

(19)



(11)

**EP 3 215 272 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**27.05.2020 Patentblatt 2020/22**

(51) Int Cl.:  
**B02C 4/02** <sup>(2006.01)</sup>      **B02C 21/00** <sup>(2006.01)</sup>  
**B02C 23/08** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **15797608.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2015/075104**

(22) Anmeldetag: **29.10.2015**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2016/071197 (12.05.2016 Gazette 2016/19)**

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON IN FRAKTIONEN UNTERSCHIEDLICHER KORNGRÖSSEN SEPARIERTEN GESTEINSKÖRNUNGEN**

METHOD FOR MANUFACTURING AGGREGATES SEPARATED IN FRACTIONS OF DIFFERENT GRAIN SIZES

PROCÉDÉ DE FABRICATION DE GRANULATS SÉPARÉS EN FRACTIONS DE DIFFÉRENTS TAILLES DU GRAIN

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(72) Erfinder: **MARCHUK, Viktor**  
**40239 Düsseldorf (DE)**

(30) Priorität: **03.11.2014 DE 102014115975**

(74) Vertreter: **thyssenkrupp Intellectual Property GmbH**  
**ThyssenKrupp Allee 1**  
**45143 Essen (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**13.09.2017 Patentblatt 2017/37**

(56) Entgegenhaltungen:  
**WO-A1-2010/072276 DE-A1- 3 337 615**  
**DE-A1- 3 719 251 DE-A1- 19 512 509**

(73) Patentinhaber:  

- **thyssenkrupp AG**  
**45143 Essen (DE)**
- **thyssenkrupp Industrial Solutions AG**  
**45143 Essen (DE)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**EP 3 215 272 B1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von in Fraktionen unterschiedlicher Korngrößen separierten Gesteinskörnungen mit isometrischen Kornformen. Die Erfindung betrifft weiterhin eine zur Durchführung eines solchen Verfahrens geeignete Anlage.

**[0002]** Unter dem Begriff "Gesteinskörnung" versteht man ein körniges Material, welches für die Herstellung von Beton, Asphalt oder sonstigen Tragschichten Verwendung finden kann. Gesteinskörnungen können auf natürlicher oder gebrochener Formgebung beruhen. Bei letzterer werden große Gesteine industriell gebrochen und dadurch Gesteinskörnungen mit gewünschten Korngrößen hergestellt.

**[0003]** Bei gebrochenen Gesteinskörnungen wird in Abhängigkeit von der Korngröße unterschieden in Gesteinsmehl mit einer Korngröße bis 0,063 mm, in feine Gesteinskörnungen, auch als "(Brech-)Sand" bezeichnet, mit einer Korngröße von > 0,063 mm bis 2 mm (Anwendung Asphalt), 4 mm (Anwendung Beton) oder 6,3 mm (andere Belagsanwendungen) und in grobe Gesteinskörnungen. Die groben Gesteinskörnungen umfassen zum einen Split mit einer Korngröße oberhalb der entsprechenden Obergrenze für Brechsande und bis zu 32 mm, Schotter mit einer Korngröße von > 32 mm bis 64 mm und Schropfen mit einer Korngröße > 64 mm. Innerhalb dieser Grundfraktionen können weitere Unterfraktionen vorgesehen sein.

**[0004]** Es ist bekannt, dass für bestimmte Anwendungen, beispielsweise als Tragschichtmaterial im Straßenbau oder als Zuschlag für Beton, sogenannte isometrische, d.h. geometrisch möglichst gleichförmige, Kornformen der Gesteinskörnungen vorteilhafter als sogenannte anisotrope, d.h. nicht-isometrische Kornformen sind. Isometrische Gesteinskörnungen können sich u.a. vorteilhaft auf die Verarbeitungseigenschaften und auf die Erzielung hoher Endfestigkeiten in Baustoffen auswirken. Im Vergleich zu natürlich geformten Gesteinskörnungen weisen gebrochene Gesteinskörnungen in relevantem Ausmaß Bruchkanten und -flächen auf.

**[0005]** Für grobe Gesteinskörnungen wird eine Beurteilung der Kornform meistens auf das Verhältnis von Kornlänge (L) zu Korndicke (E), das sogenannte L/E-Verhältnis, der einzelnen Körner zurückgeführt. Ein L/E-Verhältnis von  $\leq 3$  hat sich als sinnvoller Grenzwert für das Bauwesen erwiesen. Der Gehalt an Gesteinskörnungen mit einem L/E-Verhältnis > 3 wird durch Normen, insbesondere die DIN EN 933-4, beschränkt. Für feine Gesteinskörnungen werden für die einzelnen Körner, gegebenenfalls neben dem L/B-Verhältnis, (auch) andere Parameter, beispielsweise die Sphärizität beziehungsweise Rauigkeit, bestimmt. Hierbei können unterschiedliche Methoden (z.B. Mikroskopie, dynamische Bildanalyse) zur Anwendung kommen. Allgemein gilt: je näher die Kornformen der sphärischen Form sind, desto hochwertiger ist die Gesteinskörnung für die Bauindustrie.

**[0006]** Bei der Herstellung von gebrochenen Gesteins-

körnungen besteht eine grundlegende Aufgabe darin, ein vorgegebenes Gestein bei möglichst geringem Energieverbrauch, mit möglichst geringem Verschleiß und mit möglichst wenig Abfallprodukt zu einem Produkt mit einem möglichst hohen Anteil isometrischer Körner zu zerkleinern. Zur Lösung dieser Aufgabe werden bislang mehrere Brecher mit unterschiedlichen Zerkleinerungsmechanismen kombiniert. Die unterschiedlichen Zerkleinerungsmechanismen basieren auf unterschiedlichen Beanspruchungen des Materials beim Zerkleinern. In Backen- und Kegelbrechern wird das Material vorwiegend durch Druck und in Prallbrechern durch Schlag und Prall in Einzelkornzerkleinerung beansprucht. Diese Beanspruchungsarten führen zu unterschiedlichen Kornformen und unterschiedlichen Korngrößenverteilungen.

**[0007]** Abrasive Gesteine (z.B. Quarzit, Gabbro, Granit, Porphyr und ähnliche Hartgesteine) werden zumeist mit Backen- und Kegelbrechern zerkleinert. Backen- und Kegelbrecher liefern jedoch Zerkleinerungsprodukte mit einem hohem Anteil an platten, länglichen Körner (vgl. Stark, U.; Müller, A.: Effektive Methoden zur Messung der Korngröße und Kornform. Aufbereitungstechnik 45 (2004) Nr. 6). Um hochwertige grobe Gesteinskörnungen zu erhalten, müssen diese anisotropen Körner daher abgesiebt werden. Ein erheblicher Anteil der insgesamt verarbeiteten Gesteine fällt dabei als minderwertiges Produkt in Form von platten, länglichen Körner im Fein- und Grobbereich an, das nicht oder nur zu geringen Preisen zu vermarkten ist.

**[0008]** Um den Anfall an minderwertigem Produkt zu reduzieren wird häufig zusätzlich ein Vertikalprallbrecher als sogenannter "Kubizierer" für die platten, länglichen Körner eingesetzt, um Fertigprodukte mit höheren Anteilen isometrischer Körner zu erhalten. Bekanntlich werden durch die Prallzerkleinerung überwiegend derartige isometrische Körner erzeugt. Durch die zusätzliche Vorrichtung wird jedoch der spezifische Energieverbrauch bei der Herstellung der Gesteinskörnungen erhöht. Außerdem sind für die Herstellung unterschiedlicher Fraktionen aufgrund der relativ steilen Korngrößenverteilung mehrere Brechstufen (Brecher) notwendig, was den Energieverbrauch weiter erhöht. Die parallele Nutzung vieler Zerkleinerungsvorrichtungen erhöht zudem den Investitionsbedarf.

**[0009]** Die Anlage Tau von NorStone (Norwegen), die für Herstellung hochwertiger Quarzdiorit-Gesteinskörnungen für den Straßenbau vorgesehen ist, besteht beispielsweise aus drei Kegelbrecher-Stufen und einer zusätzlichen Vertikalprallbrecher-Stufe in einer Funktion als Kubizierer. Darüber hinaus enthält die dritte Kegelbrecher-Stufe insgesamt fünf Kegelbrecher für unterschiedliche Korngrößen der herzustellenden Gesteinskörnungen. Insgesamt sind demnach acht Brecher (sieben Kegelbrecher und ein Vertikalprallbrecher) in dieser Anlage im Einsatz (vgl. "Manufactured sand in concrete - effect of particle shape on workability"; COIN project report No. 34 (2011), SINTEF Building and Infrastructure, Norwegen).

**[0010]** Für eine Zerkleinerung von mittelharten Gesteinen, beispielsweise Kalkstein, Dolomit, Basalt, etc., können Horizontalprallbrecher eingesetzt werden. Sie liefern Zerkleinerungsprodukte mit hoher Kubizität und damit isometrischen Kornformen. Nachteile dieser Horizontalprallbrecher sind hohe Kosten für Verschleißmaterialien und eine beschränkte Verfügbarkeit wegen relativ häufig erforderlichen Wartungen. Für die Herstellung von Brechsand mit isometrischen Kornformen wird zumeist ein zusätzlicher Vertikalprallbrecher als Kubizierer als dritte oder vierte Brechstufe eingesetzt, der zwei bis drei Brechern, die für die Erzeugung entsprechend kleiner Korngrößen erforderlich sind, nachgeschaltet ist. Nachteile von solchen Anlagen sind ein relativ hoher Energieverbrauch (zusätzliche Maschinen mit Peripherie) und ein hoher Anteil an Gesteinsmehl nach dem Kubizieren, für den in der Regel keine weitere Verwendung als Produkt vorgesehen ist und der folglich Abfall darstellt.

**[0011]** Ein Verfahren zur Herstellung von Brechsand aus feuchtem Gesteinsmaterial, beispielsweise aus der Kieswäsche, ist aus der EP 1 681 392 A1 bekannt. Dort wird das feuchte Gestein zunächst getrocknet, anschließend in einem Backenbrecher zerkleinert und schließlich klassiert, um die Brechsandfraktionen von Feinstkorn zu separieren. Durch das vor der Zerkleinerung erfolgende Trocknen soll verhindert werden, dass die zunächst äußerlich am Gestein anhaftende grobe Feuchte während des Brechvorgangs auf die frisch gebildeten Partikeloberflächen verteilt wird und dort das während der Zerkleinerung entstehende Feinstkorn bindet.

**[0012]** Die Herstellung von Gesteinskörnungen im Rahmen der beschriebenen Verfahren erfolgt nach dem Prinzip der sogenannten Einzelkornzerkleinerung, bei der das Aufgabegut in der entsprechenden Brechvorrichtung im Wesentlichen vereinzelt beaufschlagt und dadurch gebrochen wird.

**[0013]** Von anderen Zerkleinerungsanwendungen, wie beispielsweise dem Mahlen von Zementrohmehl oder von Zement aus Zementklinker, ist auch die sogenannte Gutbettzerkleinerung bekannt, bei der das Aufgabegut derart der Zerkleinerungsvorrichtung zugeführt wird, dass dieses in dem Zerkleinerungsspalt, z.B. dem Walzenspalt einer sogenannten Gutbett- oder Hochdruckwalzenmühle, in Form einer Materialschüttung vorliegt, was dazu führt, dass die Partikel des Aufgabeguts unter hohem Druck gegeneinander gedrückt und dadurch zerkleinert werden. Das aus der Gutbettwalzenmühle austretende Zerkleinerungsprodukt liegt dabei zu einem Großteil in Form von Agglomeraten (sogenannten "Schülpen") vor, die sich jedoch unter vergleichsweise geringem Energieaufwand desagglomerieren lassen. Gegenüber den Zerkleinerungsverfahren nach dem Prinzip der Einzelkornzerkleinerung zeichnet sich die Gutbettzerkleinerung grundsätzlich durch einen hohen energetischen Wirkungsgrad aus.

**[0014]** Die WO 2010/072276 A1 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Zerkleinern von mineralischem Mahlgut, insbesondere Roherz, bei dem/der das

Mahlgut zunächst in einer ersten Gutbettwalzenmühle vorzerkleinert, dann einer Trockenagglomeration unterworfen und anschließend in einer Trockensiebvorrichtung vorklassiert wird, wobei das aus dieser Vorklassierung stammende Grobgut in die erste Gutbettwalzenmühle zurückgeführt wird, während das Feingut einer zweiten Gutbettwalzenmühle zugeführt wird. Der Austrag der zweiten Gutbettwalzenmühle wird einem Spiralklassierer zugeführt, der den Austrag in Fein- und Grobgut unterteilt. Dieses Feingut wird daraufhin direkt einer Sortieranlage zugeführt, während das Grobgut in verschiedenen Verfahrensschritten weiter verarbeitet und dabei insbesondere zerkleinert wird.

**[0015]** Die DE 33 37 615 A1 beschreibt ein Verfahren und Vorrichtungen zur Zerkleinerung und Aufbereitung mineralischer Rohstoffe, beispielsweise Erze, bei dem/denen die Rohstoffe in einem Brecher vorgebrochen und anschließend einer Gutbettwalzenmühle zugeführt werden, um diese weiter zu zerkleinern. Der Austrag der Gutbettwalzenmühle wird weiterverarbeitet und dabei teilweise mittels einer Mühle weiter zerkleinert. Insgesamt wird bei dem Verfahren gemäß der DE 33 37 615 A1 lediglich ein Fertigprodukt in einer Fraktion erzeugt. Im Rahmen der Weiterverarbeitung des Austrags der Gutbettwalzenmühle können zwar sogenannte Kopftrübe separiert werden, die jedoch verworfen werden.

**[0016]** Die DE 195 12 509 A1 offenbart ein Verfahren zur Zerkleinerung von Erzmaterial, das in einer Autogenmühle vorzerkleinert und dann in einer Klassiervorrichtung in Feingut und Grobgut separiert wird, wobei das Grobgut anschließend einer Gutbettwalzenmühle zugeführt wird. Das aus der Gutbettwalzenmühle stammende Material kann anschließend weiterklassiert werden, wobei vorgesehen ist, das entsprechende Grobgut jeweils zu rezirkulieren. Im Ergebnis wird somit auch hier lediglich eine als Fertiggut dienende Fraktion erzeugt.

**[0017]** Die DE 37 19 251 A1 beschreibt ein Verfahren zur kontinuierlichen Druckzerkleinerung spröden Mahlguts, beispielsweise von Zementklinker zu Fertizement, bei dem das Mahlgut zunächst einer ersten Hochdruck-Walzenpresse und unmittelbar anschließend einer zweiten Hochdruck-Walzenpresse zugeführt wird. Anschließend gelangt das Gut in einen Desagglomerator sowie daran anschließend in einen Sieber, wobei die daraus austretende feine Fraktion das Fertiggut darstellt, während die grobe Fraktion zu der ersten Hochdruck-Walzenpresse zurückgeführt wird.

**[0018]** Ausgehend von diesem Stand der Technik hat der Erfindung die Aufgabe zugrunde gelegen, eine Möglichkeit anzugeben, hochwertige Gesteinskörnungen mit möglichst isometrischen Kornformen aus insbesondere harten und mittelharten Gesteinen herzustellen. Dabei sollte zudem eine möglichst weitgehende Verminderung von bei der Herstellung anfallendem Staub (Gesteinsmehl), ein möglichst niedriger Energieverbrauch für die Durchführung des Verfahrens und ein möglichst niedriger Verschleiß der dazu eingesetzten Anlage erreicht werden.

**[0019]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß dem Patentanspruch 1 gelöst. Eine zur Durchführung eines solchen Verfahrens geeignete Anlage ist Gegenstand des Patentanspruchs 9. Vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens und vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Anlage sind Gegenstände der jeweiligen abhängigen Patentansprüche und ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Erfindung.

**[0020]** Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass bei der Anwendung der grundsätzlich bekannten Gutbettzerkleinerung ein Zerkleinerungsprodukt mit zum einen einer breiten Korngrößenverteilung und zum anderen mit einem sehr hohen Anteil (häufig um die 98%) von isometrischen Kornformen sowohl im Grob- als auch Feinbereich erzeugt werden kann. Da sich die Gutbettzerkleinerung gegenüber auf Einzelkornzerkleinerung basierenden Zerkleinerungsverfahren zudem durch einen hohen energetischen Wirkungsgrad auszeichnet, ist der Grundgedanke der Erfindung, die Gutbettzerkleinerung vorteilhafterweise zur Herstellung von Gesteinskörnungen mit isometrischen Kornformen einzusetzen.

**[0021]** Demnach ist ein erfindungsgemäßes Verfahren, das der Herstellung von als Fertigprodukt dienenden, in Fraktionen unterschiedlicher Korngrößen separierten Gesteinskörnungen aus Gesteinen dient, dadurch gekennzeichnet, dass die Gesteine zunächst (insbesondere mittels einer Einzelzerkleinerung) vorgebrochen, anschließend zumindest zu einem Teil mittels einer Gutbettzerkleinerung weitergebrochen und daran anschließend klassiert werden, um die unterschiedlichen Fraktionen der Gesteinskörnungen voneinander zu separieren. Dabei ist vorgesehen, dass für das Weiterbrechen mittels der Gutbettzerkleinerung ein Druck von maximal 7,5 MPa (75 bar), vorzugsweise von zwischen 0,5 MPa und 5 MPa (5 bar und 50 bar) und besonders bevorzugt von zwischen 1 MPa und 3 MPa (10 bar und 30 bar) im Gutbett erzeugt wird. Dieser Druckbereich ist ausreichend, um das gewünschte Brechen der Gesteine zuverlässig zu erreichen, gleichzeitig aber nicht zu hoch, wodurch weitergehende Beschädigungen der Gesteinskörnungen, insbesondere Risse in den Körnern, möglichst vermieden werden. Hervorzuheben ist, dass dieser Druckbereich deutlich unterhalb des bei den bekannten Anwendungen der Gutbettzerkleinerung zum Mahlen von beispielsweise Zement oder Zementrohmehl erzeugten Drucks (über 50 MPa (500 bar) und in der Regel zwischen 100 MPa und 300 MPa (1000 bar und 3000 bar)) liegt.

**[0022]** Eine erfindungsgemäße, zur Durchführung eines solchen Verfahrens geeignete Anlage umfasst zumindest eine Brechvorrichtung (als Vorbrecher), eine der Brechvorrichtung (hinsichtlich der Transportrichtung des Materialstroms durch die Anlage) nachgeschaltete Gutbettzerkleinerungsvorrichtung, die für ein Brechen mittels Gutbettzerkleinerung bei einem Druck von maximal 7,5 MPa (75 bar) vorzugsweise von zwischen 0,5 MPa und 5 MPa (5 bar und 50 bar) und besonders bevorzugt

von zwischen 1 MPa und 3 MPa (10 bar und 30 bar) im Gutbett eingerichtet ist, eine der Gutbettzerkleinerungsvorrichtung nachgeschaltete Klassiervorrichtung und mehrere der Klassiervorrichtung nachgeschaltete Lagerplätze für die separate Lagerung der Fraktionen der Gesteinskörnungen.

**[0023]** Erfindungsgemäß wird unter der Konkretisierung der Gesteinskörnungen als "Fertigprodukte" verstanden, dass diese zumindest im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens oder eines Verfahrens, in dem das erfindungsgemäße Verfahren einen Verfahrensabschnitt darstellt, nicht weiterbearbeitet (insbesondere weiter zerkleinert) werden. Insbesondere ist vorgesehen, dass bei den Fertigprodukt-Gesteinskörnungen grundsätzlich keine Weiterbearbeitung mehr vorgesehen ist und diese folglich direkt als beispielsweise Zuschlagstoffe für Asphalt, Beton oder ähnliche Bauwerkstoffe zum Einsatz kommen können.

**[0024]** Durch das Weiterbrechen im Rahmen einer Gutbettzerkleinerung werden vorteilhafterweise Gesteinskörnungen mit einem hohen Anteil isometrischer Kornformen erzeugt. Als "isometrisch" werden erfindungsgemäß Kornformen angesehen, die definierten geometrischen Vorgaben entsprechen. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass als isometrisch solche Kornformen angesehen werden, deren Verhältnis von Kornlänge (L) zur Korndicke (E) gemäß der DIN EN 933-4 kleiner 3 ist ( $L/E\text{-Verhältnis} \leq 3$ ). Dabei stellt die "Kornlänge" die größte Abmessung des jeweiligen Korns, definiert durch den größten Abstand von zwei jeweils tangential zur Kornoberfläche liegenden, zueinander parallelen Ebenen, und die "Korndicke" die kleinste Abmessung des jeweiligen Korns, definiert durch den kleinsten Abstand von zwei jeweils tangential zur Kornoberfläche liegenden, zueinander parallelen Ebenen, dar. Gegebenenfalls kann auch vorgesehen sein, ein  $L/E\text{-Verhältnis} \leq 3$  zur Definition von isometrischen Kornformen (nur) bei groben Gesteinskörnungen mit Korngrößen  $> 2\text{ mm}$ ,  $> 4\text{ mm}$  oder  $> 6,3\text{ mm}$  vorzusehen, während feine Gesteinskörnungen mit Korngrößen kleiner oder gleich des gewählten Grenzwerts (ausschließlich oder zusätzlich) unter Bezugnahme auf ein Sphärizitätskennwert als nicht-/isometrisch definiert werden.

**[0025]** Als "Korngröße" wird erfindungsgemäß der größte Abstand von zwei jeweils tangential zur Kornoberfläche liegenden, zueinander parallelen Ebenen verstanden.

**[0026]** Aufgrund der breiten Korngrößenverteilung und der kubizierenden Wirkung der Gutbettzerkleinerung können gegenüber konventionellen Anlagen für die Herstellung von gebrochenen Gesteinskörnungen mehrere Brechstufen und damit entsprechend viele Maschinen durch die erfindungsgemäße Gutbettzerkleinerung ersetzt werden. Dadurch ist sowohl der Investitionsaufwand als auch der Energieaufwand für den Betrieb einer erfindungsgemäßen Anlage deutlich geringer als für eine konventionelle Anlage.

**[0027]** In konventionellen Brechern wird die Korngröße

der herzustellenden Gesteinskörnung meistens nur für eine Fraktion über die Spaltweite zwischen den Backen des (Backen-)Brechers oder den Abstand des Brecherkegels zu dem statischen Brechermantel (bei einem Kegelbrecher) eingestellt. Eine Gutbettzerkleinerungsvorrichtung erlaubt hingegen durch eine Änderung des Mahldruckes, der Walzengeschwindigkeit und des Mahlspalts eine flexible Anpassung der Brechparameter für mehrere Fraktionen des Zerkleinerungsprodukts an die spezifischen Materialeigenschaften des Aufgabeguts und die gewünschten Produkteigenschaften des Zerkleinerungsprodukts und an den Materialdurchsatz. Für eine Erzeugung von feinen Gesteinskörnungen kann beispielsweise der Druck im Mahlspalterhöht werden. Eine Veränderung der Betriebsbedingungen kann also zur Anpassung und insbesondere dynamischen Änderung der Kornverteilung der Produkte genutzt werden.

**[0028]** Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Nutzung einer Gutbettzerkleinerung zum Weiterbrechen der Gesteine ist der relativ geringe Verschleiß an den Walzen beziehungsweise Rollen der dafür eingesetzten Gutbettzerkleinerungsvorrichtung im Vergleich zum Verschleiß bei einer Einzelkornzerkleinerung in beispielsweise einem Backen- oder Kegelbrecher. Hierdurch werden entsprechend hohe Standzeiten für die Gutbettzerkleinerungsvorrichtung und geringere Aufwendungen für Ersatzteile gewährleistet.

**[0029]** In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass die Gesteine mittels der Gutbettzerkleinerung fertiggebrochen werden und sich folglich an die Gutbettzerkleinerung kein Brechvorgang mehr anschließt. Dies wird durch die breite Korngrößenverteilung und durch den hohen Anteil (von häufig um die 98%) isometrischer Kornformen im Zerkleinerungsprodukt der Gutbettzerkleinerung ermöglicht. Einem sich an die Gutbettzerkleinerung anschließenden Weiterbearbeiten und insbesondere Weiterbrechen bedarf es daher für eine Nutzung der Gesteinskörnungen als Fertigprodukte in der Regel nicht.

**[0030]** Vorzugsweise kann im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen sein, dass die Gesteine bis zu einer Gesteinsgröße (größter Abstand von zwei jeweils tangential zur Gesteinsoberfläche liegenden, zueinander parallelen Ebenen) von maximal 400 mm, vorzugsweise zwischen 50 mm und 350 mm und besonders bevorzugt zwischen 100 mm und 200 mm vorgebrochen werden. Dies kann ein vorteilhafter Größenbereich für die als Aufgabegut für die Gutbettzerkleinerung dienenden Gesteine darstellen. Insbesondere kann dadurch in einem einzigen Zerkleinerungsdurchgang im Rahmen der Gutbettzerkleinerung ein Weiterbrechen der Gesteine bis zu der für die Fertigprodukt-Gesteinskörnungen vorgesehenen maximalen Korngrößen erreicht werden. Dabei kann die vorgesehene maximale Korngröße beispielsweise ca. 32 mm betragen.

**[0031]** Eine erste der mindestens zwei Fraktionen der Gesteinskörnungen kann vorzugsweise Körner mit einer

maximalen Korngröße von 4 mm umfassen, während eine zweite der Fraktionen Körner mit einer Korngröße von > 4 mm bis vorzugsweise ca. 32 mm umfassen kann. Die Herstellung weiterer Fraktionen, insbesondere Unterfraktionen innerhalb der zwei zuvor definierten (Haupt-)Fraktionen im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens ist möglich.

**[0032]** Das Weiterbrechen der Gesteine im Rahmen der Gutbettzerkleinerung kann zur Ausbildung von die Gesteinskörnungen umfassenden Agglomeraten führen. Im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens kann daher vorgesehen sein, dass die Gesteinskörnungen nach dem Weiterbrechen mittels der Gutbettzerkleinerung und vor dem Klassieren desagglomeriert werden. Die erfindungsgemäße Anlage kann dazu eine Desagglomeriervorrichtung, beispielsweise in Form eines grundsätzlich bekannten Trommel-Desagglomerators, umfassen. Gegebenenfalls können die Klassiervorrichtung und die Desagglomeriervorrichtung auch integral ausgebildet sein. Beispielsweise eignen sich bewegte Siebvorrichtungen (Rüttelsiebe) sowohl für ein Desagglomerieren als auch für ein Klassieren.

**[0033]** In einer weiterhin bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens kann zudem vorgesehen sein, dass die Gesteine, insbesondere beim Weiterbrechen mittels der Gutbettzerkleinerung, getrocknet werden. Die erfindungsgemäße Anlage kann dazu eine Trocknungsvorrichtung umfassen.

**[0034]** Zudem kann vorgesehen sein, dass zumindest ein Teil der Gesteine und/oder Gesteinskörnungen, insbesondere nach dem Klassieren, gewaschen wird. Dadurch kann insbesondere Gesteinsmehl von den Gesteinen oder Körnern der Gesteinskörnungen gelöst und entfernt werden. Die erfindungsgemäße Anlage kann für das Waschen eine entsprechende Waschvorrichtung umfassen. Bei einer Ausgestaltung der Waschvorrichtung als grundsätzlich bekannte Waschtrommel können die vorzugsweise vorgesehenen Verfahrensschritte des Desagglomerierens und des Waschens vorteilhafterweise gleichzeitig und/oder in einer einzelnen Vorrichtung durchgeführt werden.

**[0035]** Bereits nach dem Vorbrechen der Gesteine können in dem Aufgabegut für die Gutbettzerkleinerung Bestandteile enthalten sein, die vorteilhafterweise noch nicht oder nicht mehr im Rahmen der Gutbettzerkleinerung weiterverarbeitet werden sollten. Bei diesen Bestandteilen kann es sich insbesondere um Gesteine handeln, deren Gesteinsgrößen noch oberhalb eines definierten Maximalwerts für das Aufgabegut für die Gutbettzerkleinerung liegen. Weiterhin kann es sich bei diesen Bestandteilen um Körner handeln, deren Korngröße bereits kleiner als die für die Fertigprodukte vorgesehene maximale Korngröße ist und die gegebenenfalls auch bereits eine isometrische Kornform aufweisen. Vorteilhafterweise kann dann vorgesehen sein, dass die vorgebrochenen Gesteine bereits vor dem Weiterbrechen im Gutbett vorklassiert werden, um entsprechende Gesteine oder Körner aus dem Aufgabegut für die Gutbett-

zerkleinerung herauszufiltern. Herausgefilterte Gesteine können erneut in der Brechvorrichtung vorgebrochen werden. Herausgefilterte Körner können direkt als Fertigprodukt genutzt werden, wodurch die Menge des Aufgabeguts soweit wie möglich reduziert werden kann, was sich positiv auf den Energieverbrauch im Rahmen der Gutbettzerkleinerung auswirken kann. Die erfindungsgemäße Anlage kann dazu eine entsprechende Vorklassiersvorrichtung umfassen.

**[0036]** Als Gutbettzerkleinerungsvorrichtung der erfindungsgemäßen Anlage kann vorteilhafterweise eine Gutbettwalzenmühle (auch Hochdruckwalzenpresse genannt) oder Vertikalrollenmühle eingesetzt werden. Die Klassiervorrichtung der erfindungsgemäßen Anlage kann vorzugsweise eine Siebvorrichtung und/oder einen Sichter, insbesondere einen Wirbel- und/oder Querstromsichter, umfassen. Die Brechvorrichtung kann weiterhin bevorzugt als Prallbrecher, Backenbrecher, Hammerbrecher oder Kegelschleifer ausgebildet sein. Bei mehreren Brechvorrichtungen können auch Kombinationen daraus zum Einsatz kommen.

**[0037]** Das erfindungsgemäße Verfahren ist vorteilhafterweise zur Herstellung von Gesteinskörnungen in Fraktionen mit unterschiedlichen Korngrößen aus natürlichen mineralischen Gesteinen, beispielsweise Kalkstein, Dolomit, Basalt, Quarzit, Gabbro, Granit, Porphyry, und/oder Kies, aus Schlacken aus der Eisen- oder Stahlproduktion und/oder aus Altbeton geeignet.

**[0038]** Die Verwendung unbestimmter Artikel ("ein", "einer", "eines", etc.), insbesondere in den Patentansprüchen und dem diese erläuternden Teil der Beschreibung, ist als solche und nicht als Verwendung von Zahlwörtern zu verstehen. Diese Verwendung ist somit so zu verstehen, dass die damit gekennzeichneten Elemente mindestens einmal vorhanden sind und mehrmals vorhanden sein können.

**[0039]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigt:

Fig. 1: in einem Diagramm Plattigkeitskennzahlen von Gesteinskörnungen einer Korngrößenfraktion, die durch separate Gutbettzerkleinerung aus Quarzit, Kalkstein und Basalt bei unterschiedlichen Verfahrensparametern gebrochenen wurden;

Fig. 2: Kornformkennzahlen für die Quarzit-Gesteinskörnungen gemäß der Fig. 1 im Vergleich zu dem Quarzit-Aufgabegut;

Fig. 3: Kornformkennzahlen für die Kalkstein-Gesteinskörnungen gemäß der Fig. 1 im Vergleich zu dem Kalkstein-Aufgabegut;

Fig. 4: Kornformkennzahlen für die Basalt-Gesteinskörnungen gemäß der Fig. 1 im Vergleich zu

dem Basalt-Aufgabegut;

Fig. 5: die L/E-Verhältnisse für vier Fraktionen feiner Gesteinskörnungen, die durch Gutbettzerkleinerung aus Kalkstein-Gesteinen hergestellt wurden, im Vergleich zu den entsprechenden L/E-Verhältnissen von Natursand;

Fig. 6: die Sphäritätskennwerte für die vier Fraktionen gemäß der Fig. 5 im Vergleich zu den entsprechenden Sphäritätskennwerten von Natursand; und

Fig. 7: in einer schematischen Darstellung eine erfindungsgemäße Anlage zur Herstellung von Gesteinskörnungen in Fraktionen unterschiedlicher Korngrößen.

**[0040]** Die Fig. 1 bis 6 zeigen in Diagrammen Ergebnisse von Versuchen, bei denen vorgebrochene Gesteine aus Quarzit, Kalkstein und Basalt separat in einer Gutbettwalzenmühle bei verschiedenen Betriebsbedingungen zu Gesteinskörnungen weitergebrochen wurden.

**[0041]** In der Fig. 1 sind die Plattigkeitskennzahlen der jeweiligen, Korngrößen zwischen 4 mm und 16 mm umfassenden Fraktionen der Gesteinskörnungen aus Quarzit, Kalkstein und Basalt gezeigt. Dabei kennzeichnen die nicht-gemusterten Balken in den Diagrammen einen Betrieb der Gutbettwalzenmühle mit einer Umfangsgeschwindigkeit der rotierend angetriebenen Walze von ca. 0,2 m/s und einem Druck im Gutbett von ca. 1 MPa (10 bar), die links-schraffierten Balken eine Umfangsgeschwindigkeit von ca. 0,2 m/s und einen Druck von ca. 3 MPa (30 bar), die rechtsschraffierten Balken eine Umfangsgeschwindigkeit von ca. 0,2 m/s und einen Druck von ca. 5 MPa (50 bar) und die kreuzschraffierten Balken eine Umfangsgeschwindigkeit von ca. 0,9 m/s und einen Druck von ca. 3 MPa (30 bar). Die Plattigkeitskennzahlen wurden entsprechend der DIN EN 933-3 bestimmt. Die Gesteinskörnungen sind hinsichtlich des Gehalts an plattigen Körnern in der besten Kategorie FI 10 gemäß der DIN EN 933-3 einzuordnen, wonach der Gehalt an plattigen Körnern in diesen Zerkleinerungsprodukten unterhalb von 10% liegt.

**[0042]** In den Fig. 2 bis 4 sind die Kornformkennzahlen von verschiedenen Fraktionen der bei den unterschiedlichen Betriebsbedingungen mittels der Gutbettwalzenpresse gebrochenen Gesteinskörnungen aus Quarzit (vgl. Fig. 2), Kalkstein (vgl. Fig. 3) und Basalt (vgl. Fig. 4) im Vergleich zu den Kornformkennzahlen der dazugehörigen Aufgabegüter (mittels eines Backenbrechers vorgebrochene Gesteine) dargestellt. Dabei kennzeichnen die nicht-gemusterten Balken in den Diagrammen die jeweiligen Mittelwerte für die Kornformkennzahlen aus allen dazugehörigen Fraktionen, die linksschraffierten Balken die Korngrößen von 4 mm bis 8 mm umfassenden Fraktionen, die rechtsschraffierten Balken die Korngrößen von 8 mm bis 16 mm umfassenden Frakti-

onen und die kreuzschraffierten Balken die Korngrößen von 16 mm bis 32 mm umfassenden Fraktionen. Die Kornformkennzahlen wurden entsprechend der DIN EN 933-4 bestimmt. Zu erkennen ist, dass der Gehalt an nichtisometrischen Körner in diesen Gesteinskörnungen stets (deutlich) unter 10% und damit weit unterhalb des entsprechenden Werts für das dazugehörige Aufgabegut ist.

**[0043]** In der Fig. 5 sind L/E-Verhältnisse von vier verschiedenen Fraktionen von durch Gutbettzerkleinerung gebrochenen feinen Gesteinskörnungen (Brechsand) dargestellt. Die ermittelten Werte für die vier Fraktionen (Korngrößen von 0,063 mm bis 0,2 mm, von 0,2 mm bis 1 mm, von 1 mm bis 2 mm und von 2 mm bis 4 mm) sind durch Geraden miteinander verbunden, um einen Verlauf zu visualisieren. Ebenfalls dargestellt sind die L/E-Verhältnisse von den ersten drei Fraktionen des Brechsands entsprechenden Fraktionen von Natursand (Rheinsand). Die Fig. 6 zeigt einen entsprechenden Vergleich der Sphärizitätskennwerte. Zu erkennen ist, dass durch die Gutbettzerkleinerung L/E-Verhältnisse und Sphärizitätskennwerte erreicht werden können, die zu denjenigen von natürlich gerundetem Natursand vergleichbar sind.

**[0044]** Die Fig. 7 zeigt in einer schematischen Darstellung eine erfindungsgemäße Anlage zur Herstellung von als Fertigprodukte dienenden Gesteinskörnungen in Fraktionen unterschiedlicher Korngrößen sowie das dabei durchgeführte Verfahren. Dabei werden Gesteine, die direkt aus einem Steinbruch stammen können, mittels beispielsweise eines Lastkraftwagens 1 zu einer Brechvorrichtung 2 transportiert. In der Brechvorrichtung 2 werden die Gesteine vorgebrochen, um ein Aufgabegut für eine der Brechvorrichtung 2 nachgeschaltete Gutbettzerkleinerungsvorrichtung 3 (hier in Form einer Gutbettwalzenmühle) zu erzeugen. Zwischen der Brechvorrichtung 2 und der Gutbettzerkleinerungsvorrichtung 3 ist eine Vorklassiervorrichtung 4 angeordnet, durch die (beispielsweise mittels eines Siebprozesses) das aus der Brechvorrichtung 2 stammende Zerkleinerungsprodukt vorklassiert wird, um Gesteine, deren Gesteinsgrößen oberhalb eines definierten Grenzwerts (z.B. 200 mm) liegen, von denjenigen zu separieren, deren Gesteinsgrößen unterhalb dieses Grenzwerts liegen (oder diesem Grenzwert entsprechen). Die relativ großen Gesteine werden dann wieder zu der Brechvorrichtung 2 zurückgeführt, um deren weitere Zerkleinerung zu bewirken, während die relativ kleinen Gesteine der Gutbettzerkleinerungsvorrichtung 3 als Aufgabegut zugeführt werden. Mittels der Gutbettzerkleinerungsvorrichtung 3 werden die Gesteine weitergebrochen und dabei Gesteinskörnungen mit zu einem Großteil isometrischen Kornformen und unterschiedlichen Korngrößen erzeugt.

**[0045]** In einer der Gutbettzerkleinerungsvorrichtung 3 nachgeschalteten Klassiervorrichtung 5 werden die Gesteine in insgesamt vier sich durch unterschiedliche Korngrößenbereiche unterscheidende Fraktionen klassiert. Beispielsweise kann die Klassiervorrichtung 5 als

Mehrfachsiebvorrichtung mit mehreren übereinander angeordneten Siebbelägen mit von oben nach unten abnehmender Maschenweite ausgebildet sein.

**[0046]** In dem obersten Siebbelag verbleibt als Siebüberlauf eine erste Fraktion der Gesteinskörnungen, deren Korngrößen noch oberhalb eines definierten Maximalwerts für die als Fertigprodukte vorgesehenen Gesteinskörnungen liegen. Diese erste Fraktion wird zu der Gutbettzerkleinerungsvorrichtung 3 zurückgeführt, um erneut weitergebrochen zu werden.

**[0047]** In dem mittleren Siebbelag verbleibt als Siebüberlauf eine zweite Fraktion der (groben) Gesteinskörnungen, deren Korngrößen innerhalb eines ersten Korngrößenbereichs liegen. Dieser erste Korngrößenbereich liegt zwischen dem definierten Maximalwert und einem ersten Mittelwert für die Korngröße. Diese zweite Fraktion wird als ein erstes Fertigprodukt aus einer groben Gesteinskörnung an einem ersten Lagerplatz 6 gelagert.

**[0048]** In dem unteren Siebbelag verbleibt als Siebüberlauf eine dritte Fraktion der Gesteinskörnungen, deren Korngrößen innerhalb eines zweiten Korngrößenbereichs liegen. Dieser zweite Korngrößenbereich liegt zwischen dem ersten Mittelwert und einem Minimalwert für die Korngröße der groben Gesteinskörnungen. Diese dritte Fraktion wird als ein zweites Fertigprodukt aus einer groben Gesteinskörnung an einem zweiten Lagerplatz 7 gelagert.

**[0049]** Als Siebdurchgang der gesamten Mehrfachsiebvorrichtung fällt eine vierte Fraktion der Gesteinskörnungen an, deren Korngrößen unterhalb des Minimalwerts für die Korngröße der groben Gesteinskörnungen liegen. Diese dritte Fraktion wird als ein Fertigprodukt aus einer feinen Gesteinskörnung (Brechsand) an einem dritten Lagerplatz 8 gelagert.

**[0050]** Anstelle einer einzelnen, als Vorbrecher für die Gutbettzerkleinerungsvorrichtung 3 dienenden Brechvorrichtung 2 können auch mehrere in Reihe geschaltete Brechvorrichtung 2 vorgesehen sein. Durch diese kann insbesondere ein schrittweises Brechen der aus dem Steinbruch angelieferten Gesteine bis zu einem Erreichen des für das Aufgabegut für die Gutbettzerkleinerungsvorrichtung 3 vorgesehenen Grenzwerts der Korngröße erreicht werden. Dabei kann eine von den Gesteinen zuerst durchlaufene Brechvorrichtung 2 beispielsweise als Backenbrecher und eine sich daran anschließende Brechvorrichtung 2 beispielsweise als Kegelschneidbrecher ausgebildet sein.

**[0051]** Die in der Fig. 7 dargestellte Anlage kann optional weitere Komponenten (gestrichelt dargestellt) umfassen. Beispielsweise kann zwischen der Gutbettzerkleinerungsvorrichtung 3 und der Klassiervorrichtung 5 eine Desagglomeriervorrichtung 9 angeordnet sein, durch die Agglomerationen, die im Rahmen der Gutbettzerkleinerung entstehen, desagglomeriert werden. Weiterhin kann, beispielsweise ebenfalls zwischen der Gutbettzerkleinerungsvorrichtung 3 und der Klassiervorrichtung 5, eine Waschvorrichtung 10 vorgesehen sein, durch die Gesteinsmehl aus dem Zerkleinerungsprodukt

der Gutbettzerkleinerungsvorrichtung 3 herausgewaschen werden kann. Dabei können die Desagglomerierungsvorrichtung 9 und die Waschvorrichtung 10 auch in einer Vorrichtung (z.B. einer Waschtrommel) integral ausgebildet sein.

**[0052]** Weiterhin kann eine Trocknungsvorrichtung vorgesehen sein, durch die die Gesteine und/oder Gesteinskörnungen beispielsweise während des Weiterbrechens in der Gutbettzerkleinerungsvorrichtung getrocknet werden. Dies kann beispielsweise mittels Heißluft erfolgen. Die Trocknungsvorrichtung kann dazu in die Gutbettzerkleinerungsvorrichtung 3 integriert sein.

**[0053]** Der oder den Brechvorrichtungen 2 kann zudem eine Vorrichtung 11 zur Entfernung von Anhaftungen (z.B. Morast) von den angelieferten Gesteinen vorgeschaltet sein. Diese Vorrichtung 11 kann beispielsweise in Form eines Grobsiebs ausgebildet sein.

Bezugszeichen:

**[0054]**

1. Lastkraftwagen
2. Brechvorrichtung
3. Gutbettzerkleinerungsvorrichtung
4. Vorklassiervorrichtung
5. Klassiervorrichtung
6. erster Lagerplatz
7. zweiter Lagerplatz
8. dritter Lagerplatz
9. Desagglomerierungsvorrichtung
10. Waschvorrichtung
11. Vorrichtung zur Entfernung von Anhaftungen

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Herstellung von als Fertigprodukte dienenden, in Fraktionen unterschiedlicher Korngrößen separierten Gesteinskörnungen aus Gesteinen, wobei die Gesteine zunächst vorgebrochen, anschließend zumindest zu einem Teil mittels einer Gutbettzerkleinerung weitergebrochen und daran anschließend klassiert werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** für das Brechen mittels der Gutbettzerkleinerung ein Druck von maximal 7,5 MPa (75 bar) im Gutbett erzeugt wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gesteine mittels der Gutbettzerkleinerung fertiggebrochen werden.
- 5 3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** für das Brechen mittels der Gutbettzerkleinerung ein Druck von zwischen 0,5 MPa und 5 MPa (5 bar und 50 bar) und bevorzugt von zwischen 1 MPa und 3 MPa (10 bar und 30 bar) im Gutbett erzeugt wird.
- 10 4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gesteine bis zu einer Größe von maximal 400 mm, vorzugsweise zwischen 50 mm und 350 mm und besonders bevorzugt zwischen 100 mm und 200 mm vorgebrochen werden.
- 15 5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gesteine nach dem Weiterbrechen mittels der Gutbettzerkleinerung und vor dem Klassieren desagglomeriert werden.
- 20 6. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gesteine beim Weiterbrechen mittels der Gutbettzerkleinerung getrocknet werden.
- 25 7. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil der Gesteine und/oder Gesteinskörnungen gewaschen wird.
- 30 8. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorgebrochenen Gesteine vor dem Weiterbrechen im Gutbett vorklassiert werden.
- 35 9. Anlage zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer Brechvorrichtung (2), einer der Brechvorrichtung (2) nachgeschalteten Gutbettzerkleinerungsvorrichtung (3), die für ein Brechen mittels Gutbettzerkleinerung bei einem Druck von maximal 7,5 MPa (75 bar) im Gutbett eingerichtet ist, einer der Gutbettzerkleinerungsvorrichtung (3) nachgeschalteten Klassiervorrichtung (5) und der Klassiervorrichtung (5) nachgeschalteten Lagerplätzen (6, 7, 8) für die separate Lagerung der Fraktionen der Gesteinskörnungen.
- 40 10. Anlage gemäß Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gutbettzerkleinerungsvorrichtung (3) als Gutbettwalzenmühle oder als Vertikalrollenmühle ausgebildet ist.
- 45 11. Anlage gemäß Anspruch 9 oder 10, **gekennzeichnet**



**net durch** eine Desagglomeriervorrichtung (9).

12. Anlage gemäß einem der Ansprüche 9 bis 11, **gekennzeichnet durch** eine Trocknungsvorrichtung.
13. Anlage gemäß einem der Ansprüche 9 bis 12, **gekennzeichnet durch** eine Waschvorrichtung (10).
14. Anlage gemäß einem der Ansprüche 9 bis 13, **gekennzeichnet durch** eine Vorklassiervorrichtung (4).
15. Verwendung eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 und/oder einer Anlage gemäß einem der Ansprüche 9 bis 14 zur Herstellung von in Fraktionen unterschiedlicher Korngrößen separierten Gesteinskörnungen aus natürlichen mineralischen Gesteinen, aus Schlacken aus der Eisen- oder Stahlproduktion und/oder aus Altbeton.

#### Claims

1. Method for producing aggregates from rocks, said aggregates serving as finished products and being separated into fractions of different grain sizes, wherein the rocks are first of all precrushed, then at least partly further crushed by means of a material-bed comminution and subsequently classified, **characterized in that**, for crushing by means of the material-bed comminution, a pressure of at most 7.5 MPa (75 bar) is generated in the material bed.
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the rocks are finish-crushed by means of the material-bed comminution.
3. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** for crushing by means of the material-bed comminution, a pressure of between 0.5 MPa and 5 MPa (5 bar and 50 bar) and preferably of between 1 MPa and 3 MPa (10 bar and 30 bar) is generated in the material bed.
4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the rocks are precrushed to a size of at most 400 mm, preferably between 50 mm and 350 mm and particularly preferably between 100 mm and 200 mm.
5. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the rocks are deagglomerated after the further crushing by means of the material-bed comminution and before the classification.
6. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the rocks are dried during the further crushing by means of the material-bed com-

minution.

7. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** at least some of the rocks and/or aggregates are washed.
8. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the precrushed rocks are preclassified before the further crushing in the material bed.
9. Installation for carrying out a method according to one of the preceding claims having a crushing device (2), a material-bed comminution device (3) which is arranged downstream of the crushing device (2) and which is configured for crushing by means of material-bed comminution at a pressure of at most 7.5 MPa (75 bar) in the material bed, a classifying device (5) arranged downstream of the material-bed comminution device (3), and storage places (6, 7, 8) arranged downstream of the classifying device (5) for the separate storage of the fractions of the aggregates.
10. Installation according to Claim 9, **characterized in that** the material-bed comminution device (3) takes the form of a material-bed roller mill or of a vertical roller mill.
11. Installation according to Claim 9 or 10, **characterized by** a deagglomerating device (9).
12. Installation according to one of Claims 9 to 11, **characterized by** a drying device.
13. Installation according to one of Claims 9 to 12, **characterized by** a washing device (10).
14. Installation according to one of Claims 9 to 13, **characterized by** a preclassifying device (4).
15. Use of a method according to one of Claims 1 to 8 and/or of an installation according to one of Claims 9 to 14 for producing aggregates, which are separated into fractions of different grain sizes, from natural mineral rocks, from slags from iron or steel production and/or from old concrete.

#### 50 Revendications

1. Procédé de fabrication de granulats de roches servant de produits finis, séparés en fractions de tailles de grains différentes, à partir de roches, les roches étant tout d'abord soumises à un pré-concassage, puis au moins en partie à un concassage ultérieur au moyen d'un broyage à lit de matériau et ensuite à une classification, **caractérisé en ce que**, pour le

- concassage au moyen du broyage à lit de matériau, une pression d'au plus 7,5 MPa (75 bar) est générée dans le lit de matériau.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les roches sont soumises à un concassage final au moyen du broyage à lit de matériau. 5
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que**, pour le concassage au moyen du broyage à lit de matériau, une pression comprise entre 0,5 MPa et 5 MPa (5 bar et 50 bar) et de préférence entre 1 MPa et 3 MPa (10 bar et 30 bar) est générée dans le lit de matériau. 10
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les roches sont soumises à un pré-concassage jusqu'à une taille d'au plus 400 mm, de préférence comprise entre 50 mm et 350 mm et de manière particulièrement préférée entre 100 mm et 200 mm. 20
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les roches sont désagglomérées après le concassage ultérieur au moyen du broyage à lit de matériau et avant la classification. 25
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les roches sont séchées lors du concassage ultérieur au moyen du broyage à lit de matériau. 30
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins une partie des roches et/ou des granulats de roches est lavée. 35
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les roches soumises à un pré-concassage sont soumises à une préclassification avant le concassage ultérieur dans le lit de matériau. 40
9. Unité pour la réalisation d'un procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant un dispositif de concassage (2), un dispositif de broyage à lit de matériau (3) en aval du dispositif de concassage (2), qui est conçu pour un concassage au moyen d'un broyage à lit de matériau à une pression d'au plus 7,5 MPa (75 bar) dans le lit de matériau, un dispositif de classification (5) en aval du dispositif de broyage à lit de matériau (3) et des emplacements de stockage (6, 7, 8) en aval du dispositif de classification (5) pour le stockage séparé des fractions des granulats de roches. 50 55
10. Unité selon la revendication 9, **caractérisée en ce que** le dispositif de broyage à lit de matériau (3) est configuré sous la forme d'un moulin à cylindre à lit de matériau ou sous la forme d'un moulin à rouleau vertical.
11. Unité selon la revendication 9 ou 10, **caractérisée par** un dispositif de désagglomération (9).
12. Unité selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, **caractérisée par** un dispositif de séchage.
13. Unité selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, **caractérisée par** un dispositif de lavage (10).
14. Unité selon l'une quelconque des revendications 9 à 13, **caractérisée par** un dispositif de préclassification (4).
15. Utilisation d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 et/ou d'une unité selon l'une quelconque des revendications 9 à 14 pour la fabrication de granulats de roches séparés en fractions de tailles de grains différentes à partir de roches minérales naturelles, à partir de scories issues de la production de fer ou d'acier et/ou à partir de vieux béton.

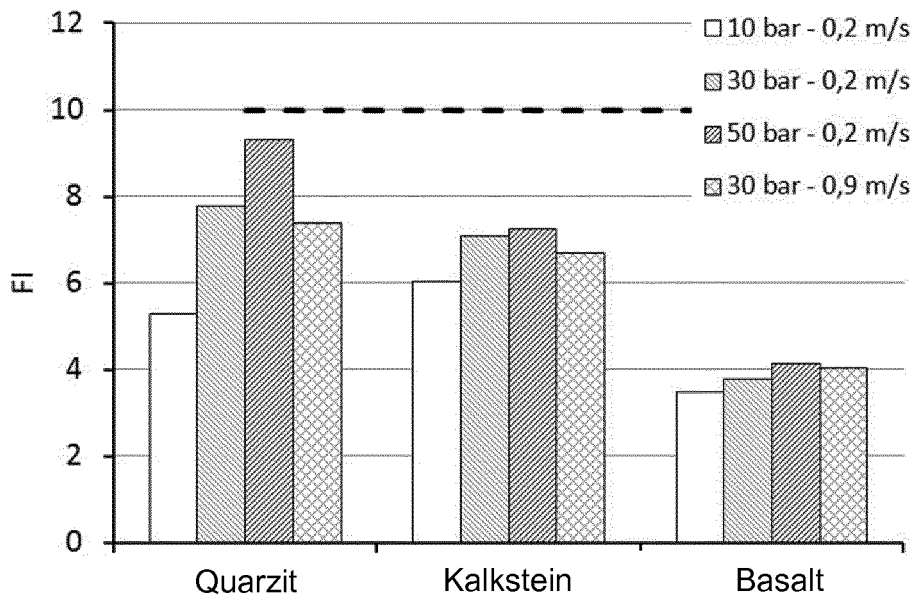


Fig. 1

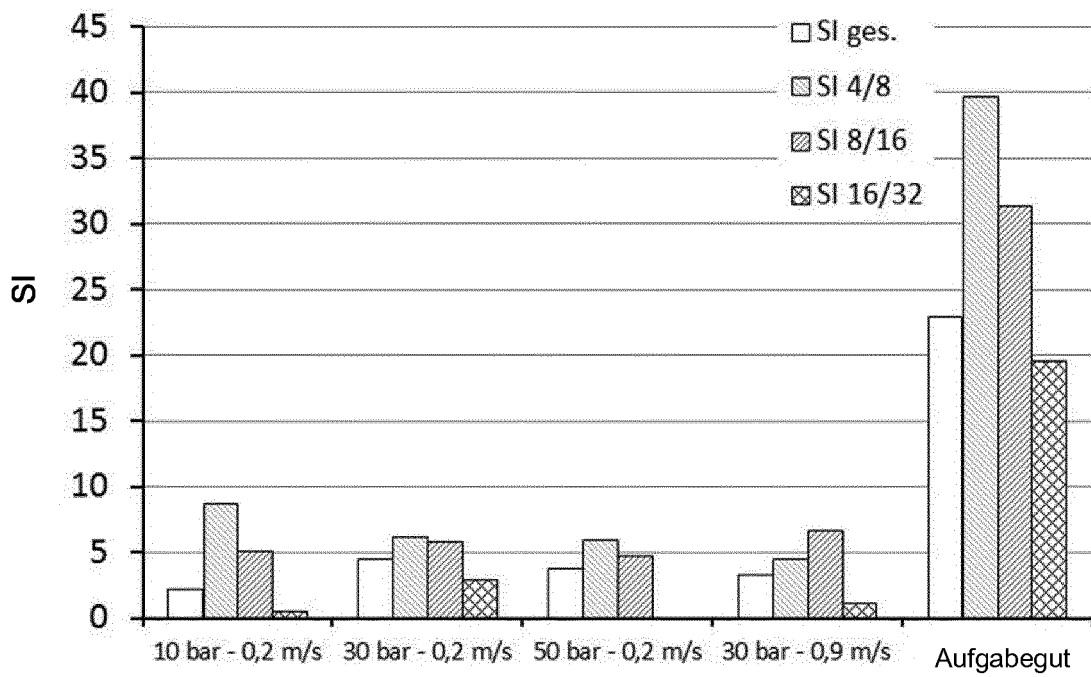


Fig. 2

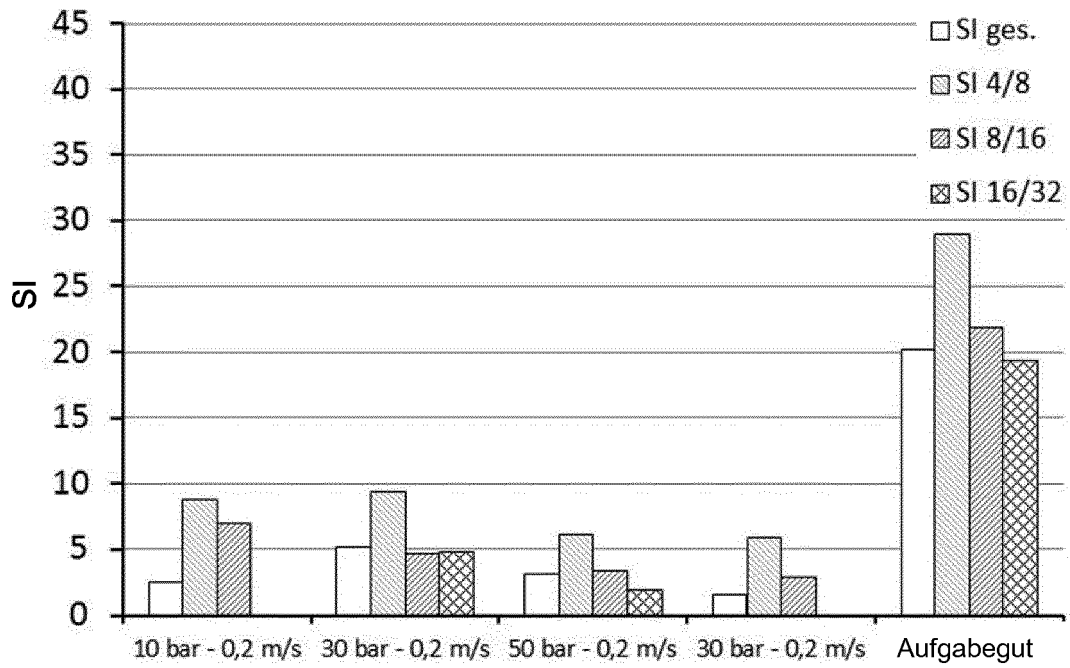


Fig. 3

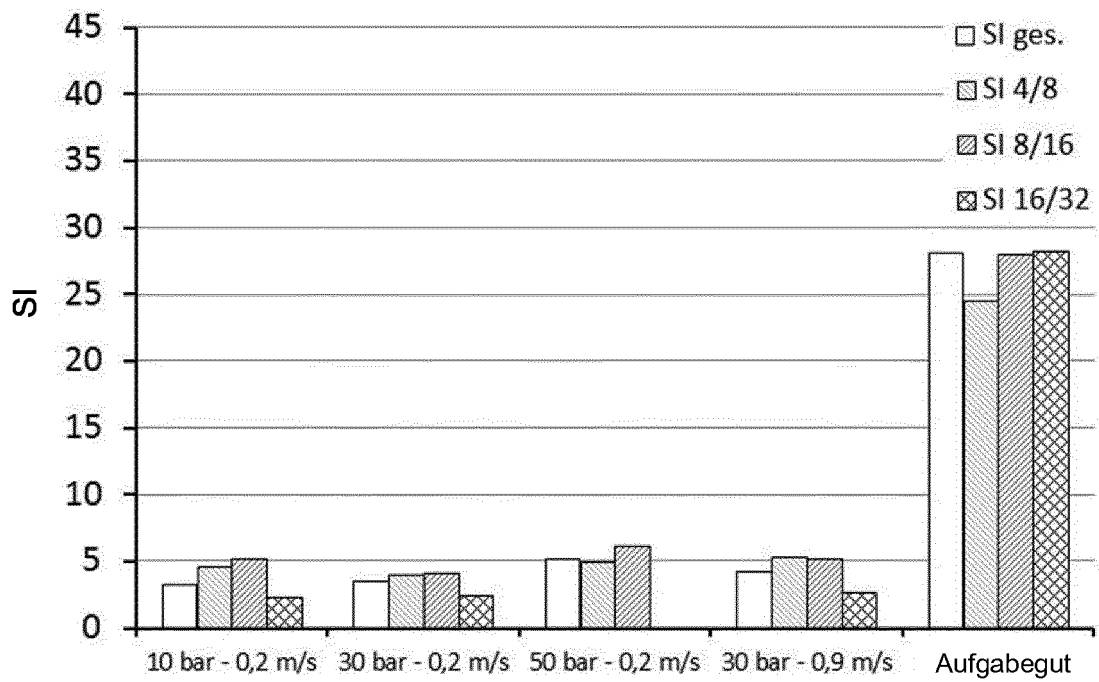


Fig. 4

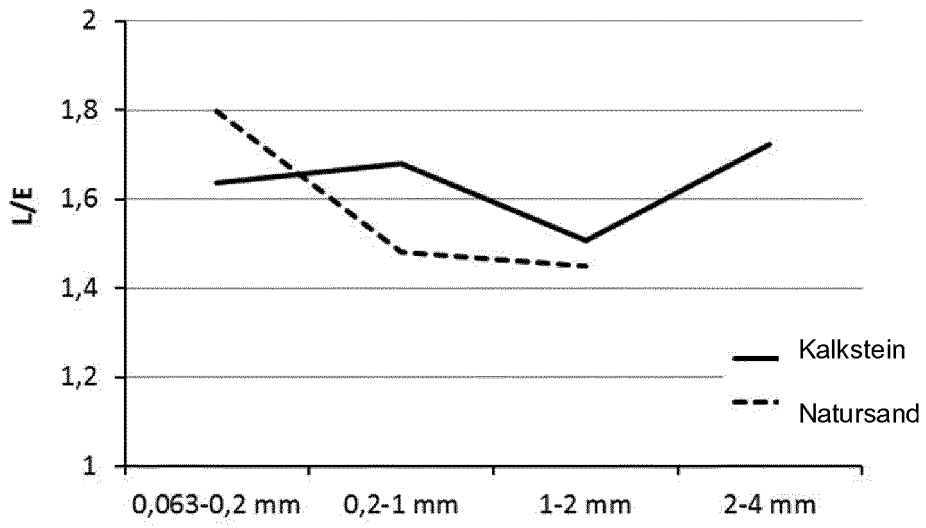


Fig. 5

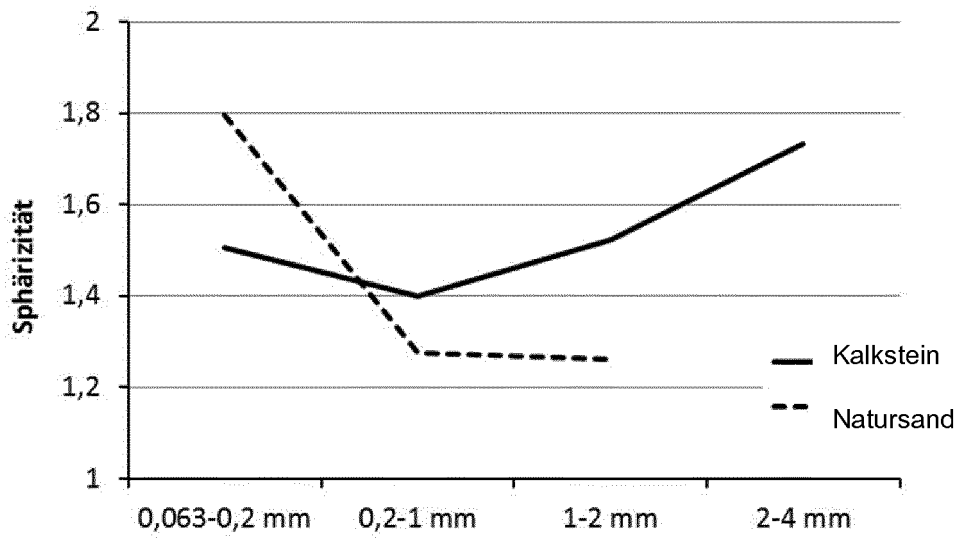


Fig. 6

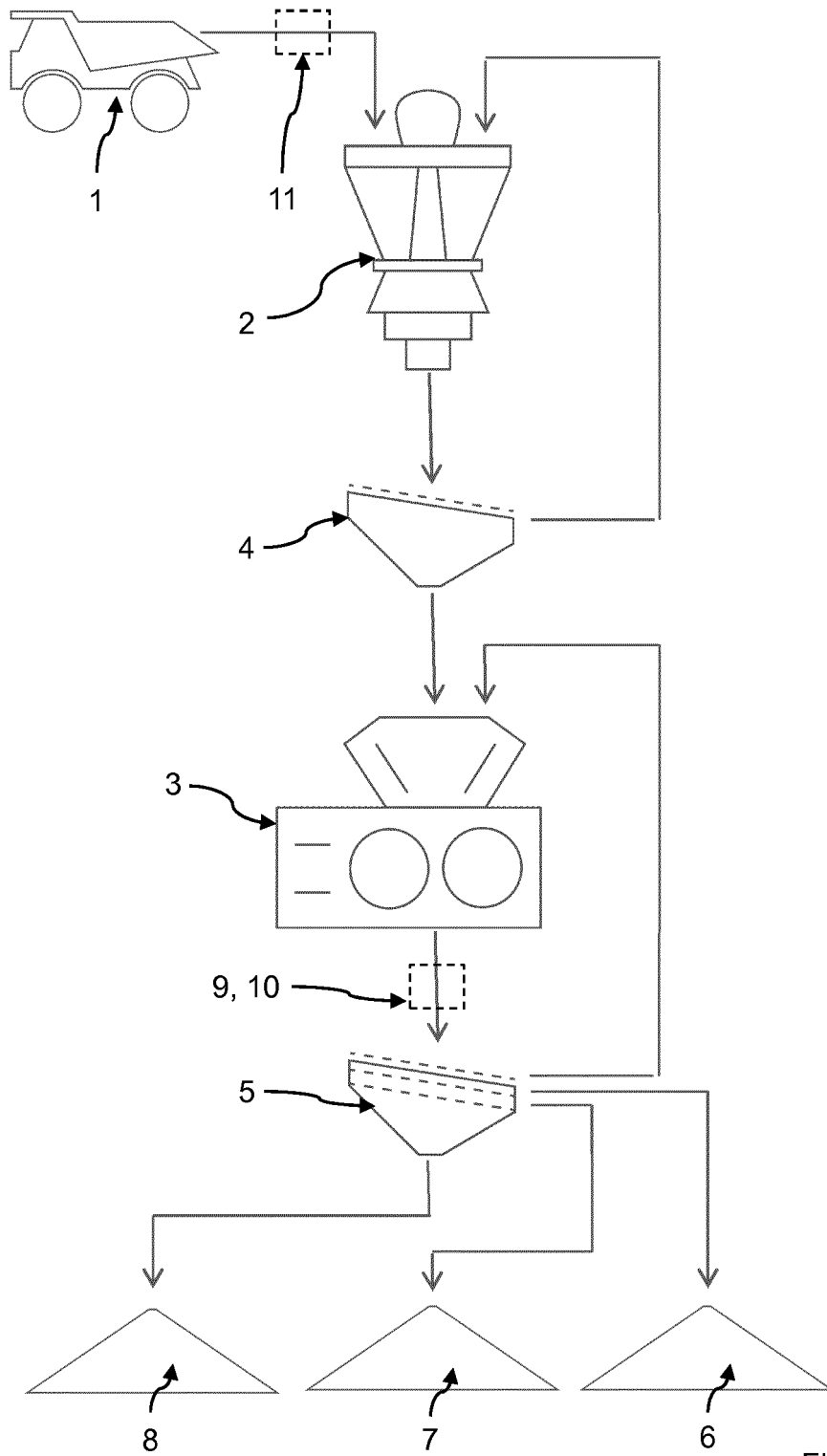


Fig. 7

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 1681392 A1 [0011]
- WO 2010072276 A1 [0014]
- DE 3337615 A1 [0015]
- DE 19512509 A1 [0016]
- DE 3719251 A1 [0017]

**In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur**

- **STARK, U. ; MÜLLER, A.** Effektive Methoden zur Messung der Korngröße und Kornform. *Aufbereitungstechnik*, 2004, vol. 45 (6 [0007])