

Compact, robust and high-performance:
New ERC25-25 eccentric roll crusher
revolutionizes primary crushing in under-
ground mines.

Kompakt, robust und leistungsstark:
Neuer Exzenterwalzenbrecher ERC25-25
revolutioniert die Primärzerkleinerung
unter Tage.

Dr. Piotr Szczelina, Frank Drescher, Dr. Falk Silbermann

Reprint from issue 05/2017





*Dr.-Ing. Piotr Szczelina
Research and Development – Minerals
thyssenkrupp Industrial Solutions AG, Beckum/Deutschland*

Nach dem Maschinenbaustudium an der AGH Wissenschaftlich-Technische Universität in Krakau mit dem Schwerpunkt Aufbereitungsmaschinen (1988–1994) arbeitete Piotr Szczelina als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Aufbereitungsmaschinen der TU Bergakademie Freiberg (1995–2000). Während dieser Zeit folgte die Promotion zum Thema Auslegung von Backenbrechern durch Modellierung des Körnerverhaltens. Seit 2000 arbeitet Piotr Szczelina in der Forschung und Entwicklung bei thyssenkrupp und befasst sich mit der Entwicklung von Aufbereitungsmaschinen.

*Dipl.-Ing. Frank Drescher
Leiter Produktbereich Brechtechnik/Head of Product Division Crushing Technology
thyssenkrupp Industrial Solutions AG, Beckum/Deutschland*

*Dr.-Ing. Falk Silbermann
Leiter Technology, Innovation & Sustainability, Mineral Processing Department
thyssenkrupp Industrial Solutions AG, Beckum/Deutschland*

www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com

Kompakt, robust und leistungsstark Compact, robust and high-performance

Neuer Exzenterwalzenbrecher ERC25–25 revolutioniert
die Primärzerkleinerung unter Tage

Zusammenfassung: thyssenkrupp gelingt mit der Entwicklung des neuen Exzenterwalzenbrechers ERC25-25 ein Quantensprung im Bereich der Primärzerkleinerung unter Tage. Durch seine besonders flache und robuste Bauweise sowie hohe Durchsätze von bis zu 3000 Tonnen pro Stunde kann der ERC25-25 hartes Gesteinsmaterial im unterirdischen Betrieb effizient und ökonomisch verarbeiten. Gleichzeitig eignet er sich für den Einsatz über Tage in mobilen und semimobilen Brechanlagen. Die Vorteile des neuen Brechers wurden mithilfe umfangreicher Berechnungen, DEM-Simulationen und Tests unter realen Bedingungen nachgewiesen.

New ERC25–25 eccentric roll crusher revolutionizes
primary crushing in underground mines

Summary: thyssenkrupp has developed the new eccentric roll crusher ERC25-25. In the following article, the development of the crusher is discussed with the aid of DEM simulations of the comminution processes. After extensive tests had been carried out with the first ERC25-25 under industrial conditions, the most important process and machine parameters regarding throughput, power consumption and product could be determined. Thanks to its particularly flat and robust design and high throughputs of up to 3000 t/h, it is suitable both for operation in underground mines and in the mobile or semi-mobile crushing plants of above-ground applications.



Quelle/Source: thyssenkrupp

Testanlage mit dem Exzenterwalzenbrecher • Test plant with the eccentric roll crusher

1 Motivation und Anforderungen an den neuen Brecher

Die Primärzerkleinerung unter Tage direkt am Abbauort durchzuführen, ist für Minenbetreiber in der Regel eine attraktive Lösung, die gegenüber dem Abbau über Tage einige Vorteile bietet. Für die nachfolgende Verarbeitung kann das Material von hier aus mit Bandanlagen weitertransportiert werden – im Vergleich mit anderen Abbaumethoden eine effiziente und ökonomische Alternative. Die Herausforderung für die eingesetzte Brechtechnik liegt hierbei vor allem im meist stark begrenzten Platzangebot in den untertägigen Tunneln und Kavernen, woraus sich besondere Anforderungen an das Brecher-Design ergeben.

Sowohl Kiesel- als auch Backenbrecher haben sich seit Jahrzehnten bei der Zerkleinerung von Hartgestein bewährt, aber sie erfordern für den unterirdischen Betrieb aufgrund der großen Bauhöhe die Erstellung großvolumiger und kostenintensiver Kavernen. Obwohl sich "niedrigbauende" Brecher wie Doppelwalzenbrecher und Sizer in der Industrie für die Primärzerkleinerung etabliert haben, gelten sie als nicht gut geeignet, hartes Gesteinsmaterial effizient und ökonomisch zu verarbeiten.

Der Erzabbau bei großen Durchsatzleistungen findet heute meist übertägig statt. Mit zunehmender Tiefe ist der Über-

1 Motivation and requirements placed on the new crusher

For mine operators, carrying out the primary crushing below ground and directly at the working face is generally an attractive solution which offers a number of advantages compared to open cast mining. For subsequent processing, the discharged material can be transported from the crusher by belt conveyor systems – an efficient and economical alternative compared to other extraction methods. The challenge for the applied crushing technology is primarily the limited space available in the underground tunnels and caverns, which results in special requirements for the crusher design.

Both gyratory and jaw crushers have proven themselves in the field of hard rock crushing for decades, but due to their large overall height have the disadvantage of requiring the construction of large-volume and cost-intensive caverns for underground operation. Although "low-profile" crushers such as double roll crushers and sizers have established themselves in the industry for primary crushing, they are considered to be not well suited to processing hard rock efficiently and economically.

Today, the extraction of ore with large throughputs mostly takes place in open-cast mines. However, with increasing depth, open-

tageabbau mit immer größeren Risiken und Kosten verbunden. Große Erdrutsche in Tagebauen haben in letzten Jahren wiederholt zu enormen Schäden geführt. Auch die hohen Kosten des Materialtransports, meist mit großen SKWs, aus den Tiefsohlen verringern die Wirtschaftlichkeit dieser Gewinnungsart.

Alternativ werden Erze und Hartgesteine im Untertagebetrieb gewonnen. Die untertägigen Abbaumethoden stellen besondere Anforderungen an die vor Ort installierte Aufbereitungstechnik, insbesondere hinsichtlich Kompaktheit, Mobilität und Wartungsfreundlichkeit. Aus diesem Grund suchen einige Minenbetreiber nach alternativen Abbaumethoden. Für diese Abbaumethoden werden neue Aufbereitungsmaschinen benötigt. Vor allem für die erste Zerkleinerungsstufe im Bergwerk werden Brecher gesucht, die besondere Anforderungen erfüllen, die sich aus der Spezifik dieser Abbaumethoden ergeben. Die Abbauorte werden relativ oft verschoben und mit ihnen die Aufbereitungsstellen. Um die Kosten zu minimieren, werden die untertägigen Anlagenstandorte, auch Kavernen genannt, möglichst klein gehalten. Jeder zusätzliche Höhenmeter einer solchen Kaverne ist mit großen Investitionskosten verbunden. Die im Vergleich große Bauhöhe herkömmlicher Hartgesteinsbrecher ist daher oft von Nachteil.

Daraus resultierten zwei wichtige Grundanforderungen an die Neuentwicklung des Brechers: eine flache, kompakte Bauart, Transportfähigkeit und einfache Wartung unter Tage. Darüber hinaus muss der Brecher in der Lage sein, Hartgestein mit Aufgabestückgrößen von bis zu 2000 x 1500 x 1000 mm zu verarbeiten.

Die Gesteinsfestigkeit und der Quarzgehalt sind in der Erzaufbereitung in den meisten Fällen hoch. Dies stellt hohe Ansprüche an die Maschine in Bezug auf Verschleißfestigkeit und leichte Austauschbarkeit der Brechwerkzeuge. Im Abbauprozess kann es vorkommen, dass der Brecher durch Fremdkörper oder andere Ursachen überlastet wird. Für diese Fälle soll ein entsprechender Schutz eingebaut werden.

2 Exzenterwalzenbrecher als Lösung

Auf Basis dieser Anforderungen wurden unterschiedliche Brechprinzipien analysiert und verglichen. Die Wahl fiel schließlich auf ein Zerkleinerungsprinzip mit einer Exzenterwalze. Ein zwischen zwei Brechwänden exzentrisch angeord-

cast mining is associated with ever greater risks and costs. Large landslides in open-cast mines have repeatedly led to enormous damage in recent years. Also the high costs of material transportation – usually by large heavy-duty trucks – from the deep extraction faces reduce the profitability of this type of mining.

Alternatively, ores and hard rocks are extracted in underground mining operations. The underground mining methods place particular demands on the processing technology installed at the site, particularly with regard to their compactness, mobility and maintenance-friendliness. For this reason, some mine operators are looking for alternative mining methods. For these alternative methods new processing machines are needed. Above all, for the first in-mine crushing stage, crushers are sought which fulfill special requirements resulting from the specificity of these mining methods. The working faces and thus the processing sites are relocated relatively often. In order to minimize the costs, the underground plant sites, also known as caverns, are kept as small as possible. Each additional metre in the height of such a cavern entails large investment costs. The comparatively large construction height of conventional hard rock crushers is therefore often disadvantageous.

This resulted in two important basic requirements for the new development of the crusher: a flat, compact design, transportability and easy underground maintenance. In addition, the crusher in must be able to process hard rock with a feed size of up to 2000 x 1500 x 1000 mm.

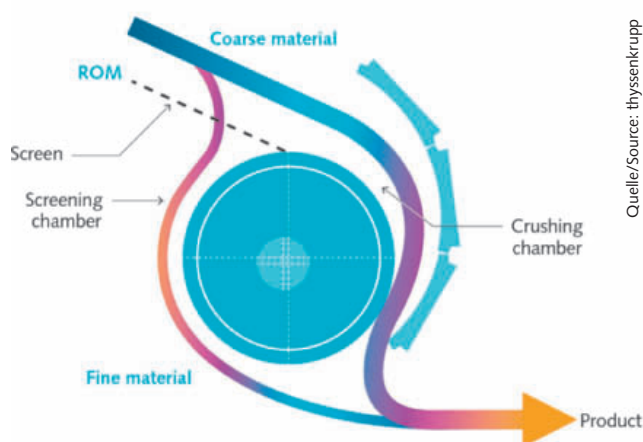
In the field of ore processing, the strength and quartz content of the rock are high in most cases. This places high demands on the machine with regard to wear resistance and easy interchangeability of the crushing elements. In the mining process, it is possible that the crusher could be overloaded due to foreign bodies or other causes. A suitable overload protection has to be installed for such cases.

2 Eccentric roll crusher as the solution

On the basis of these requirements, different crushing principles were analyzed and compared. The choice finally fell on a crushing principle with an eccentric roll. A roll body arranged eccentrically between two crushing walls appeared to enable a simple, compact construction.

Fig. 1 depicts the schematic diagram of the eccentric roll crusher. The idea was to build a crusher with an integrated screen as a compact machine. The machine has a crushing chamber and a screening chamber, between which an eccentrically mounted roll is arranged. The roll shell is freely rotatable. On the other side of the crushing chamber an adjustable crushing wall is installed.

The feed material (ROM = Run of Mine) is fed into a large inlet zone. The stream of material is divided into two partial streams. The first stream, the fine material, is screened off and passes into the screening chamber and then onto a discharge belt. The second stream, comprising coarse material, is transported into the crushing chamber and crushed between the eccentrically moving roll and the crushing wall. The crushed product is subsequently fed onto the same discharge belt as the fine material.



1 Prinzipskizze des neuen Brechers
Schematic diagram of the new crusher

netter Walzenkörper schien einen einfachen, kompakten Aufbau zu ermöglichen.

In **Bild 1** ist die Prinzip-Skizze des Exzenterwalzenbrechers dargestellt. Die Idee war, einen Brecher mit einem an diesem Brecher integrierten Sieb als kompakte Maschine zu bauen. Die Maschine hat einen Brechraum und einen Siebraum, zwischen denen eine exzentrisch gelagerte Walze angeordnet ist. Der Mantel der Walze ist frei drehbar. Der Brechraum ist von der anderen Seite mit einer einstellbaren Brechwand ausgerüstet.

Das Aufgabematerial (ROM = Run of Mine) wird in einem großen Einlaufbereich zugeführt. Dabei wird der Materialstrom in zwei Teilströme aufgeteilt. Der erste Strom, das Feinmaterial, wird abgesiebt und gelangt in den Siebraum und dann auf ein Abzugsband. Der zweite Strom aus grobem Material wird in den Brechraum transportiert und zwischen der exzentrisch bewegten Walze und der Brechwand zerkleinert. Danach gelangt das Produkt auf das gleiche Abzugsband wie das feine Material.

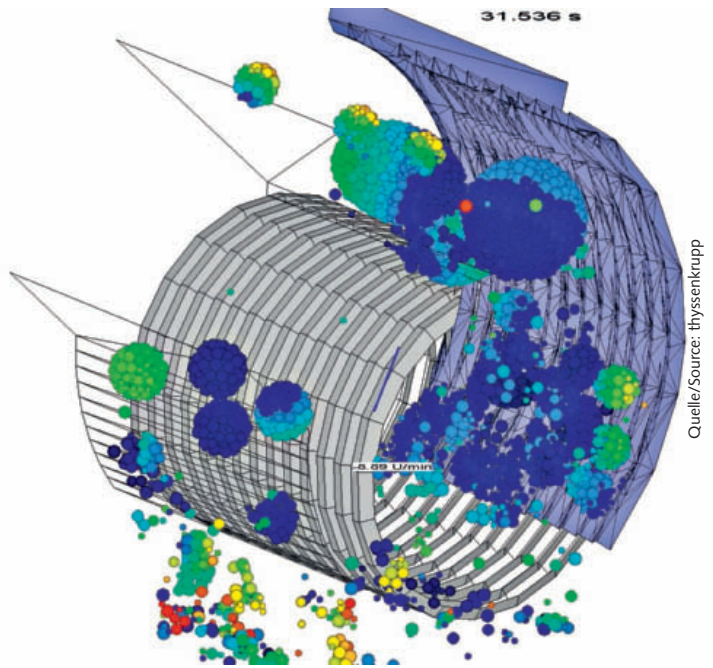
Durch das gewählte kinematische Konstruktionsprinzip ist bei der exzentrischen Bewegung der Walze der Hub überall im Brechraum gleich. Die Zerkleinerungsintensität des Brechers wird dadurch, im Vergleich zu anderen Brechern, gesteigert. Einer der wesentlichen Vorteile ist auch, dass das feine Material abgesiebt wird und nicht in den Brechraum gelangt. Das reduziert die Leistungsaufnahme des Elektro-Motors, die Belastung der Maschine sowie die Wahrscheinlichkeit des Kompaktierens. Dadurch wird die Effizienz der Maschine deutlich gesteigert.

3 Verifizierung der Idee für den neuen Brecher durch DEM Simulationen

Die Vorteile des neuen Brechers ERC25-25 wurden durch verschiedene Berechnungen und Simulationen verifiziert. Die Diskrete-Elemente-Methode (DEM) kann zur Simulation der Förder- und Zerkleinerungsprozesse in der Aufbereitungstechnik genutzt werden. Dabei werden die einzelnen Steine als Ersatzmodelle in einem Prozessraum nachgebildet und simuliert. Diese Methode wurde schon vereinfacht Ende der 1990er Jahre verwendet, um die Zerkleinerungsprozesse in Backenbrechern [1] zu simulieren.

Seitdem wurde dieses Verfahren bei thyssenkrupp eingesetzt und für Brechvorgänge weiterentwickelt. Dazu mussten die Berechnungsprogramme entsprechend modifiziert werden [4]. Der Exzenterwalzenbrecher wurde in einem vereinfachten Brechraummodell dreidimensional nachgebildet. Um die Zerkleinerungsprozesse im Brechraum zu simulieren, waren auch die Kenntnisse u.a. der Bruchfunktionen und der Kräfte notwendig [1]. In **Bild 2** ist ein Ersatzmodell des Brechers und des DEM-simulierten Zerkleinerungsprozesses dargestellt.

Die DEM-Simulationen haben das Zerkleinerungskonzept des neuen Brechers bestätigt und eine gute Indikation für Durchsatz, Materialfluss, Belastungen der Maschine und des Produkts gegeben. Dabei wurde auch die Brechraumgeometrie optimiert. Auf Grundlage der Erkenntnisse aus den DEM-Simulationen und weiteren Tests mit einem Modellbrecher wurden die Entwicklung und der Bau der neuen Maschine im Industriemaßstab vorangetrieben.



2 DEM-Simulationen des neuen Brechers ERC25-25
DEM simulations of the new ERC25-25 crusher

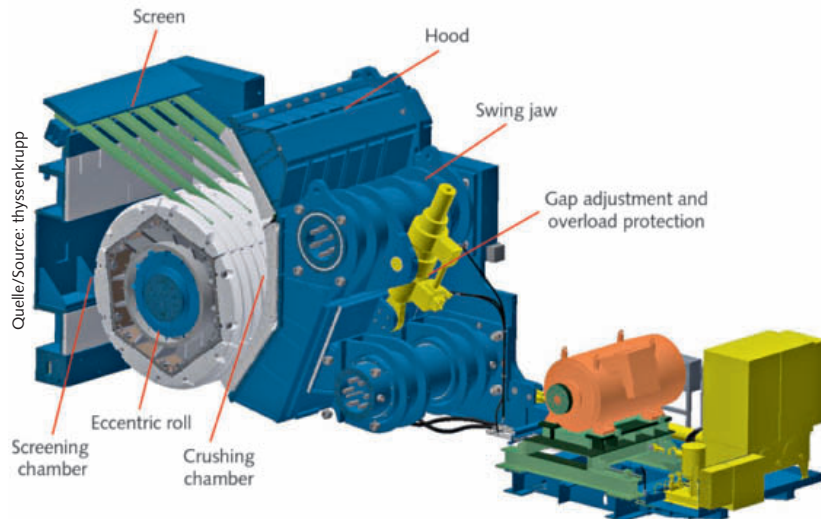
Due to the chosen kinematic design principle, the stroke is equal everywhere in the crushing chamber. This increases the comminution intensity of the crusher compared to other crusher types. One of the important advantages is also that the fine material is screened off and does not enter the crushing chamber. This reduces the power consumption of the electric motor, the load on the machine and the probability of material compaction. This significantly increases the efficiency of the machine.

3 Verification of the idea for the new crusher by DEM simulations

The advantages of the new ERC25-25 crusher were verified by various calculations and simulations. The discrete element method (DEM) can be used for simulating the conveying and comminution processes in the processing system. The individual rocks are replicated and simulated as analogous models in a processing zone. This method had already been used in the late 1990s to simulate the crushing processes in jaw crushers [1].

Since then, this method has been used at thyssenkrupp, and further developed for crushing processes. For this purpose, the calculation programs had to be modified accordingly [4]. The eccentric roll crusher was modeled three-dimensionally in a simplified crushing chamber model. In order to simulate the comminution processes in the crushing chamber, the necessary knowledge included the breakage functions and the forces involved [1]. **Fig. 2** shows an analogous model of the crusher and of the DEM-simulated comminution process.

The DEM simulations confirmed the comminution concept of the new crusher and provided a good indication of the throughput, material flow and loading of the machine and the product. They also enabled an optimization of the crushing chamber geometry. On the basis of the findings from the DEM simulations and further tests with a model crusher, the develop-



3 Hauptbaugruppen des Exzenterwalzenbrecher ERC25-25
Main components of the ERC25-25 eccentric roll crusher

4 Entwicklung des neuen Brechers in der Industriegröße

Die wichtigsten Anforderungen an den neuen Brecher waren, neben einer kompakten Bauweise, ein Durchsatz von 1000–2000 t/h und der Umgang mit maximalen Korngrößen von bis zu 2000 x 1500 x 1000 mm. Auf Grundlage dieser Größen wurden für den Industriebrecher eine Walzenbreite von 2500 mm und ein Walzendurchmesser von 2500 mm festgelegt. Zu den Hauptbaugruppen des Brechers gehören Exzenterwalze, Brechraum, Sieb und Siebraum, Aufsetzkasten und Schwinge sowie Spaltverstellung und Überlastsicherung (Bild 3).

Die Exzenterwalze ist das Brechorgan des Brechers. Sie ist auf der Exzenterwelle zwischen Sieb- und Brechraum angeordnet. Durch die exzentrische Bewegung der horizontalen Walze entsteht eine Hin- und Her-Bewegung zur festen Brechwand. Das zwischen den beiden Organen befindliche Material wird dadurch zerkleinert. Als Verschleißschutz werden an der Walze Brechbacken angeschraubt. Die Walze ist über zwei Lager auf der Exzenterwelle positioniert. Durch diese Anordnung wird das freie Drehen der Walze ermöglicht. Die Zerkleinerung findet somit ständig in einem anderen Bereich auf der Walzenoberfläche statt. Der Verschleiß der Brechbacken wird dabei vereinheitlicht und die Standzeiten der Brechbacken erhöht. Die Exzenterwelle ist im Gehäuse in den zwei Gehäuselagern eingebaut und gestützt. Am Ende der Exzenterwelle sind zwei große Schwungmassen – die Keilriemenscheibe und die Schwungscheibe – angeordnet. Diese Schwungmassen haben die Aufgabe, die in dem Zerkleinerungsprozess entstehenden Leistungsspitzen zu reduzieren.

Durch die im Brecher zusätzlich eingebauten Ausgleichmassen wird die Unwucht ausgeglichen. Der Brecher kann so theoretisch zu 100 % ausgewuchtet werden. Dies führt zu sehr kleinen Schwingungen der Maschine im Leerlauf, was im Vergleich zu den nicht vollständig ausgeglichenen Brechern (Backenbrecher, Kreiselbrecher) einen großen Vorteil darstellt. Eine der Schwungmassen, die Keilriemenscheibe, ist mit Rillen für die Riemen ausgerüstet und als ein Teil des Antriebes konzipiert.

Die Form des Brechraums ist durch den Durchmesser der Walze als Kreis auf einer Seite begrenzt. Die Form der festen

ment and construction of the new machine was advanced on an industrial scale.

4 Development of the new crusher on an industrial scale

The main requirements for the new crusher were, in addition to the compact design, a throughput of 1000–2000 t/h and the handling of maximum rock sizes of up to 2000 x 1500 x 1000 mm. On the basis of these parameters, a roll width of 2500 mm and a roll diameter of 2500 mm were determined for the industrial crusher. The main modules of the crusher include the eccentric roll, crushing chamber, screen and screening chamber, hood and rocker arm as well as gap adjustment and overload protection (Fig. 3).

The eccentric roll is the crushing element of the machine. It is arranged on the eccentric shaft between the screening chamber and the crushing chamber. The eccentric movement of the horizontal roll causes a back and forth movement relative to the fixed crushing wall. The material between the two components is thereby comminuted. As wear protection, crushing jaws are bolted onto the roll. The roll is positioned on the eccentric shaft by means of two bearings. This arrangement allows free rotation of the roll. The comminution area on the roll surface thus shifts constantly. This ensures that the crushing jaws are subjected to uniform wear and that the service life of the crushing jaws is increased. The eccentric shaft is mounted and supported in the housing in two housing bearings. At the end of the eccentric shaft, two large gyrating masses – the V-belt pulley and the flywheel – are located. These gyrating masses have the function of reducing the power peaks occurring in the comminution process.

The imbalance is compensated by the correction masses additionally installed in the crusher. Theoretically, the crusher can thus be 100 % balanced. This leads to very low vibrations when the machine is in no-load operation, which is a great advantage compared to the incompletely balanced crusher types (jaw crusher, rotary crusher). One of the gyrating masses, the V-belt pulley, is equipped with grooves for the belts and designed as a component of the drive.

The shape of the crushing chamber is limited on one side by the diameter of the roll as a circle. The shape of the fixed crushing wall on the other side is designed in such a way that the chamber tapers continuously from top to bottom. The curved shape of the crushing chamber has two important advantages: reduction of the crushing height, thus ensuring the compact design of the crusher, and reduction of the quantity of elongated material particles falling through the crushing chamber. As a result, the following belt conveyors and transfer points are protected against wear and clogging.

The screen is bolted onto the rear wall of the housing. The screen arms are simple plates that are fixed onto the screen frame at one end and are free at the other end. The crusher has a relatively large inlet area between the beginning of the screen and the crushing chamber. This allows the crusher to

Brechwand auf der anderen Seite ist so konstruiert, dass sich der Raum von oben kontinuierlich verjüngt. Die gebogene Form des Brechraums hat zwei wichtige Vorteile: Reduzierung der Brecherhöhe und dadurch die kompakte Bauweise des Brechers sowie die Verminderung durch den Brechraum fallender länglicher Körner (fischiges Korn). Damit werden nachfolgende Bänder und Übergabestellen vor Verschleiß und Verstopfen geschützt.

Das Sieb ist in der Gehäuserückwand festgeschraubt. Die Siebarme als einfache Platten sind auf der einen Seite auf dem Siebrahmen fixiert und auf der anderen Seite frei. Der Brecher besitzt zwischen dem Siebanfang und dem Brechraum einen relativ großen Einlaufbereich. Das erlaubt, den Brecher zu überfüllen ohne Blockierungen zu verursachen. Diese Überfüllung erhöht gleichzeitig den Druck auf das Material im Brechraum, beschleunigt dessen Zerkleinerung und den Transport in Richtung Ausgang.

Der Siebraum erstreckt sich zwischen der Exzenterwalze und der Rückwand. Da das fallende Siebgut durch den Aufprall Verschleiß verursacht, wurden Verschleißplatten als Auskleidung installiert. Zusätzlich wurde ein Materialbett konzipiert, um den Verschleiß zu reduzieren. Der Durchgang zwischen Walze und Rückwand ist so dimensioniert, dass das Siebgut den Siebraum ohne Störung verlassen kann.

Die Zerkleinerung des Aufgabematerials im Brechraum findet zwischen der exzentrisch bewegten Walze und der im Betrieb feststehenden Brechwand statt. Die Brechwand ist in zwei Baugruppen unterteilt. Der obere Teil wird Aufsetzkasten genannt und ist mit dem Brechergehäuse verschraubt. Die Zerkleinerung der großen Aufgabebrocken findet zwischen der Walze und dem Aufsetzkasten statt. Der Aufsetzkasten ist deswegen mit einer Brechbacke als Verschleißschutz ausgerüstet.

Als fest verschraubter Bestandteil des Brechraums bietet der Aufsetzkasten drei wesentliche Vorteile:

- Schnelle Abbaumöglichkeiten und die Reduzierung der Brecherhöhe für Transport und Wartung unter Tage
- Die Möglichkeit, die Brechraumgeometrie durch Austausch schnell und einfach zu optimieren
- Ein verbesserter Aufprallschutz. Da der Aufsetzkasten durch Formschuss und stabile Ausführung fest mit dem Gehäuse verschraubt ist, ist er wenig anfällig gegenüber den Aufpralllasten der in den Brechraum fallenden großen Materialbrocken

Die zweite Baugruppe der Brechwand wird Schwinge genannt. Die Schwinge ist ebenfalls mit Brechbacken ausgerüstet, deren Form und Größe identisch mit den Brechbacken aus dem Aufsetzkasten sind. Die Schwinge ist oben gelenkig gelagert und unten durch einen Keil gegen das untere Widerlager abgestützt. Durch die drehbare Anordnung der Schwinge kann sie so verstellt werden, dass sich der Abstand zur Walze verkleinert. So kann der Spalt zwischen der Schwinge und der Walze auf die geforderte Produktgröße angepasst werden.

Die Spaltverstellung wird durch das Ziehen des Keils mit einem Verstellzylinder realisiert. Die Verstellung kann per

be overfilled without causing blockages. This overfilling simultaneously increases the pressure on the material in the crushing chamber, accelerating its crushing and transportation towards the outlet.

The screening chamber extends between the eccentric roll and the rear wall. Since wear is caused by the impact of the falling screenings, wear plates were installed as a lining. In addition, the design provided for the formation of a material bed in order to reduce the wear. The passage between the roll and the rear wall is dimensioned in such a way that the screened material can leave the screening compartment without hindrance.

The feed material is comminuted in the crushing chamber between the eccentrically moving roll and the crushing wall, which is stationary during operation of the crusher. The crushing wall is divided into two sub-assemblies. The upper part is called the hood and is bolted onto the crusher housing. Comminution of the large chunks of feed material takes place between the roll and the hood. The hood is therefore equipped with a crushing jaw as wear protection.

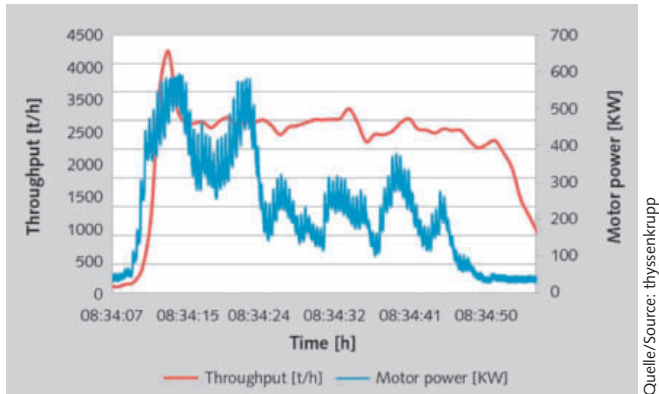
As a bolted-on component of the crushing chamber, the hood offers three important advantages:

- Fast dismounting and reduction of the crusher height for underground transport and maintenance
- The possibility to quickly and easily optimize the crushing chamber geometry by replacement
- Improved impact protection. Since the hood is bolted firmly onto the housing due to positive fit and stable construction, it is not very sensitive to the impact loads caused by the large chunks of material falling into the crushing chamber

The second sub-assembly of the crushing wall is called the swing jaw. The swing jaw is also equipped with crushing jaws, the shape and size of which are identical to the crushing jaws of the hood. The swing jaw is held in an articulated mounting at the top and is supported against the lower abutment at the bottom by a wedge. Due to the rotatable arrangement of the swing jaw, it can be adjusted to reduce the distance to the roll. The gap between the swing jaw and the roll can thus be adapted to the required product size.

Gap adjustment is carried out by pulling the wedge with an adjusting cylinder. The adjustment can be carried out at the push of a button from the control room. The gap width is defined in the closed state as CSS (closed side setting). It is infinitely variable by shifting the wedge within a range of 200 mm. A tensioning cylinder is used in order to ensure that the swing jaw is always in contact with the wedge. It pulls the swing jaw against the lower abutment.

The wedge with the adjusting cylinder fulfills a second function: overload protection. If the loads in the crushing chamber are too high due to blockages or foreign bodies, the pressure in the adjusting cylinder increases. The safety valve is opened and the wedge and the cylinder piston fall down due to their own weight and the tension in the tensioning cylinder. As a result, the gap can be opened very quickly and overloading can be avoided.



Quelle/Source: thyssenkrupp

4 Beispiel aus den Durchsatz- und Leistungsmessungen
Example of the throughput and power measurements

Knopfdruck aus dem Leitstand heraus durchgeführt werden. Die Spaltweite wird im geschlossenen Zustand als CSS (close side setting) definiert. Sie kann mit dem Keil in einem Bereich von 200 mm stufenlos variiert werden. Damit die Schwinge mit dem Keil immer im Kontakt bleibt, wird ein Spannzylinder eingesetzt. Er zieht die Schwinge gegen das untere Widerlager.

Der Keil mit dem Verstellzylinder erfüllt eine zweite Funktion: die Überlastsicherung. Wenn die Lasten im Brechraum durch Blockierungen oder Fremdkörper zu groß sind, steigt der Druck im Verstellzylinder. Das Sicherheitsventil wird geöffnet; der Keil und der Zylinderkolben fallen mit Eigengewicht und Spannung in dem Spannzylinder nach unten. Dadurch kann der Spalt sehr schnell geöffnet und Überlast vermieden werden.

5 Test des Industrie Brechers ERC25-25 unter realen Bedingungen

Das erste Baumuster des Brechers wurde nach Fertigstellung umfangreichen Tests in einem Steinbruch in Deutschland unterzogen. Zielstellung des Testbetriebes war die Ermittlung relevanter Betriebsparameter und verfahrenstechnischer Daten unter Realbedingungen, um die Eignung des Brechers für die Erz- und Hartsteinindustrie zu belegen. Im ausgewählten Steinbruch wird ein harter Andesit mit Festigkeiten bis zu 200 MPa abgebaut. Das Material ist vergleichbar mit einigen Kupfererzen und Eisenerzen. Die für die Tests verwendete Brechanlage besteht aus einem Aufgabebunker, einer Förderrinne, dem Brecher, einem Abzugsband, Stahlbau und einem Stromaggregat. Das Aufnacherbild zeigt die Gesamtanlage mit dem Prototyp des neuen Brechers ERC 25-25.

In einem mehr als halbjährigen Testbetrieb wurden die wichtigsten verfahrens- und maschinentechnischen Parameter ermittelt. In allen Parametern hat die Maschine die Anforderungen erfüllt und teils übertroffen.

Durchsatz

Der wichtigste Parameter war der Durchsatz des Brechers, der bei dem harten Andesit im Bereich 2500–3000 t/h liegt. Damit ist der Durchsatz höher als bei herkömmlichen großen Backenbrechern und vergleichbar mit den Durchsätzen einiger Kreiselbrecher. Bild 4 zeigt einen Ausschnitt aus den durchgeführten Durchsatzmessungen.

5 Test of the industrial crusher ERC25-25 under real conditions

The first prototype of the crusher was subjected to extensive tests in a quarry in Germany. The objective of the test operation was to determine relevant operating parameters and process data under real conditions in order to prove the suitability of the crusher for the ore and hard rock industry. In the selected quarry a hard andesite with strengths of up to 200 MPa is extracted. The material is comparable to some copper ores and iron ores. The crushing plant used for the tests consisted of a feed hopper, a conveying trough, the crusher, a discharge belt conveyor, steel structure and a power unit. The lead picture shows the complete plant with the prototype of the new ERC25-25 crusher.

The most important process and machine parameters were determined in a test operation lasting more than six months. In all parameters, the machine met and partly surpassed the requirements.

Throughput

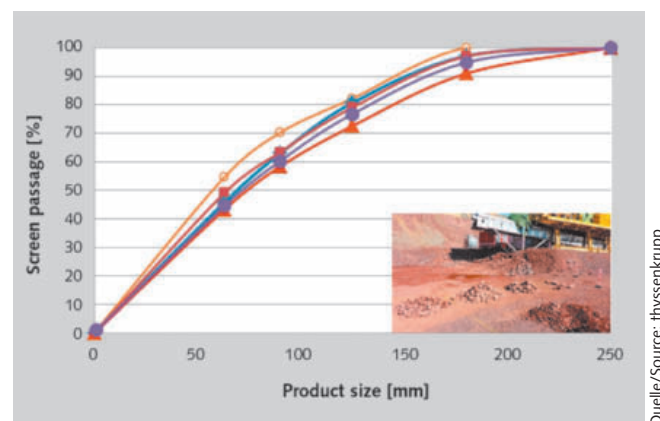
The most important parameter was the throughput of the crusher, which is in the range of 2500–3000 t/h for the hard andesite. The throughput is thus higher than that of conventional large jaw crushers and comparable to the throughputs of some gyratory crushers. Fig. 4 shows an excerpt from the throughput measurements that were carried out.

Power consumption

The power consumption for the tested feed material is in the range of 200 – 500 kW, depending on the setting of the gap width and the speed (Fig. 4). This results in a specific power consumption in the low range of 0.1–0.2 KWh/t. These results confirmed the high efficiency of the machine.

Product

The eccentric roll crusher is particularly suitable for the first comminution stage as a primary crusher. Requirements vary regarding the output size of the final product of the primary comminution stage. Most customers demand a product size between 0 and 300/x mm. For the new eccentric roll crusher ERC25-25, a grain size of 0–200/x mm was defined as the target. This grain size was achieved with different machine settings, and in some cases exceeded. Excerpts from the grain size analysis of the product are presented in Fig. 5.



Quelle/Source: thyssenkrupp

5 Korngrößenverteilung des Produktes aus dem ERC25-25
Particle size distribution of the product from the ERC25-25

Leistungsaufnahme

Die Leistungsaufnahme liegt bei dem getesteten Material im Bereich 200 – 500 kW, je nach Einstellung der Spaltweite und der Drehzahl (**Bild 4**). Damit liegt die spezifische Leistungsaufnahme in niedrigen Bereichen von 0,1–0,2 KWh/t. Diese Ergebnisse haben die hohe Effizienz der Maschine bestätigt.

Produkt

Der Exzenterwalzenbrecher eignet sich vor allem für die erste Zerkleinerungsstufe als Primärbrecher. Die Anforderungen hinsichtlich der Ausgabegröße des Endproduktes der primären Zerkleinerungsstufe sind unterschiedlich. Die meisten Kunden fordern eine Produktgröße zwischen 0 und 300/x mm. Für den neuen Exzenterwalzenbrecher ERC25-25 wurde eine Korngröße von 0–200/x mm als Zielgröße definiert. Diese Korngröße wurde bei unterschiedlichen Einstellungen erreicht und bei manchen übertroffen. Auszüge aus der Korngrößenanalyse des Produktes sind in **Bild 5** dargestellt.

6 Vorteile des neuen Brechers

Mit seinen zahlreichen Vorteilen gegenüber herkömmlichen Brechern eröffnet der Exzenterwalzenbrecher ERC25-25 viele neue Einsatzfelder und löst einige Probleme, die in der ersten Brechstufe oftmals auftreten. Die wichtigsten Vorteile sind:

- **Kompakte Bauweise.** Durch die speziell konzipierte Brechraumgeometrie mit integriertem Sieb wurde die besonders niedrige Bauhöhe des Brechers erreicht. Im Vergleich mit anderen Primärbrechern wurde die Höhe um 20–50 % reduziert (je nach Brecherart). Die Brecherhöhe wird für den Transport oder die Wartung durch die Demontage des Aufsetzkastens zusätzlich reduziert.
- **Hoher Durchsatz.** Die Kinematik des Brechers mit dem großen, konstanten Hub ermöglicht eine besonders große Zerkleinerungsintensität und hohe Durchsätze. Zusätzlich wird der Durchsatz der Maschine durch das integrierte Sieb gesteigert. Durchsätze von bis zu 3000 t/h wurden in den Tests erreicht und können je nach Material noch höher ausfallen.
- **Hohe Effizienz der Maschine.** Durch das integrierte Sieb wird die Effizienz der Maschine gesteigert. Das feine Material wird direkt ausgegeben und nicht durch den Brechraum geleitet. Das reduziert die Leistungsaufnahme sowie das Risiko des Kompaktierens und der Überlastung der Maschine. Zusätzlich wird dadurch auch der Verschleiß der Brechelemente minimiert.
- **Integrierte automatische Spaltverstellung mit Überlastsicherung.** Die Schwinge als Bestandteil des Brechraums ist verstellbar konzipiert. Durch die Verstellung kann der Spalt für ein gefordertes Produkt verändert werden. Der Verstellbereich mit bis zu 200 mm ist ausreichend, um bei Verschleiß der Brechorgane den Spalt entsprechend anzupassen. In der Spaltverstellung ist auch die Überlastsicherung integriert. Durch einen speziellen Hydraulikzylinder werden der Druck und damit auch die Last im Brechraum kontrolliert. Beim Überschreiten der Belastung z.B. durch unbrechbare Fremdkörper, öffnet das Ventil und der Spalt wird dabei vergrößert. Damit wird der Brecher gegen Schäden durch Überlast geschützt.
- **Ausbalancierter Brecher mit sehr niedriger Unwucht im Leerlauf.** Durch die symmetrische Anordnung der Walze ist die Auswuchtung des exzentrisch bewegten

6 Advantages of the new crusher

With its numerous advantages over conventional crushers, the ERC25-25 eccentric roll crusher opens up many new fields of application and solves several problems that often occur in the first crushing stage. The most important advantages are:

- **Compact construction.** The specially designed crushing geometry with integrated screen results in a particularly low construction height of the crusher. Compared to other primary crushers, the height is lower by 20–50 % (depending on the crusher type). The crusher height is additionally reduced for transport or maintenance by dismounting the hood.
- **High throughput.** The kinematics of the crusher with its large, constant stroke allow for a particularly high comminution intensity and high throughput rates. In addition, the throughput of the machine is increased by the integrated screen. Throughputs of up to 3000 t/h were achieved in the tests and can be even higher depending on the feed material.
- **High machine efficiency.** The integrated screen increases the efficiency of the machine. The fine material is discharged directly and not passed through the crushing chamber. This reduces the power consumption as well as the risk of material compaction and overloading the machine. It also minimizes the wear of the crushing elements.
- **Integrated automatic gap adjustment with overload protection.** The swing jaw as a component of the crushing chamber is designed to be adjustable. By means of this adjustment the gap can be specifically adapted to suit a required product. The adjustment range of up to 200 mm is sufficient to allow suitable adjustment of the gap to compensate wear of the crushing elements. The overload protection is also integrated in the gap adjustment. A special hydraulic cylinder controls the pressure and thus the load in the crushing chamber. When the acceptable load is exceeded, e.g. by uncrushable foreign bodies, the valve opens and the gap is increased. This protects the crusher against damage caused by overload.
- **Balanced crusher with very low unbalance during no-load operation.** Due to the symmetrical arrangement of the roll, it is easy to balance the eccentrically moving crushing element. This reduces the residual unbalance forces and thus also the vibrations of the machine in no-load operation, as well as the load on the surrounding structure. The ERC25-25 eccentric roll crusher is thus also very well suited for use in mobile crushing plants.
- **Reduction of energy peaks.** The machine is equipped with large gyrating masses, the flywheel and the V-belt pulley. Due to their great inertia, the energy peaks occurring in the comminution process are reduced.
- **Higher service life of the wear elements on the roll.** The backturning of the roll that occurs during the crushing process distributes the loads over the entire circumference. This prevents the occurrence of local wear zones and leads to uniform wear. In addition, the wear volume of the crushing segments on the roll is more than twice that of large jaw crushers. This results from the large circumference of the roll.
- **Resistance to impact.** Large chunks of feed material, which are fed into the crushing chamber, do not fall directly on the mounted working element, but hit the hood. Compared to other components, the hood is significantly more resistant to such loads, which offers an advantage over many conventional crushers.

Tabelle 1: Hauptdaten des Exzenterwalzenbrechers ERC25-25
Table 1: Main data of the ERC25-25 eccentric roll crusher

	Parameter	Anforderung Requirement	ERC25-25
1	Brecherhöhe Crusher height	Niedrige Bauhöhe Low height	20–50% Reduzierung 20–50% reduction
2	Durchsatz [t/h] Throughput [t/h]	1000–2000	2500–3000
3	Max. Aufgabegröße [mm] Max. feed size [mm]	2000 x 1500 x 1000	Brecheröffnung 2500 x 1230 Crusher opening 2500 x 1230
4	Produktgröße [mm] Product size [mm]	0–200/x	P80 = 150 mm
5	Motorgröße [KW] Motor size [KW]	600	300–450
6	Materialart Material type	Kupfererz, Eisenerz Copper ore, iron ore	Hartgestein Hard rock

Brechorgans einfach durchzuführen. Das reduziert die Restunwuchtkräfte und damit auch die Schwingungen der Maschine im Leerlauf sowie die Belastung der Umgebungskonstruktion. der Exzenterwalzenbrecher ERC25-

- Reduced quantity of elongated material particles. Due to the curved shape of the crusher, elongated rock fragments cannot fall directly into the crusher outlet. They are prevented from free fall by the form of the crushing chamber



Quelle/Source: thyssenkrupp

25 ist damit auch sehr gut für den Einsatz in mobilen Brechanlagen geeignet.

- Reduzierung der Energielastspitzen. Die Maschine ist mit großen Schwungmassen, der Schwungscheibe und der Keilriemenscheibe, ausgerüstet. Durch ihre große Trägheit werden die im Zerkleinerungsprozess auftretenden Energielastspitzen reduziert.
- Höhere Standzeiten der Verschleißelemente an der Walze. Durch die sich beim Brechen einstellende Rückdrehung der Walze werden die Lasten über den ganzen Umfang verteilt. Das führt zum Ausbleiben örtlicher Verschleißzonen und zum gleichmäßigen Verschleiß. Zusätzlich ist das Verschleißvolumen der Brechsegmente an der Walze mehr als zweimal größer als bei den großen Backenbrechern. Das resultiert aus dem großen Umfang der Walze.
- Resistenz gegen Aufprall. Große Aufgabebrocken, die in den Brechraum aufgegeben werden, prallen nicht direkt auf das gelagerte Arbeitsorgan, sondern stoßen gegen den Aufsetzkasten. Im Vergleich mit anderen Bauteilen ist der Aufsetzkasten deutlich resistenter gegen derartige Belastungen und bietet damit einen Vorteil gegenüber vielen herkömmlichen Brechern.
- Reduzierung des sogenannten „fischigen Korns“. Durch die gebogene Brechraumform können längliche Gesteinsbrocken nicht direkt in den Brecherauslauf fallen. Sie werden durch die Form des Brechraums am freien Fall gehindert und zusätzlich beansprucht bzw. zerkleinert, was deren Länge reduziert.

Tabelle 1 fasst die Hauptdaten des Brechers noch einmal zusammen.

7 Ausblick

Die durchgeführten Tests haben ergeben, dass der Exzenterwalzenbrecher ERC25-25 im industriellen Einsatz viele Vorteile gegenüber herkömmlichen Brechern aufweist. Dabei ist er nicht nur für den Untertagebereich, sondern auch für Anwendungen über Tage, vor allem in mobilen [Bild 6] oder semimobilen Brechanlagen hervorragend geeignet. Die möglichen Einsatzgebiete beschränken sich nicht nur auf die Erzaufbereitung, sondern umfassen auch die Zerkleinerung von Hartgestein.

Durch die niedrige Bauweise mit dem integrierten Sieb kann die mobile oder semimobile Brechanlage wesentlich kompakter gebaut werden. Das sehr gute Auswuchten des drehenden Brechorgans führt zu kleinen Schwingungen des Brechers im Leerlauf. Das führt zur Entlastung und macht die umgebende Stahlkonstruktion stabiler.

Im neuen Exzenterwalzenbrecher ERC25-25 wurden viele innovative Konzepte realisiert, von denen einige durch thyssenkrupp bereits zum Patent angemeldet wurden.

and are additionally stressed or crushed, which reduces their length.

Table 1 summarizes the main data of the crusher.

7 Outlook

The performed tests have shown that the ERC25-25 eccentric roll crusher has many advantages over conventional crushers in industrial applications. It is ideally suited not only for the underground mining sector, but also for applications above ground, especially in mobile or semi-mobile crushing plants, as shown in Fig. 6. The possible applications are not limited to ore processing, but also include the comminution of hard rock.

Due to the low construction height and the integrated screen, the mobile or semi-mobile crusher system can be considerably more compact. The very good balancing of the rotating crushing element results in low machine vibrations during no-load operation. This relieves the stresses on the machine and makes the surrounding steel structure more stable.

The new ERC25-25 eccentric roll crusher incorporates many innovative concepts, some of which have already been patented by thyssenkrupp.

Literatur • Literature

- [1] P. Szczelina (2000), Auslegung von Backenbrechern durch Modellierung des Körnerverhaltens, Dissertation, Technische Universität Bergakademie Freiberg
- [2] G. Unland, P. Szczelina, (2004), Coarse crushing of brittle rocks by compression, International Journal of Mineral Processing, (74), pp. 209-217
- [3] D. Papajewski, P. Szczelina, (2002), Development of hard rock jaw crushers at ThyssenKrupp Fördertechnik – Basic analyses for dimensioning, AufbereitungsTechnik/Mineral Processing, (43) pp. 28-31
- [4] A. Katterfeld, H. Hendrik, Ch. Richter, E. Rossiter, P. Szczelina (2015) Gekoppelte diskrete Elemente Simulation und Maschinensimulation zur Ermittlung von auslegungsrelevanten Lastannahmen für Schwerlastantriebe am Beispiel von Primärbrechern, Antriebstechnisches Kolloquium ATK Aachen pp. 551-564

Industrial Solutions
thyssenkrupp Industrial Solutions AG

Graf-Galen-Straße 17
59269 Beckum
Deutschland
T: +49 2525 99 0
F: +49 2525 99 2100
www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com