresa. Gracias a la instalación y el inicio de la planta piloto del molino de bolas CEMTEC marca un hito significativo en la historia empresarial. La puesta en marcha de la instalación piloto de molino vertical a finales de este año representará otro evento importante para CEMTEC.

Die Nachfrage an Produkten mit hohen Qualitätsstandards und die immer spezielleren Anforderungen an die Bestandteile dieser Produkte verlangen nach effizienten Lösungen zur Herstellung dieser Rohmaterialien. Um diese effizienten Lösungen ist CEMTEC bemüht.

Unser Ziel ist es, alle Prozessschritte von Beginn der Produktion bis zum Zwischen- oder Endprodukt optimal auf die Anforderungen unserer Kunden abzustimmen.

Voraussetzung dafür ist das Ermitteln (Kennen) der Mahlbarkeit bzw. der mechanischen und chemischen Eigenschaften des Ausgangsmaterials.

Durch die rasche Entwicklung verschiedener Industrien und die zahlreichen Innovationen bei der Herstellung von Produkten sind Daten über die Mahleigenschaften von Rohmaterialien nicht ausreichend bekannt.

The demand for products with high quality standards and the increasingly specific requirements for the constituents of these products call for efficient solutions for the production of these raw materials. CEMTEC delivers such efficient solutions.

It is our aim to tailor all process steps – from the start of production to intermediate or end product so they optimally meet our customers' requirements. Precondition for this is the determination (knowledge) of the grindability or the mechanical and chemical properties of the starting material. On account of the rapid development of various industries and the many innovations in the production of products, not sufficient data on the grinding properties of raw materials is known. To realize tailored plants and machinery for our customers, all necessary properties are determined in our laboratory (Fig. 1) and pilot plant facilities.

\*) CEMTEC Cement & Mining Technology GmbH, Enns (A)

Um für unsere Kunden maßgeschneiderte Maschinen und Anlagen realisieren zu können, werden in unserem Technikum (Bild 1) und Labor alle notwendigen Eigenschaften ermittelt.



Bild 1: Durchlaufmühle DM 1230 im neuen Technikum  
Fig. 1: DM 1230 continuous mill in the new laboratory

Diese Daten stellen dann die Grundlage für die weiteren Berechnungen dar. Die Berechnung und Auslegung erfolgt mit den in unserem Haus entwickelten Berechnungsprogrammen.

Zur Bestimmung der zur Auslegung notwendigen Parameter besitzt Cemtec 3 Haupt-Equipment-Gruppen:

1. Maschinen (Mühlen) zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften
2. Ausstattung zur Bestimmung thermischer Eigenschaften
3. Labortechnisches Equipment

### 1. Maschinen (Mühlen) zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften

Unser Technikum verfügt, bezogen auf die Bestimmung der mechanischen Eigenschaften, über 1 Backenbrecher und 9 verschiedene Mühlen.

#### Backenbrecher

- BB 220

#### Rohrmühlen – Mahlkörper: Eisenkugeln

- BM 0303 Batchmühle zur Bestimmung der Mahlbarkeit
- BM 0504 Batchmühle trocken und nass
- BM 0809 Batchmühle trocken
- DM 0607 Durchlaufmühle trocken und nass
- DM 1230 Durchlaufmühle trocken und nass

#### Rohrmühlen – Mahlkörper: Eisenstäbe

- SM 0306 Batchmühle zur Bestimmung der Mahlbarkeit nach Bond

#### Rohrmühlen – Mahlkörper: Keramikugeln ( $Al_2O_3$ )

- BM 0504k Batchmühle trocken und nass

#### Vertikalmühlen (Walzenschüsselmühlen)

- VRM 200
- VRM 600

#### 1.1 Backenbrecher

Der Backenbrecher BB 220 (Bild 2) dient hauptsächlich zur Vorzerkleinerung für unsere Mühlen sowie zu Testvorbereitungen und Kundenreferenz.

This data then provides the basis for further calculations. The calculations and designs are performed with the calculation programs developed in-house.

For determination of the parameters necessary for design, Cemtec has three main groups of equipment:

1. machines (mills) for determination of the mechanical properties
2. equipment for determination of thermal properties
3. laboratory equipment

### 1. Machines (Mills) for Determination of Mechanical Properties

For determination of the mechanical properties, our testing and pilot plant facility is equipped with one jaw crusher and nine mills.

#### Jaw crusher

- BB 220

#### Tube mills – grinding media: iron beads

- BM 0303 batch mill for determination of grindability
- BM 0504 batch mill – dry and wet
- BM 0809 batch mill
- DM 0607 continuous mill –dry and wet
- DM 1230 continuous mill – dry and wet

#### Tube mill – grinding media: iron bars

- M 0306 batch mill for the determination of grindability after Bond

#### Tube mills – grinding media: ceramic beads ( $Al_2O_3$ )

- BM 0504k batch mill dry and wet

#### Vertical mills (roller mills)

- VRM 200
- VRM 600

#### 1.1 Jaw crusher

The BB 220 jaw crusher (Fig. 2) is used mainly for pre-comminution upstream of our mills, as well as for test preparation and customer reference.

The feed opening measures 220 mm in width and 180 mm in depth, with continuous feeding, the throughput rate ranges between 300 and 500 kg/h depending on the feed size.

#### 1.2 Bond Test

An important parameter in the design of grinding circuits is "Bond's work index", abbreviated to "Wi". Wi describes the spe-



Bild 2: Backenbrecher BB 220, Detail  
Fig. 2: Detail of the BB 220 jaw crusher



Bild 3: Batchmühle BM 0303  
Fig. 3: BM 0303 batch mill

Die Maulweite beträgt Breite 220 mm und die Tiefe 180 mm, bei kontinuierlicher Beschickung beträgt der Durchsatz zwischen 300 und 500 kg/h je nach Korngröße.

### 1.2 Bond Test

Ein wichtiger Parameter bei der Berechnung von Mahlkreisläufen ist der „Work index nach Bond“, kurz „Wi“. Der Wi beschreibt die erforderliche spezifische Mahlenergie von Mineralien und Schüttgütern in kWh/t. Dieser in einer BM 0303 (Bild 3), unter definierten Bedingungen, ermittelte Mahlbarkeitskoeffizient wird dann in die Bond-Formel zur Ermittlung des Energiebedarfs eingesetzt.

Der Materialbedarf für diesen Versuch beträgt ca. 15 bis 20 kg je nach Korngröße eventuell auch mehr.

$$W = 10 \times Wi \times EF2 \times EF7 \times (1 / \sqrt{(P)} - 1 / \sqrt{(F)})$$

Weitere wichtige Parameter zur Auslegung von Rohrmühlen sind die Korngröße des Aufgabegutes (F), die des gewünschten Produktes (P), die Feuchte, die Schütt- und die Rohdichte.

### 1.3 Batch Test

Aufgrund sehr feiner Korngröße des Aufgabegutes ist bei manchen Materialien eine Durchführung des Bondtestes nicht möglich bzw. nicht aussagekräftig.

Aus diesem Grund versucht man in einer Batchmühle den Energiebedarf zu ermitteln (Bild 4). Der Materialbedarf für diesen Versuch beträgt ca. 20 bis 25 kg.



Bild 5: Batchmühle BM 0809  
Fig. 5: BM 0809 batch mill



Bild 4: Batchmühle BM 0504  
Fig. 4: BM 0504 batch mill

cific grinding energy requirement of minerals and bulk solids in kWh/t. This grindability coefficient determined in a BM 0303 (Fig. 3), under defined conditions, is then used in the Bond formula for calculation of the energy required.

The material requirement for this test ranges between 15 and 20 kg depending on the particle size and in some cases perhaps even more.

$$W = 10 \times Wi \times EF2 \times EF7 \times (1 / \sqrt{(P)} - 1 / \sqrt{(F)})$$

Other important parameters for the design of tube mills are the particle size of the feed material (F), that of the required product (P), moisture content, bulk and apparent density.

### 1.3 Batch Test

On account of the very fine particle size of the feed material, for some materials it is not possible or useful to conduct the Bond test. For this reason, a batch mill is used to determine the energy requirement (Fig. 4). The material requirement for this test is around 20 to 25 kg.

### 1.4 Contract grinding in batch operation

Quite a few of our customers require relatively large quantities (200–500 kg) ground material for further tests or as reference samples for future plants. These products are prepared in the BM 0809 (Fig. 5). Finenesses down to D50 = 7 µm are obtained. The minimum material requirement is 70 kg, around 100 kg can be milled in one filling.



Bild 6: Durchlaufmühle DM 0607  
Fig. 6: DM 0607 continuous mill



Bild 7: Hydrozyklon im geschlossenen Kreislauf  
Fig. 7: Hydrocyclone, closed circuit

#### 1.4 Lohnvermahlung im Batchbetrieb

Nicht wenige unserer Kunden benötigen größere Mengen (200–500 kg) gemahlenes Material für ihre weiteren Untersuchungen oder als Musterproben für zukünftige Anlagen. Die Herstellung dieser Produkte wird bei uns mit der Mühle BM 0809 (Bild 5) realisiert. Dabei werden Feinheiten von bis zu  $D_{50} = 7 \mu\text{m}$  erzeugt.

Der Mindestmaterialbedarf beträgt 70 kg, es können ca. 100 kg bei einer Füllung vermahlen werden.

#### 1.5 Durchlaufmühle DM 0607

Mit der Durchlaufmühle DM 0607 (Bild 6) werden Projekte für Forschung und Entwicklung sowie Lohnvermahlungen durchgeführt. Die DM 0607 kann im geschlossenen und offenen Kreislauf betrieben werden, sowohl trocken als auch nass. Im geschlossenen Kreislauf fungiert als Separator ein Hydrozyklon (Bild 7) oder ein Sieb.

Den Materialbedarf bestimmen unsere Kunden. Es werden jedoch mindestens 300 bis 500 kg benötigt.

#### 1.6 Durchlaufmühle DM 1230 (Mahlanlage)

Die Nutzung der Durchlaufmühle DM 1230 (Bild 1, 8) gliedert sich in 3 Gruppen auf, einmal in Mustermahlungen in kleinerem Maßstab für unsere industriellen Großanlagen zur Kundenpräsentation bzw. die Ermittlung des Energiebedarfes, des Weiteren für Zwecke der Forschung und Entwicklung und natürlich auch als Lohnvermahlung. Die Mühle hat einen Durchmesser von 1,2 m und ist 3,0 m lang. Betrieben wird sie im geschlossenen und offenen Kreislauf, hauptsächlich als Trockenmahlung aber auch als Nassmahlung.

Im geschlossenen Kreislauf stehen zwei Sichter, ein Feinsichter und ein Feinstsichter (Trennschnitt  $4 \mu\text{m}$ ) zur Verfügung und auch ein Chargenbetrieb ist möglich. Die beiden Sichter können



Bild 9: Stabrohmühle SM 0306  
Fig. 9: SM 0306 rod tube mill



Bild 8: Durchlaufmühle DM 1230  
Fig. 8: DM 1230 continuous mill

#### 1.5 DM 0607 continuous mill

The DM 0607 continuous mill (Fig. 6) is used for R&D projects as well as for contract grinding. The DM 0607 can be operated in a closed and open circuit, both dry and wet. In closed circuits, a hydrocyclone (Fig. 7) or screen is used as a separator.

The material requirement is defined by our customers. But a minimum of 300 to 500 kg is necessary.

#### 1.6 DM 1230 continuous mill (grinding plant)

The DM 1230 continuous mill (Fig. 1, 8) is used for three groups of applications, first for reference grindings on a relatively small scale for our large-scale industrial plants for customer presentation and the determination of the energy requirement, secondly for research and development and thirdly, naturally for contract grinding. The mill has a diameter of 1.2 m and measures 3.0 m long. It is operated in closed and open circuits, mainly for dry grinding, but also for wet grinding.

In the closed circuit two air separators, a fine separator and ultrafine separator (cutpoint  $4 \mu\text{m}$ ) are available and even batch operation is possible. The two separators can be operated independently (without the mill). The minimum material requirement is 3 t for the plant and around 200 kg just for separation.

#### 1.7 Bond test with SM 0306

As already in the Bond mill with beads, a SM 0306 rod tube mill (Fig. 9) is used for the determination of the "work index after Bond". As the name already suggests, instead of beads, rods are used as the grinding media. The determined energy requirement



Bild 10: Batchmühle BM 0504k  
Fig. 10: BMK 0504 batch mill



Bild 11: Vertikalmühle VRM 200  
Fig. 11: VRM 200 vertical mill

Bestimmung des „Work index nach Bond“ eingesetzt. Wie der Name schon sagt, werden als Mahlkörper nicht Kugeln, sondern Stäbe eingesetzt. Der damit ermittelte Energiebedarf, wird zur Auslegung der Stabrohmühlen benötigt. Der Materialbedarf für diesen Versuch beträgt ca. 15–20 kg.

### 1.8 Batchtest mit der BMK 0504

Die BMK 0504 (Bild 10) entspricht der BM 0504 mit dem Unterschied, dass die Auskleidung und die Mahlkörper aus  $Al_2O_3$  bestehen, wodurch sich naturgemäß ein anderer Energiebedarf ergibt. Die Einsatzbereiche sind Lohnvermahlungen, Weißegradbestimmungen, für eisenfreie Mahlung der Glas- und keramischen Industrie. Der Materialeinsatz ist ähnlich der BM 0504 und beträgt zwischen 20 und 25 kg.

### 1.9 Vertikalmühle VRM 200

Wie bei der Kugelmühle, so ist auch bei der Vertikalmühle die Ermittlung des Energiebedarfes bezogen auf das zu mahlende Material und dessen Feinheit einer der wichtigsten Parameter. Der Tellerdurchmesser der VRM 200 beträgt 200 mm und sie besitzt 2 Mahlwalzen (Bild 11). Mit dem integrierten Sieher können Trennschnitte von 40  $\mu m$  bis 200  $\mu m$  hergestellt werden. Der Mindestmaterialbedarf beträgt 50 kg.

### 1.10 Vertikalmühle VRM 600

Der Mahltellerdurchmesser der VRM 600 beträgt 600 mm und sie besitzt 3 Mahlwalzen (Bild 12). Die Hauptaufgabe der VRM besteht wiederum in der Ermittlung des Energiebedarfs zur Auslegung von Mühlengrößen und als Kundenpräsentation. Sie wird im geschlossenen Kreislauf betrieben, mit integriertem Sieher. Der Materialbedarf liegt zwischen 3 und 5 t.

Nach Ermittlung aller notwendigen Parameter wird die Mahlleistung errechnet. Die Dimensionierung von Kugelmühlen erfolgt unter Berücksichtigung folgender Kenngrößen, wie z. B.:

- Innendurchmesser und Mahlbahnlänge
- Füllgrad der Mühle
- Schüttgewicht der Mahlkugeln
- Drehzahl der Mühle
- Mahlkugeldurchmesser.

Die Dimensionierung von Vertikalmühlen erfolgt unter Berücksichtigung folgender Kenngrößen, wie z. B.:

- Tellerdurchmesser
- Walzenanzahl
- Luftbedarf
- Sichtertypen

auch separat (ohne Mühle) betrieben werden. Der Mindestmaterialbedarf liegt bei 3 t für die Anlage und bei Nur-Sichtung bei ca. 200 kg.

### 1.7 Bond Test mit SM 0306

Wie schon bei der Bondmühle mit Kugeln, so wird auch die Stabrohmühle SM 0306 (Bild 9) zur

is needed for design of rod tube mills. The material requirement for this test totals around 15–20 kg.

### 1.8 Batch test with the BMK 0504

BMK 0504 (Fig. 10) corresponds to the BM 0504 with the difference that the lining and the grinding media consist of  $Al_2O_3$ , which, naturally results in a different energy requirement. The applications are contract grinding, whiteness determination, for iron-free grinding for the glass and ceramics industry. The material input is similar to that for the BM 0504 and ranges between 20 and 25 kg.

### 1.9 VRM 200 vertical mill

Like the ball mill, the vertical mill is used primarily to determine the energy requirement relative to the material to be ground and its fineness. The disk diameter of the VRM 200 measures 200 mm and it is fitted with two grinding rollers (Fig. 11). With the integrated air separator, cut-points of 40  $\mu m$  to 200  $\mu m$  can be obtained. The minimum material requirement is 50 kg.

### 1.10 VRM 600 vertical mill

The grinding disk diameter of the VRM 600 measures 600 mm and it is fitted with three grinding rollers (Fig. 12). The main purpose of the VRM is again the determination of the energy requirement for the design of mill sizes and for customer presentations. It is operated in a closed circuit, with an integrated air separator. The material requirement is between 3 and 5 t.

After determination of all necessary parameters, the grinding rate is calculated. The sizing of the mill is also based on other characteristics, such as:

- Inner diameter and grinding track length
- Filling degree of the mill
- Bulk weight of the grinding beads
- Speed of the mill
- Grinding bead diameter.

The vertical mills are sized on the basis of the following parameters:

- Disk diameter
- Number of rollers
- Air requirement
- Type of air separator.

## 2. Equipment for Determination of Thermal Properties

Our laboratory is equipped with:

- a drying cabinet controllable between 20–300° C
- a warming cabinet controllable between 20–1300° C
- a hot gas generator of the VRM 600

Analyses of the surface moisture, drying (Fig. 13), suspension drying, losses on ignition, or evaporation tests are performed. An option is also available to perform,



Bild 12: Grafische Darstellung der Vertikalmühle VRM 600  
Fig. 12: Graphic chart of the VRM 600 vertical mill



Bild 13: Trockenschrank  
Fig. 13: Drying cabinets



Bild 14: Labor  
Fig. 14: Laboratory

## 2. Ausstattung zur Bestimmung thermischer Eigenschaften

Unser Labor verfügt über:

- einen Trockenschrank 20–300 °C regelbar
- einen Wärmeschrank 20–1300 °C regelbar
- einen Heizgaserzeuger der VRM 600

Es werden vor allem Untersuchungen der Oberflächenfeuchte, Trocknung (Bild 13), Suspensionsaustrocknungen, Glühverluste oder Ausdampfversuche vorgenommen. Es besteht auch die Möglichkeit, mit unserem Partner thermische Untersuchungen im indirekt beheizten und direkt beheizten Drehrohrföfen durchzuführen.

## 3. Labortechnisches Equipment

Wir führen in unserem Labor (Bild 14) Untersuchungen der Kornverteilung durch, mit Vibrationssieben als Trocken- und Nass-Siebung, Luftstrahlsieb und Partikelgrößenmessgerät Mastersizer 2000 (Bild 15) mit Nass- und Trockendispergierung.

Des Weiteren werden auch Feinheitsbestimmungen mit Blainemessgerät, Feuchte-Bestimmungsmessgerät MX 50, Zylinder für Schüttdichte, Pycnometer, pH-Wertmessgeräte sowie mikroskopische Untersuchungen durchgeführt.

In unserem Labor werden folgende Untersuchungen angeboten:

- Oberflächenfeuchte
- Feuchte
- Kornform
- Schüttdichte
- Kornrohddichte
- Abschlämmbare Bestandteile (Auswaschverfahren)
- Wasseraufnahme von porigen Gesteinskörnungen
- Sulfatgehalt
- Chloridgehalt
- Korngrößenverteilung (Vibrationssieb, Luftstrahlsieb oder Mastersizer 2000) bis 0,02 µm
- Mahlfineinheit durch spezifische Oberflächenbestimmung nach Blaine
- Schüttdichte (Einlaufgerät nach Böhme)
- Raumbeständigkeit
- pH-Wertbestimmung
- Neutralisation
- Glühverlust
- Mikroskopische Aufnahmen (Bild 16)

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind die Basis für den Erfolg unserer Kunden.



Bild 15: Geräte zur Feinheitsbestimmung  
Fig. 15: Equipment for fineness analyses



Bild 16: Kubische Sandkornzusammensetzung eines Natur-sandes

Fig. 16: Cubic sand grain composition of a natural sand

together with our partner, thermal analyses in the indirectly heated and directly heated rotary tube kiln.

## 3. Laboratory Equipment

In our laboratory (Fig. 14) we perform particle distribution analysis, with vibrating screens in dry and wet screening, air jet screen and Mastersizer 2000 (Fig. 15) particle size analyser, with wet and dry dispersion.

Further, fineness analyses are conducted with a Blaine analyser, moisture determination analyser MX 50, cylinder for bulk density, pycnometer, pH value gauges and microscopic analyses.

The following tests can be conducted in our laboratory:

- Surface moisture
- Moisture content
- Particle shape
- Bulk density
- Particle apparent density
- Slimes content (washing process)
- Water absorption of porous rocks
- Sulphate content
- Chloride content
- Particle size distribution (vibrating screen, air jet screen or Mastersizer 2000) to 0.02 µm
- Ground fineness based on specific surface area determination after Blaine
- Bulk density (Böhme's analyser)
- Volume stability
- pH value determination
- Neutralization
- Loss on ignition
- Microscope images (Fig. 16)

The results of these tests form the basis of our customers' success.