

THE HAVER SCREENING GROUP



Technical Essay



HAVER Pelletizing Technology

Aufbauagglomeration mit Pelletiertellern – ein bedeutender Prozess in Zeiten weltweit steigender Eisenerznachfrage

Agglomeration by pelletizing discs – an important process in times of rising worldwide demand for iron ore

Agglomération en boulettes sur plateaux – Un procédé de grand intérêt en temps d'accroissement mondial de la demande en fer

Aglomeración de conformación con discos de pelletización – un importante proceso en tiempos de creciente demanda mundial de minerales de hierro

Dipl.-Ing. (TU) Jan P. Lampke, Freiberg (D) *) und Dipl.-Ing. Steffen Silge, Meißen (D) **)

Zusammenfassung Der anhaltende Boom in der Stahlindustrie führt zu Preissteigerungen für Eisenträger und zur Erschließung weiterer Eisenerzressourcen. Am Beispiel der im Frühjahr 2008 in Betrieb genommenen dritten Eisenerzpelletieranlage von SAMARCO Mineração S.A. in Ubu (Espírito Santo), Brasilien, werden in diesem Artikel der schematische Aufbau einer Eisenerzpelletieranlage dargestellt, die grundlegenden Mechanismen der Eisenerzagglomeration beschrieben sowie der Einsatz von Pelletiertellern zur Herstellung von Grünpellets erläutert. Diese Agglomerate weisen eine hohe Effizienz und hervorragende Produkteigenschaften wie enge Korngrößenverteilung, hohe Druckfestigkeit und Porosität sowie eine hochgradige Rundheitsmaß auf. Durch die Vielzahl der Einstellungsparameter des Pelletiertellers wie Tellerneigungswinkel, Tellerdrehzahl und Materialfeuchtigkeit, ferner die Materialzusammensetzung, kann diese Maschine in vielen Bereichen der Agglomeration eingesetzt werden.

Summary The continuous boom in the steel industry has led to higher prices for steel producers and the development of new iron ore resources. One example is the third iron ore pelletizing plant of SAMARCO Mineração S.A. in Ubu (Espírito Santo), Brazil, that was put into operation in early spring of this year, and is featured and described with a schematic diagram in this report. This report also describes the basic mechanisms of iron ore pelletizing and explains the application of pelletizing discs for producing green balls. These pellets display high efficiency and excellent product properties such as a narrow size distribution, high compressive strength and porosity, and a high degree of roundness. Because of the pelletizing disc's wide range of adjustment parameters, such as disc inclination angle, disc rotary speed, material moisture content and material composition, this machine may be used for a wide variety of pelletizing applications.

Résumé La haute conjoncture persistante dans l'industrie de l'acier conduit à des augmentations de prix des poutres de fer et oblige à exploiter d'autres ressources de minerai de fer. La troisième installation d'agglomération en boulettes de SAMARCO Mineração S.A. à Ubu (Espírito Santo), Brésil, ayant été mise en service au printemps 2008, l'article présente schématiquement la conception d'une installation d'agglomération en boulettes de minerai de fer, décrit les mécanismes fondamentaux de l'agglomération du minerai de fer et explique l'emploi de plateaux pour la transformation en boulettes vertes. Ces agglomérés présentent une efficacité élevée et d'excellentes propriétés de produit telles que répartition granulométrique étroite, résistance à la compression et porosité élevées et très haut coefficient de rondeur. Grâce au grand nombre de paramètres de réglage du plateau de bouletage, tels qu'angle d'inclinaison du plateau, vitesse de rotation de celui-ci et humidité du matériau ainsi que composition du matériau, cette machine peut être utilisée dans de nombreux domaines de l'agglomération.

Resumen El auge continuado en la industria del acero tiene como consecuencia un aumento de los precios para soportes de hierro y la explotación de recursos adicionales de minerales de hierro. Este artículo presenta el diseño esquemático de una instalación de pelletización de minerales de hierro, basándose en el ejemplo de la tercera instalación de pelletización de minerales de hierro en SAMARCO Mineração S.A. en Ubu (Espírito Santo), Brasil, que inició sus operaciones en primavera de 2008. También se exponen los mecanismos básicos de la aglomeración de minerales de hierro así como el empleo de discos de pelletización para la producción de pellets verdes. Estos aglomerados presentan una elevada eficacia y excelentes características de producto tales como una estrecha distribución del tamaño del grano, una alta resistencia a la presión y porosidad así como una alta dimensión de redondez. Dada la gran diversidad de los parámetros de ajuste del disco de pelletización, como por ejemplo el ángulo de inclinación del disco, las revoluciones del disco y la humedad del material y también la composición del material, esta máquina puede utilizarse en múltiples áreas de la aglomeración.

1. Einführung

Die Rohstoffmärkte unterliegen einem ungebrochenen Nachfrageboom und die Rohstoffpreise überschreiten demzufolge regelmäßig die aktuellen Prognosen. Der anhaltende globale

*) TU Bergakademie Freiberg, Freiberg (D), (www.iam.tu-freiberg.de)

***) HAVER Engineering GmbH, Meißen (D), (www.haverboecker.com)

1. Introduction

Raw material markets are undergoing an uninterrupted boom in demand with raw material prices regularly surpassing current projections. The continuous global economic expansion stem-

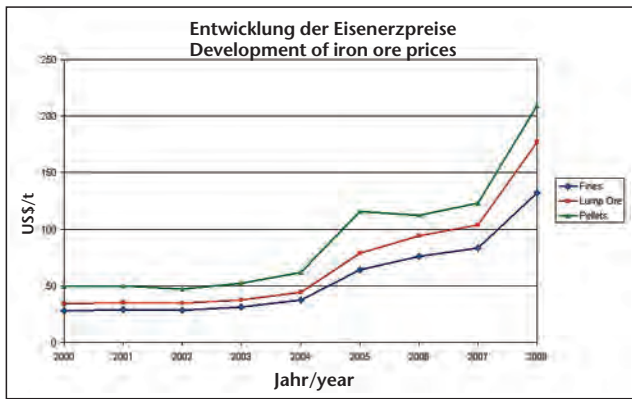


Bild 1: Entwicklung der Eisenerzpreise [1]
Fig. 1: Iron ore price development [1]

konjunkturelle Aufschwung durch die zunehmende Industrialisierung und wachsende Wirtschaft einiger Schwellenländer heizt insbesondere den Stahlmarkt an.

Allen voran fungiert China, mit einem jährlichen Wirtschaftswachstum von über 8 % als internationaler Konjunkturmotor. Der Anteil Chinas an der weltweiten Stahlproduktion stieg innerhalb der letzten 15 Jahre von 12 % auf 24 %. Dies belebt den globalen Handel und treibt gleichermaßen die Einkaufspreise für Eisenerz, allein in den letzten vier Jahren von etwa 40 US\$/t auf 130 US\$/t (Bild 1), in ungeahnte Höhen.

Daraus resultierend stieg die weltweite Eisenerzförderung in den letzten sechs Jahren um etwa 600 Mio. t*** (Bild 2). Das International Iron and Steel Institute (IISI) prognostiziert für das Jahr 2009 einen weiteren Anstieg der weltweiten Stahlproduktion um 6,3 %.

Die weltgrößten Minenkonzerne (Vale – ehemals CVRD, Rio Tinto und BHP Billiton) investieren aufgrund des florierenden Eisenerzmarktes Milliarden in neue Projekte zur Erschließung weiterer Förderkapazitäten.

Die reichsten Eisenerzvorkommen weisen Roherz mit einem Eisenanteil über 60 % auf. Durch die steigenden Preise wird jedoch auch die Exploration von Eisenerzgebieten mit geringeren Eisenkonzentrationen mit unter 40 % Eisenanteil lukrativ. Allerdings ist die von Stahlerzeugern geforderte Qualität des Eisenerzes nur durch eine aufwändige Erzaufbereitung und Anreicherung des Eisenanteils der Roherze zu sichern.

Zur Anreicherung des Eisenanteils, beispielsweise mittels Flotation und/oder Magnetscheidung, ist es erforderlich, das Erz zuvor bis zur Aufschlusskorngröße zu mahlen. Das feindisperse Konzentrat ($d_k < 100 \mu\text{m}$) muss in einer anschließenden Aufbereitung „stückig“ gemacht werden, um im Hochofen verhüttet werden zu können. Die bekanntesten Verfahren hierfür sind das Pelletieren und das Sintern. Sinteranlagen werden in der Regel neben dem Hochofen errichtet, Pelletieranlagen nahe der Eisenerzmine. Die Wahl der Verfahren wird hauptsächlich durch den stoffbezogenen Ausgangsparameter Korngröße, abhängig von der Intensität der Eisenerzanreicherung, sowie die stoffbezogenen Zielparameter Korngrößenverteilung und Kornformverteilung begründet.

2. Grundlagen des Pelletierens

Unter Agglomeration wird das Überführen feinkörniger Güter in stückige Produkte mit wesentlich verbesserten Transport-, Verarbeitungs- und Gebrauchseigenschaften verstanden. Ausschlaggebend für die Agglomeration sind anziehende Kräfte zwischen den Partikeln. Anziehende Kräfte können z. B. in Form von Ka-

***) t = metrische Tonnen

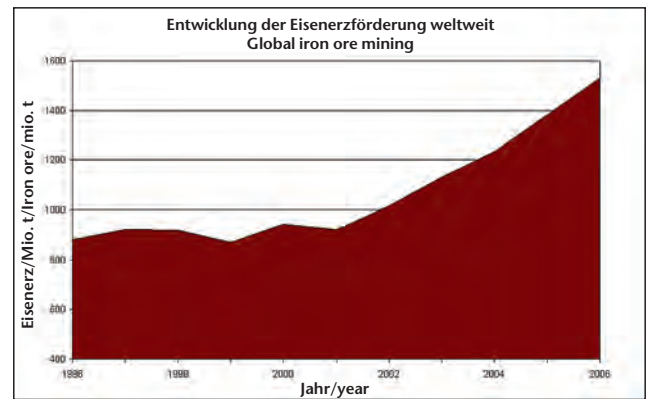


Bild 2: Weltweite Eisenerzförderung [2]
Fig. 2: Worldwide iron ore production [2]

ming from increasing industrialization and economic growth in emerging markets is especially heating up the steel market.

Most of all China, with its annual economic growth of over 8 %, is the international engine of economic growth. China's share of worldwide steel production has risen over the last 15 years from 12 % to 24 %. This has boosted trade, and the purchase price of iron ore. Alone in the last four years the price has risen from 40 US\$/t to the once unimaginable level of 130 US\$/t (Fig. 1).

As a result this has fuelled worldwide iron ore production over the last 6 years to approx. 600 million t*** (Fig. 2). The International Iron and Steel Institute (IISI) projects another 6.3 % jump in worldwide steel production for 2009.

Today because of the booming iron ore market, the world's largest mining companies (Vale – formerly CVRD, Rio Tinto and BHP Billiton) are investing billions in new projects to expand production capacity.

The richest iron ore reserves have ore with an iron content of over 60 %. Because of rising prices, exploration for ore areas with iron concentrations below 40 % is now lucrative. However, the required quality levels of the produced steel can only be reached through costly ore processing and enrichment of the iron in the low grade raw ore.

To enrich the iron share of the ore, for example through flotation and/or magnetic separation, it is necessary to first grind the ore to a workable grain size. The fine grain concentrate ($d_k < 100 \mu\text{m}$) must be converted into lumps in a separate process so that it may be later smelted in a blast furnace. The most well-known processes for this are pelletizing and sintering. While sintering plants are generally located next to the blast furnace, pelletizing discs on the other hand are located near the iron ore mines. Choosing the process is based mainly on the output parameters of the material and the grain size, and it depends on the intensity of the iron ore enrichment, the material-related target grain size distribution and the particle shape distribution.

2. The basis for the pelletizing process

Pelletizing is the conversion of fine particle material into a lumped product that has significantly improved transport, processing and handling properties. Critical for pelletizing are the attractive forces between the grains. Attractive forces can include for example capillary forces from fluid bridges, solid bridges and the van der Waals force between the grains.

Depending on the type of bonding force, the pelletizing process can be classified into three main groups (Fig. 3): pelletizing, briquetting and sintering. Accordingly, agglomerates are desig-

***) t = metric tonnes

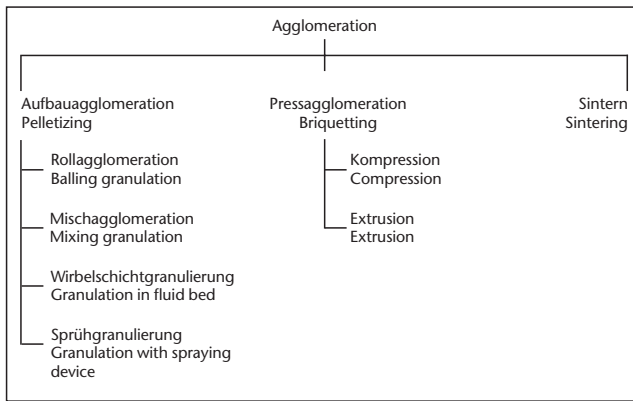


Bild 3: Einteilung der Agglomerationsverfahren
Fig. 3: Classification of pelletizing processes

pillarkräften durch Flüssigkeitsbrücken, Festkörperbrücken und Van-der-Waals-Kräfte zwischen den Partikeln wirken.

In Abhängigkeit von der Art der Haftkräfte werden die Agglomerationsverfahren in drei Hauptgruppen unterteilt (Bild 3): die Aufbauagglomeration, die Pressagglomeration und das Sintern. Dementsprechend werden die Agglomerationsprodukte als Aufbau- und Pressagglomerate bzw. Sinter bezeichnet. In der praktischen Terminologie werden Aufbauagglomerate in der Regel als Pellets, Pressagglomerate meist als Briketts bezeichnet.

Die Aufbauagglomeration zeichnet sich durch eine irreguläre (zufällige) Teilchenbewegung in einem feuchten Materialbett aus. Durch Partikelkollisionen werden hauptsächlich kapillare Bindungskräfte wirksam, die zur Vergrößerung der Partikel durch Feingutanlagerung und Koaleszenz führen können. Die zufällige Teilchenbewegung wird durch Roll-, Misch-, Fließbett- oder Suspensionsgranulierer erzeugt.

3. Eisenerzagglomeration

Die genannten Agglomerationsverfahren finden in Gänze Anwendung in der Agglomeration von Eisenerz, wobei die Brikettierung aufgrund hoher spezifischer Agglomerationskosten nur in seltenen Fällen eingesetzt wird. Sollen abrasionsbeständige, annähernd staubfreie Agglomerate kostengünstig erzeugt werden, welche zudem metallurgischen Anforderungen wie hoher Druckfestigkeit und äußerer Porosität, einer hohen Sphärizität (Maß für Kugelform) sowie einem definierten Schwell- und Reduktionsverhalten entsprechen, wird in der Regel mit Pelletiertellern oder Pelletiertrommeln agglomiert (Bild 4).

nated as pelletizing and compacting agglomerates, or as sinter. When using every-day terminology, the pelletizing agglomerates are simply referred to as pellets, and compacting agglomerates are mainly referred to as briquettes.

Pelletizing is characterized by an irregular (random) grain movement in a moist material bed. Capillary bonding forces become effective primarily through grain collisions, which lead to grain enlargement through fine material cake-up and coalescence. Random grain movement is generated by rolling, mixing, flowbed or agglomerate in suspension.

3. Pelletizing of iron ores

The mentioned pelletizing processes find their entire application in iron ore pelletizing, where the process of briquettes is rarely used because of its high costs. If abrasion-resistant, almost dust-free pellets are to be produced at a low cost, where metallurgical requirements such as compressive strength and external porosity are to be fulfilled, and a high degree of roundness and defined behaviour on swelling and reduction are needed, then pelletizing discs or pelletizing drums are used for producing pellets (Fig. 4). Because of the pelletizing disc's low drive power of 1.3 kWh/t and ideal product properties, and because of its suitability for the blast furnace-converter process route as well as for the process route arc-heated furnace, rolled pellets are mainly produced by pelletizing discs in a pelletizing plant. While liquid raw iron, having been reduced in a blast furnace via blast furnace-converter route, is refined in the oxygen blast converter during steel production, the reduction of iron ores is done via the direct reduction (arc furnace route) in a solid state.

The produced direct-reduced iron (DRI) is pressed into hot briquette iron (HBI) for reduction of the reactive surface, and then smelted in an arc furnace and further reduced.

The processing space of a pelletizing disc is made up by an inclined, rotating, flat cylindrical pan (Fig. 5). The fine material is input inside at the appropriate position according to the pelletizing task at hand. The input fine material is pulled along to the disc uppermost point by the rotating vessel dependent on the take-along coefficient, rotary speed and inclination angle and then rolls off onto a material bed. To generate adhesion conditions, the material is sprayed from above with a bonding agent, usually water. The pellet seeds that arise from liquid bridging make their way up with the fine material in the material bed. In addition as a result of the movement some pellets disaggregate. These pellet chips and further grains also adhere until the pellet reaches a size that allows it to be carried off the disc edge by centrifugal force. Through this segregation effect, the pellets produced in



Bild 4: Ausschnitte aus dem Agglomerationsprozess mittels Pelletierteller
Fig. 4: Photos of the pelletizing process using pelletizing discs

Aufgrund der niedrigen spezifischen Antriebsleistung eines Pelletiertellers von etwa 1,3 kWh/t und der optimalen Produkteigenschaften, sowohl für die Verfahrensrouten Hochofenkonverter als auch die Verfahrensrouten Lichtbogenofen, werden in Pelletieranlagen jedoch hauptsächlich Rollagglomerate mittels Pelletiertellern erzeugt. Während bei der Stahlherstellung mittels Hochofen-Konverter-Routen im Hochofen reduziertes, flüssiges Roheisen im Sauerstoffblaskonverter gefrischt wird, erfolgt die Reduktion der Eisenerze bei der Direktreduktion (Lichtbogenofen-Routen) im festen Zustand. Das erzeugte Direct Reduced Iron (DRI) wird hierbei zur Reduzierung der reaktiven Oberfläche zu Hot Briquetted Iron (HBI) verpresst und anschließend im Lichtbogenofen eingeschmolzen und nachreduziert.

Der Prozessraum des Pelletiertellers wird durch einen geneigt rotierenden, flachzylindrischen Behälter gebildet (**Bild 5**). Das Feingut wird gemäß der Agglomerationsaufgabe an entsprechender Stelle in das Innere aufgegeben. Durch die Behälterrotation wird das feine Aufgabematerial in Abhängigkeit vom Mitnahmekoeffizienten, von der Drehzahl und dem Anstellwinkel bis zur tellerhöchsten Stelle mitgerissen und rollt dann auf einem Materialbett ab. Zur Erzeugung der Haftbedingungen wird das Material von oben mit Bindemittel, meistens Wasser, besprüht.

Durch die Ausbildung von Flüssigkeitsbrücken entstehen Pelletkeime, die auf dem Feingut im Materialbett nach oben wandern. Dieser Pelletwachstumsprozess geht mit einem kontinuierlichen Zerfall der Pellets einher. Durch überwiegende Haftkräfte lagern sich weitere Partikel und Pelletbruchstücke an, bis die Agglomerate so groß sind, dass sie durch die Zentrifugalkraft über den Tellerrand ausgetragen werden. Durch diesen Segregationseffekt weisen die im Pelletierteller hergestellten Pellets eine sehr enge Korngrößenverteilung auf.

Zur Vermeidung von Materialanhaftungen im Prozessraum werden Abstreifer verwendet. Diese wahlweise stationären oder dynamischen Systeme ergeben eine zusätzliche Vertikalkomponente der Materialdurchmischung.

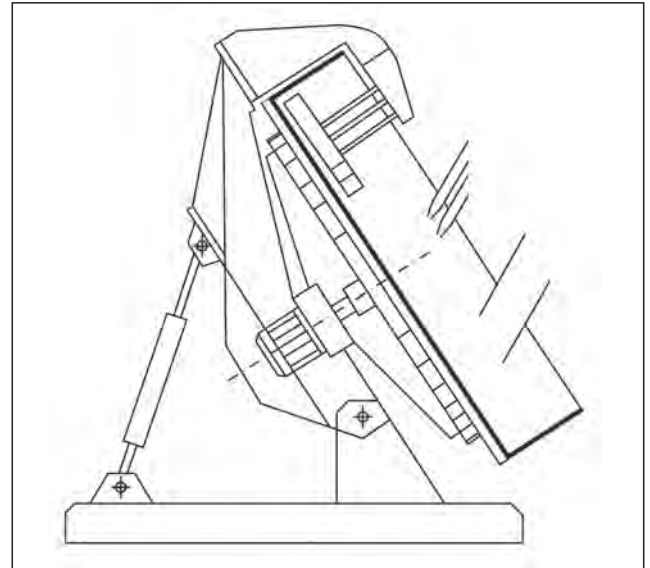
4. Erfahrungsbericht

Innerhalb der Unternehmensgruppe Haver & Boecker beschäftigt sich THE HAVER SCREENING GROUP, zu der die Niederlassungen in Münster/Deutschland, Brasilien und Kanada gehören, mit Aufbereitungstechnik. Über die Tochterfirma in Brasilien, die Haver & Boecker Latinoamericana Ltda. (HBL), vertreibt das Unternehmen schon seit mehr als 20 Jahren Pelletierteller in Südamerika. Bis heute wurden über 50 Pelletierteller des Typs GR7500 verkauft, womit sich THE HAVER SCREENING GROUP als traditioneller Pelletiertellerlieferant in Brasilien etabliert hat.

Im April dieses Jahres schloss die HBL einen ihrer wichtigsten Aufträge erfolgreich ab. Elf Pelletierteller des Typs GR7500 und zwei Siebmaschinen des Typs R-MD wurden seit der Vertragsunterzeichnung vor drei Jahren für die dritte Pelletieranlage von Samarco Mineração S.A. in Ubu (Espírito Santo) geliefert (**Bild 6**). Das Gesamtprojekt umfasst eine neue Anlage zum Aufbereiten von Eisenerz zu Konzentrat in Germano (Minas Gerais), eine zweite Pipeline mit 400 km Länge, über die das Eisenerzkonzentrat als Schlamm bis zum Pelletierwerk in Ubu gepumpt wird, und eine komplett neue Pelletieranlage mit einer Produktionskapazität von 7,6 Mio. t Pellets pro Jahr (**Bild 7**).

Mittlerweile sind zwei der drei Anlagen bei Samarco Mineração S.A. in Ubu mit Pelletiertellern und Siebmaschinen von Haver & Boecker ausgerüstet. Die Investition für die neue Pelletieranlage beträgt 1,32 Mrd. US\$ und sorgt für eine Steigerung der Jahresproduktionsleistung von ehemals 14,0 Mio. t auf 21,6 Mio. t am Standort Ubu (**Bild 8**).

Das Eisenerzkonzentrat, das als Schlamm vorliegt, wird zunächst eingedickt, entwässert und auf eine Pelletierfeinheit von < 100 µm gemahlen. Als Mühlen kommen Gutbettwalzenmühlen mit einer Durchsatzleistung von bis zu 3000 t/h zum Einsatz.



*Bild 5: Schematische Darstellung eines Pelletiertellers [6]
Fig. 5: Schematic diagram of a pelletizing disc [6]*

the pelletizing discs end up having an especially narrow grain size distribution.

Scrapers are used to prevent adhesion to the vessel. These scrapers, either stationary or dynamic systems, also provide an additional vertical component of material mixing.

4. Experience report

Within the Haver & Boecker Company, the THE HAVER SCREENING GROUP, which comprises daughter companies in Germany, Brazil and Canada, focuses on mineral processing technology. For over 20 years the company has been selling pelletizing discs in South America through its Haver & Boecker Latinoamericana Ltda. (HBL) subsidiary in Brazil. So far more than 50 GR7500 pelletizing discs have been sold, making THE HAVER SCREENING GROUP a traditional pelletizing discs vendor in Brazil.

In April of this year HBL completed its most successful business deal ever. Eleven GR7500 pelletizing discs and two R-MD screening machines were delivered to Samarco Mineração SA's third pelletizing plant in Ubu (Espírito Santo) since contracts were signed three years earlier (**Fig. 6**). The entire order included a new plant for processing iron ore to concentrates in Germano (Minas Gerais), a second 400 km long pipeline for pumping iron ore concentrate as slurry to the pelletizing plant in Ubu, and a completely new pelletizing disc with an annual production capacity of 7.6 million t (**Fig. 7**).

Today two of the three plants at Samarco Mineração S.A. in Ubu are equipped with pelletizing discs and screening machines from Haver & Boecker. The investment for the new pelletizing plant is 1.32 billion US\$ and it will increase annual production capacity at the Ubu location from about 14.0 million t to about 21.6 million t.

The iron ore concentrate, which arrives as slurry, is thickened, de-watered and ground to a pelletizing fineness of < 100 µm. The grinding mills are roller type presses with a throughput capacity of up to 3,000 t/hr.

Next the ground iron ore receives additives such as lime, bentonite or carbon, and is homogenized in high intensity mixers.

Conveyor belts then distribute the prepared pellet-feed material to individual stocking bunkers located above the pelletizing discs. The pelletizing discs are individually fed via downpipes and a rotary feeder.

The pelletizing discs installed in the plant handle a mass flowrate of up to 150 t of pellets per hour. Because of their robust de-



Bild 6: GR7500 in der 3. Pelletieranlage Samarco Mineração, Ubu (ES)

Fig. 6: GR7500 in the 3rd pelletizing plant at Samarco Mineração in Ubu (ES)

Anschließend wird das gemahlene Eisenerz mit Additiven wie z. B. Kalk, Bentonit oder Kohle versetzt und im Intensivmischer homogenisiert. Förderbänder verteilen das aufbereitete Aufgabematerial, das so genannte Pelletfeed, auf die einzelnen Zwischenbunker über den Pelletiertellern. Die Pelletierteller werden einzeln beschickt, indem das Pelletfeed in ein Fallrohr gefördert und mittels eines Schleuderrotors auf den Pelletierteller aufgebracht wird.

Die in der Anlage installierten Pelletierteller haben einen Masendurchsatz von bis zu 150 t/h Pellets. Aufgrund ihres soliden Designs sind die Pelletierteller äußerst wartungsfreundlich. Das Revisionsintervall beträgt in der Regel acht Monate, was zu einer hohen Produktivität führt. Der Neigungswinkel des Tellers lässt sich stufenlos, automatisch und selbst im laufenden Betrieb über eine motorgetriebene Gewindespindel verstellen.

Die Tellerdrehzahl kann ebenfalls stufenlos geregelt werden. Durch ein spezielles Getriebekonzept ist es möglich, den Teller auch unter Volllast anzufahren.

Der Pelletierteller ist mit statischen, keramischen und hartmetallischen Abstreifern ausgestattet, die eine konstante Materialschicht mit variabler Höhe, dem so genannten Bodenlayer, garantieren. Aufgrund eines autogenen Verschleißschutzes werden hohe Standzeiten erreicht.

Im Pelletierteller wird das feine Material durch Aufbauagglomeration zu Pellets, so genannten „Grünlingen“ oder „green balls“, mit einer Korngröße von etwa 9 mm bis 16 mm geformt. Diese rollen über die Austragsschurre auf ein Förderband, das zu einem Rollenrost führt. Der Rollenrost klassiert die Pellets in Überkorn, Unterkorn und Wertkorn. Das Über- und Unterkorn wird zurück in den Prozess geführt, während das Wertkorn direkt zum Wanderrostofen gefördert wird.

Der Anteil des recycelten Über- und Unterkorns bei einem Pelletierteller beträgt etwa 30 % des Gesamtdurchsatzes. Im Vergleich zu einer Pelletiertrommel mit Recyclingquoten von 200 % bis 500 % ist demzufolge der Einsatz eines Pelletiertellers im Hinblick auf die spezifische Pelletierleistung ($t/h\ m^2$ oder $t/h\ m^3$), den spezifischen Raumbedarf inklusive Peripherie ($m^3\ h/t$) und den spezifischen Energiebedarf (kWh/t) bedeutend wirtschaftlicher.

Im Wanderrostofen werden die Pellets langsam aufgeheizt und sintern bei einer Temperatur von etwa 1350 °C. Die heißen Pellets werden anschließend im Gegenstromprinzip gekühlt und in einem weiteren Schritt auf zwei Siebmaschinen (Typ R-MD) nachklassiert (Bild 9).

Diese Richterregersiebmaschinen mit zwei Siebdecks sind speziell für die Anforderungen der Pelletklassierung konstruiert worden und garantieren eine hohe Standzeit sowie einen reibungs-



Bild 7: Gesamtansicht der Pelletieranlage

Fig. 7: View of a pelletizing plant

sign, pelletizing discs are exceptionally maintenance friendly. The maintenance interval is as a rule every eight months, which leads to a high productivity. The inclination angle of the disc is steplessly and automatically adjustable via a motor-driven spindle, even during operation.

The disc's rotary speed may be also steplessly adjusted. Thanks to a special transmission drive design, it is also possible to start the disc when it is fully loaded. The pelletizing discs are also equipped with static ceramic or hard-metal scrapers that assure constant material layer thickness with variable height. Long operating lifetimes are provided by autogenic abrasion protection.

In the pelletizing disc shown in Fig. 8, the fine materials are formed into green balls with a grain size of about 9 to 16 mm by the pelletizing process. These balls roll off a discharge chute and onto a belt conveyor that leads to a roller screen. The roller screen classifies the pellets into oversize, undersize and correct-size grains. The oversize and undersize pellets are fed back into the process, while the conforming pellets are conveyed directly to the travelling gate furnace.

The share of re-circulated oversize and undersize grains from a pelletizing disc is approx. 30 % of the overall throughput. Compared to a pelletizing drum, with a re-circulated amount of 200 % to 500 %, a pelletizing disc is significantly more economical with regards to specific pelletizing efficiency ($t/h\ m^2$ or $t/h\ m^3$), specific space requirements including peripherals ($m^3\ h/t$) and its specific energy consumption (kWh/t).

The pellets are slowly heated in the travelling gate furnace and sinter at a temperature of approx. 1350 °C. The hot pellets are then cooled in a counter-flow principle before being later classified by two Haver R-MD screening machines (Fig. 9).

These directly excited screening machines with two screen decks are designed specifically for the classification of pellets and guarantee a long operational lifetime and trouble-free operation. The screening results are excellent – also for irregular feeding of pellets with temperatures of up to 300 °C (Fig. 10).

The clean and high quality pellets with accurate grain size coming from the screening machines are temporarily stockpiled. Then they are transported to the plant's shipping port and loaded onto freighter vessels with a load capacity of up to 360,000 t.

Samarco offers its customers iron ore pellets in five different compositions, three kinds of blast furnace pellets with minimal (0.4), intermediate (0.8) and high basicity (1.0), and two kinds of direct-reduction pellets with normal (0.6) and high basicity (0.8).

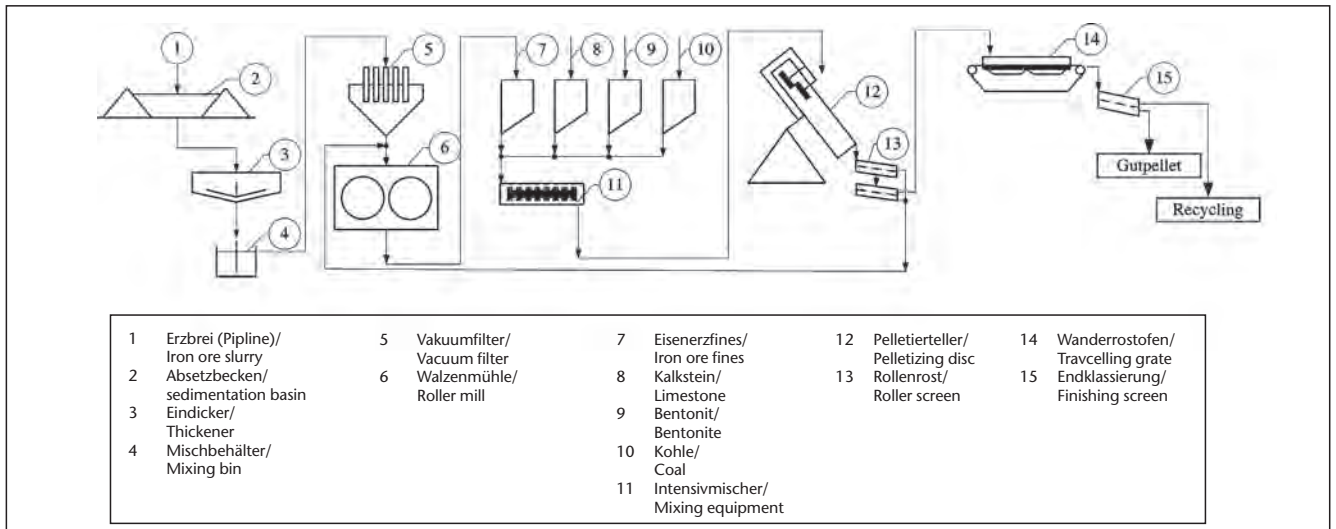


Bild 8: Verfahrensschema der neuen Pelletieranlage bei Mineração S. A. in Ubu, Brasilien
 Fig. 8: Process schematic of the new pelletizing plant at Samarco Mineração S. A. in Ubu, Brazil

losen Betrieb. Das Siebergebnis ist auch bei unregelmäßiger Beschickung der teilweise bis zu 300 °C heißen Pellets sehr gut (Bild 10).

Die Pellets werden auf Halde zwischengelagert. Abschließend werden sie zum werkseigenen Verladehafen transportiert und in Transportschiffe mit einer Ladekapazität bis 360 000 t verfrachtet. Samarco bietet seinen Endkunden Eisenerzpellets in fünf unterschiedlichen Zusammensetzungen an: drei Arten Hochofenpellets mit geringer (0,4), mittlerer (0,8) und hoher Basizität (1,0) und zwei Arten von Direktreduktionspellets mit normaler (0,6) und hoher Basizität (0,8).

Die Basizität wirkt sich unter anderem auf die Schlackenviskosität aus. So bewirkt z. B. eine geringe Basizität eine hohe Schlackenviskosität bei vergleichsweise geringen Temperaturen.

Neben Hochofen- und Direktreduktionspellets werden Pellets auch als Zwischenprodukt für die Herstellung von Sinter eingesetzt. Eine Anlage zur Herstellung von so genannten „Hybrid-Pellets“ (HPS) wurde bereits in Brasilien mit HAVER-Pelletiertellern ausgestattet. Hybrid-Pellets bestehen aus einer Mischung aus Stahlwerksreststoffen, Eisenerz, Kohle und verschiedenen Additiven, die in einem Pelletierteller agglomeriert werden. Die maxi-

Among other factors, the basicity affects the slag viscosity. For example a low basicity leads to a high slag viscosity at comparably low temperatures.

In addition to blast furnace pellets and direct-reduction pellets, pellets are also used as an intermediate product for the production of sinter. A plant for manufacturing so-called hybrid-pellets (HPS) in Brazil has just been equipped with HAVER pelletizing discs. Hybrid pellets are a mixture of steel mill scrap, iron ore, carbon and various additives that are agglomerated by pelletizing discs. The maximum grain size of HPS pellets are approx. 6 mm. Die HPS pellets, also called micro-pellets, are then placed



Bild 9: Siebmaschine des Typs R-MD
 Fig. 9: Haver R-MD screening machine



Bild 10: Endklassierung der gehärteten Pellets
 Fig. 10: Final classification of hardened pellets

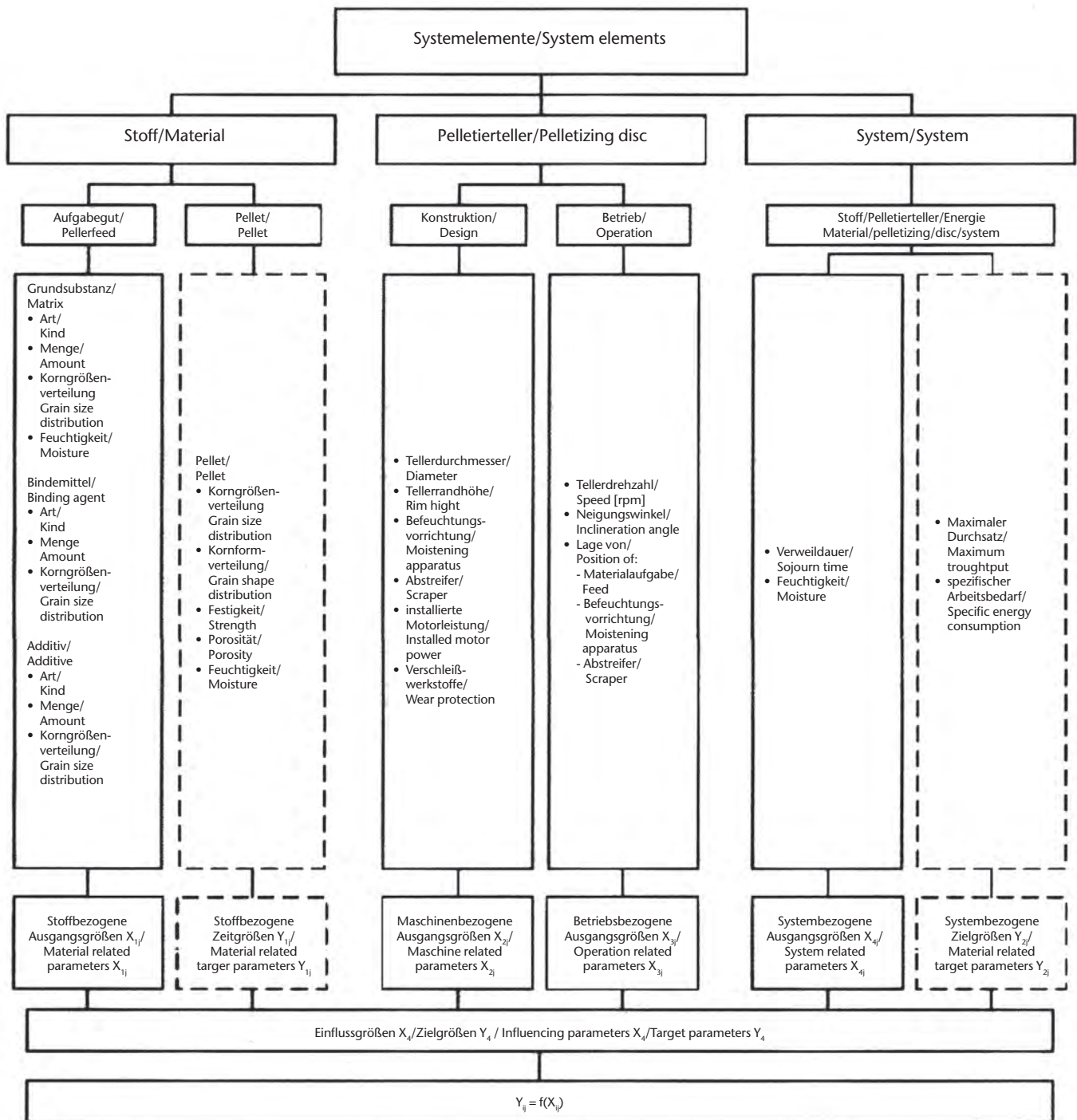


Bild 11: Systemelemente der Aufbauagglomeration mittels Pelletierteller
Fig. 11: System elements of agglomeration by pelletizing disc

male Korngröße der HPS-Pellets beträgt etwa 6 mm. Die HPS-Pellets, auch Mikropellets genannt, werden anschließend auf einem Sinterband zu Sinter verarbeitet und schließlich dem Hochofen zugeführt.

Aufgrund des ungebrochenen globalen Stahlbedarfs ist man neben der herkömmlichen Eisenagglomeration bestrebt, die Wirtschaftlichkeit für die Rückführung von Stahlwerksreststoffen zu erhöhen.

Nicht nur unter ökologischen, sondern auch unter ökonomischen Aspekten ist das Agglomerieren von Stahlwerksstäuben neben der Brikettierung eine überzeugende Anwendungsmöglichkeit für den Pelletierteller.

onto sinter belts for sintering before being sent to the blast furnace.

Because of the unbroken global demand of steel besides the conventional iron ore pelletizing more efforts are being expended to increase the economic feasibility of using steel mill scrap. In addition to briquette production, the pelletizing of steel mill dust by pelletizing discs is convincing not only because of ecological factors, but because of its economics as well.

5. Outlook and cooperation with the Technical University Bergakademie Freiberg

Due to the wide range of factors and interactions that exist be-

5. Ausblick und Zusammenarbeit mit TU Bergakademie Freiberg

Aufgrund der Vielzahl von Einflüssen und Wechselwirkungen von stoff-, maschinen- und verfahrenstechnischen Systemelementen stellt der Pelletierteller ein komplexes System dar, dessen verfahrenstechnische Beherrschbarkeit ein hohes Maß an Erfahrungen verlangt (Bild 11).

Da mathematisch-physikalische Modelle zur Erfassung der zufälligen Partikelberührungen fehlen, können die Phänomene der Aufbauagglomeration im Pelletierteller nicht vollständig analytisch beschrieben werden. Es existieren hauptsächlich empirische Berechnungsmodelle und qualitative Beurteilungen ausgewählter Einflussfaktoren.

Um der steigenden Bedeutung der Eisenerzpelletierung sowie neuen Agglomerationsaufgaben gerecht zu werden, baut Haver & Boecker in Zusammenarbeit mit dem Institut für Aufbereitungsmaschinen der TU Bergakademie Freiberg die Forschung und Entwicklung zur Aufbauagglomeration im Pelletierteller aus. Die TU Bergakademie Freiberg betreibt bis heute erfolgreich das, wofür sie 1765 gegründet wurde: praxisnahe Ausbildung und Forschung auf den vier thematischen Profilgebieten Geo, Energie, Umwelt und Werkstoffe.

Das Institut für Aufbereitungsmaschinen, geleitet durch Prof. Dr.-Ing. G. Unland, beschäftigt sich speziell mit der maschinen-technischen Umsetzung von aufbereitungstechnischen Prozessen wie Zerkleinern, Trennen (Klassieren, Sortieren), Agglomerieren und Mischen. Daher arbeitet es insbesondere an der Auslegung, Konstruktion, Auswahl und dem Betrieb von Aufbereitungsmaschinen und -anlagen.

Da auch auf dem Pelletierteller Stoffumwandlungsprozesse stattfinden, ist es notwendig, einerseits eine Bewertung des Pelletierprozesses mithilfe von technisch-ökonomischen Kennzahlen vorzunehmen und zum anderen eine Qualitätscharakterisierung der Pellets durch granulometrische Kennwerte durchzuführen. Daher wird zurzeit eine Versuchsanlage zur Aufbauagglomeration mittels Pelletierteller in Betrieb genommen, die sowohl zur Gewinnung wissenschaftlicher Erkenntnisse zur Materialbett-kinematik als auch zur Bewertung neuer Agglomerationsaufgaben genutzt wird.

Haver & Boecker und die TU Bergakademie Freiberg sind zuversichtlich, aufgrund der intensiven Forschungstätigkeiten und der umfassenden Erfahrungen aus über 50 gelieferten Pelletiertellern in Südamerika neue Meilensteine in der Aufbauagglomeration mittels Pelletierteller zu setzen.

Literatur/References

- [1] Wall Street Journal, www.econstats.com
- [2] Verein deutscher Eisenhüttenleute, www.stahl-online.de
- [3] Rio Tinto, "Annual Results 2007", www.riotinto.com
- [4] Vale, "Annual Report 2007", www.vale.com
- [5] BHP Billiton, "Annual Review 2007", www.bhpbilliton.com
- [6] Schubert, Heinrich: Handbuch der Mechanischen Verfahrenstechnik. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. Weinheim, 2003; ISBN 3-527-20577-7
- [7] Meyer, Kurt: Pelletizing of Iron Ores. Springer-Verlag. Berlin, 1980; ISBN 3-540-10215-9

tween materials, machines and process elements, a pelletizing disc is a complex system whose technical process control requires a great amount of experience (Fig. 11).

Because there is a lack of mathematical-physical models for considering random particle interactions, the pelletizing phenomena cannot be completely analytically described. Mainly empirical calculation models and qualitative assertions of selected factors of influence are available.

To meet the growing demands of iron ore pelletizing and new pelletizing processes, Haver & Boecker is expanding research and development of agglomeration by pelletizing discs in cooperation with the Institute of Machines for Mineral Processing of the Technical University Bergakademie Freiberg in Germany.

Today the Technical University Bergakademie Freiberg successfully continues the tradition for which it was originally established back in 1765: practical education and research in the four thematic profiles of geo, energy, environment and material sciences.

The Institute of Mineral Processing Machines, led by Prof. Dr.-Ing. G. Unland, develops machines especially for technical and mechanical processes such as crushing, separating (classifying, sorting), pelletizing and mixing. The focus is placed especially on the layout, design, selection and operation of mineral processing machines and plants.

Because material conversion processes take place in pelletizing discs, it is necessary to undertake on one hand an assessment of the pelletizing process using technical-economical characteristic values and, on the other hand, to characterize the quality of the pellets using granular-metric values. Currently a trial system for agglomeration by pelletizing discs is being put into operation. This will also provide further scientific knowledge on material bed kinematics and for the assessment of new pelletizing applications.

Because of their intensive research activities and comprehensive experience gained by delivering over 50 pelletizing discs in South America, Haver & Boecker and the Bergakademie Freiberg Technical University are convinced that they will soon set new milestones in the technology of agglomeration by pelletizing discs.

THE HAVER SCREENING GROUP



THE ORIGINALS

ROTO-PACKER® HAVER	THE CYRUS® HAVER	INTEGRA® HAVER
 SILOS IBAU HAMBURG	 Felge FILLING Drum Filler	BEHN + BATES FRONTLINE®
Fine-Line HAVER	LIFFS HAVER	T-CLASS HAVER
Pelletizing Discs HAVER	TYCAN H-CLASS	 水泥回转包装机 ROTOCEM®

MADE BY THE HAVER GROUP

HAVER & BOECKER, Machinery Division
Münster, Germany
Phone: +49 251 9793-0
E-mail: niagara@haverboecker.com
Internet: www.haverboecker.com

HAVER ENGINEERING GmbH
Meißen, Germany
Phone: +49 3521 409399-0
E-mail: hem@haverboecker.com

HAVER & BOECKER Latinoamericana Ltda.
MONTE MOR S.P., Brazil,
Phone: +55 19 3879-9101
E-mail: haverhbl@haverbrasil.com.br
Internet: www.haverbrasil.com.br

PM 275 D/E 2943 0908 1 Fe

The machines and plants shown in this leaflet as well as the stated technical parameters are examples of customer-specific technical solutions. Therefore they are subject to modifications. The designation ® indicates a registered trademark of HAVER & BOECKER OHG in Germany. Several indicated designations are registered trademarks also in other countries worldwide.