(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 093 082 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
03.10.2018 Patentblatt 2018/40

(51) Int Cl.:
B22C 5/18 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **16001032.8**

(22) Anmeldetag: **06.05.2016**

(54) **VERFAHREN ZUR AUFBEREITUNG UND WIEDERVERWENDUNG VON GIESSEREIALTSANDEN**

METHOD FOR PREPARATION AND REUSE OF USED FOUNDRY SAND

PROCEDE DE TRAITEMENT ET DE RECYCLAGE DE SABLES DE DECOCHAGE

(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

(30) Priorität: **12.05.2015 DE 102015006152**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.11.2016 Patentblatt 2016/46

(73) Patentinhaber: **MUEG Mitteldeutsche Umwelt-und Entsorgung GmbH**
06242 Braunsbedra (DE)

(72) Erfinder: **Füchsel, Sascha**
D - 06268 Querfurt (DE)

(74) Vertreter: **Zinken-Sommer, Rainer**
Roseggerweg 22
83026 Rosenheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
US-A1- 2012 000 997

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 3 093 082 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aufbereitung und Wiederverwendung von Gießereialtsanden, wobei die Altsande einem mechanischen Aufschluss durch Zerkleinerung und anschließend einer Klassierung zugeführt werden.

[0002] Die Gießerei-Industrie ist einer der wichtigsten Teilbranchen der Metallindustrie in Deutschland. Ihre wirtschaftliche Bedeutung erwächst vor allem daraus, dass die Erzeugnisse der Branche wichtige Zulieferungen für andere Industriezweige sind. Auch in Sachsen und Sachsen-Anhalt ist die Gießerei-Industrie von großer Bedeutung für den dortigen Wirtschaftsstandort. In 40 Gießerei-Betrieben erwirtschaften im Jahr 2013 rund 6500 Mitarbeiter einen Gesamtumsatz von 2,5 Mrd. Euro. (Quelle: Statistische Landesamt Sachsen).

In Gießereien entstehen durch den dortigen Produktionsprozess erhebliche Mengen an verunreinigtem Sand. Ursächlich hierfür ist das Verfahren der "verlorenen Form". In diesem Verfahren werden die Gießformen- und Kerne aus Sand gebildet, die mittels Bindemitteln für die Dauer des Gießvorgangs stabilisiert und hinterher wieder zerstört werden. Im Vergleich zum Aufkommen des eingesetzten Neusandes, fristet die stoffliche Wiederverwertung (Regenerierung) des Altsandes im Gießerei-Prozess derzeit ein Schattendasein. Die von vereinzelten Gießereien eingesetzten internen Regenerierungsverfahren sind meist unwirtschaftlich, energetisch aufwändig und liefern oft nicht die gewünschte Sandqualität.

Auch der Umgang mit nur geringfügig kontaminierten Kern-Restsand ist unwirtschaftlich, da er i. d. R. gemeinsam mit dem stark kontaminierten Formsand entsorgt wird.

Die Entsorgung des Altsandes ist mit hohen Kosten, Umweltbelastungen (CO_2 Emissionen durch den Transport) sowie mit Umweltrisiken (im Falle unsachgemäßer Deponierung) verbunden. Auch die Fragestellung der langfristig verfügbaren Kapazitäten zur Sicherung Deponierung des Altsandes ist ungeklärt. Der Bedarf an neuen und immer größeren Deponierungsflächen wächst stetig - und hiermit die verbundenen Umweltbelastungen. Die steigenden Kosten für die Entsorgung des Altsandes sowie die Transportkosten für die Lieferung des Neusandes erschweren den wirtschaftlichen Betrieb der in Sachsen und Sachsen-Anhalt ansässigen Gießereien.

[0003] Eine weitere erhebliche Erschwerung der derzeitigen wirtschaftlichen Situation der Gießereien wird die sogenannte Ersatzbaustoffverordnung des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit mit sich bringen. Gegenstand dieser Verordnung ist die Regelung mineralischer Ersatzbaustoffe in der Produktion, die u. a. eine Verschärfung der geforderten Materialrichtwerte beinhaltet. Laut Einschätzung des Bundesverbandes deutscher Gießereien (BDG-Umwelttag - 16.05.2013) wird die Ersatzbaustoffverordnung eine Steigerung der Entsorgungs- und Deponierungskosten von bis zu ca. 250% zur Folge haben.

Betrachtet man den derzeitigen Stand der Technik im Bereich der GAS-Regenerierung, so findet man eine große Bandbreite an mechanischen und thermischen Anlagenkonzepten.

Die Effektivität dieser Anlagenkonzepte hinsichtlich Energieeinsatz und Produktqualität divergiert stark. Gemein haben alle bisherigen Ansätze, dass ein wirtschaftlicher Betrieb (im Vergleich zum Einkauf und Einsatz von Neusand) nicht gegeben ist.

[0004] Bekannt ist ein Verfahren zur stofflichen Verwertung von mineralischen Abfällen verschiedener Zusammensetzungen, die nach einer Zerkleinerung auf eine Korngröße von <3 mm als Schüttgut an Zementwerke geliefert wird (DE 198 15 205 A1).

[0005] Aus der DE 38 25 361 A1 ist ein Verfahren und eine Anlage zur Regenerierung von Gießereialtsandgemischen bekannt, wobei in einem ersten Regenerierungsschritt das Gemisch mechanisch und/ pneumatisch, dann in einem zweiten Regenerierungsschritt thermisch und danach in einem dritten Schritt erneut mechanisch und/oder pneumatisch regeneriert wird.

[0006] In der DE 31 03 030 C2 wird ein Verfahren zur Gewinnung von Gießereisand aus gebrauchtem Altsand beschrieben, wobei der gebrauchte Gießereisand nacheinander eine Magnetscheidezone, eine thermische Behandlungszone und eine abschließende Reinigungszone durchläuft und die Reinigung mittels Gegenstrompralllung bei Luftgeschwindigkeiten von 30 bis 50 m/s erfolgt.

[0007] Die DE 43 21 296 A1 beschreibt ein Verfahren und eine Anlage zur nassen Regenerierung von mit Verunreinigungen und Schadstoffen belasteten körnigen Schüttgütern, insbesondere von tongebundenen Gießereialtsanden, wobei die Schüttgüter nach einer mechanischen Vorbehandlung einer mindestens einstufigen Kombination aus Attritionsreinigung unter Zugabe von Wasser und einer nachfolgenden Klassierung unterworfen werden und die Feinanteile der Suspension einer Querstromfiltration unterzogen werden.

[0008] Die DE 10 2007 008 104 A1 beschreibt ebenfalls ein Verfahren zur Regeneration von Gießereisanden, wobei in diesem Fall anorganisch oder organisch gebundene Kernsande einer Kombination aus thermischer und nasschemischer Aufbereitung mit den Schritten

- Zerkleinerung der Kerne unter Bildung von Gießerei-Altsand und(oder Altsand
- Thermischer Aufbereitung durch Ausbrennen der organischen Binder und Bestandteile
- Nasschemische Aufbereitung durch Auswaschen des anorganischen Binders mit einer Waschlösung
- Abtrennung der Waschlösung und des in der Waschlösung gelösten und/oder suspendierten anorganischen Binders
- Trocknung und Klassierung des regenerierten Gießereisandes unter Bildung von Regeneratsand.

[0009] Die DE 42 37 838 A1 beschreibt wiederum ein

Verfahren und eine Vorrichtung zum Regenerieren von Gießereialtsand, wobei in einem Teilschritt des Gesamtverfahrens eine Methode beschrieben wird, mit der die Binderhüllen von den Sandpartikeln durch Reibung entfernt werden sollen. Dazu wird das Material vermutlich über eine Stopfschnecke (nicht näher im Patent beschrieben) durch den Prozessraum zwangsgeführt und gibt damit bei gegebener Geometrie die Verweilzeit des vorbehandelten Altsandes im Prozessraum vor. Dabei passiert das Material einen Reibspalt zwischen stehendem Behälter des Prozessraums und über dem Boden befindlichen "Reibarmen" die im Behälter zentral rotieren und bis an die Innenwand des Behälters reichen (keine genaue Definition und / oder Beschreibung der Reibarme und vom Mahlspalt). Durch die vermutliche Zwangsführung kann, neben der Reibbeanspruchung, auch von einer partiellen Druckbeanspruchung ausgegangen werden. Diese Prozessführung ähnelt einer bekannten Rührwerkskugelmühle, in der das aufgegebene Material durch eine über ein Rührwerk bewegte dichte Kugelpackung zwangsgeführt (gepumpt) wird, um sehr hohe Zerkleinerungsintensitäten zu erreichen. Es ist aus diesem Grunde davon auszugehen, dass es sich bei der beschriebene Vorgehensweise um eine sehr intensive Beanspruchung handelt, welche über die Ansprüche für eine Desagglomerationsaufgabe (Sandpartikel von Binderhülle befreien) hinausgeht, und deshalb merklich Primärpartikel der Quarzsandfraktion zerkleinert werden. Leider ist nicht ersichtlich, wie groß der "Mahlspalt" zur Innenwand des Behälters genau und wie die Maschine im Detail aufgebaut ist. Weiterhin werden keine Angaben zu den Prozessparametern (Rotordrehzahl: Langsam oder Schnellläufer, Durchsatz etc.) gemacht. Deshalb ist bei diesem Verfahren und der Vorrichtung eine genaue Aussage zur Zerkleinerungsintensität und -rate der Maschine so nicht möglich.

[0010] Dabei wird das Material im Unterdruck über das Transportmedium Luft durch das Zerkleinerungsaggregat Scheibenmühle gesaugt und passiert die Mahlbahn von innen nach außen und wird durch geriffelte Zerkleinerungsscheiben (Rotor-Stator-Prinzip) geführt, welche für eine weitere Beeinflussung der Beanspruchungsintensität über einen Abstand zueinander (Mahlspalt) eingestellt werden können.

[0011] Aus der DE 21 59 092 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung bekannt, wobei das hier beschriebene Verfahren auf einer Kühlung des Ausgangsmaterials in einer Kühleinrichtung basiert. Es dient der einfachen Aufarbeitung von gießereiinternen Formsandpartikeln.
Die pneumatische Zerkleinerung erfolgt in einem Behälter mit Prallblechen in verschiedenen Stockwerken ohne die Verwendung von verschiedenen Mühlen in aufeinanderfolgenden Stufen. Durch die einfache pneumatische Prallzerkleinerung wird eine erhebliche Menge an Primärmaterial zerstört, sodass eine Wiederverwendung nicht mehr möglich ist. Dadurch ist dieses Verfahren wenig effektiv.

[0012] Bei der US 4,050,635 A1 handelt es sich offensichtlich um eine Kugel- oder allgemein Rohrmühle, wo der Sand zwischen den Kugeln einer rotierenden Rohrpackung im Katarakt oder Kaskadenprinzip aufgearbeitet wird. Dabei sollen die Binderhüllen durch Reibung zwischen den Kugeln abgearbeitet werden. Auch bei diesem Verfahren wird eine erhebliche Menge an Primärmaterial so zerstört, dass es nicht sinnvoll wiederverwendet werden kann.

[0013] Die US 2012/0000997 A1 beschreibt eine Vorrichtung zur Separierung von Bindemitteln aus Gießereialtsand mittels Ultraschallwellen, wobei die Oberfläche durch Rissbildung aufgebrochen, der Sand danach zerkleinert, gewaschen, getrocknet und gesiebt werden soll. Die Grundtechnologie entspricht einem herkömmlichen Läuterprozess. Dabei werden keine Angaben zu Feststoffkonzentrationen oder anderen Prozessparametern gemacht. Der Sand wird zuerst in irgendeiner Form einer Dosiereinheit aufgegeben und in einem nicht näher beschriebenen Brecher (Crusher) nass vorzerkleinert und danach mit einer Vakuumpumpe über eine Siebeinheit in eine Ultraschallapparatur eingebracht. Im Anschluss wird der darin behandelte Sand entfeuchtet und in einem Filter in Grob- und Feinbestandteile getrennt. Danach erfolgt der Transport in einen als Zerkleinerungseinheit bezeichneten und nicht näher beschriebenen Prozessraum, wo der Binder nochmals zerkleinert werden soll. Im Anschluss wird diese Mischung wieder über eine Siebeinrichtung geführt.

[0014] Der gesamte Prozess ist umständlich, technisch aufwendig und durch die nasse Aufbereitung mit einem teuren Trocknungsprozess verbunden. Es wird an keiner Stelle näher darauf eingegangen, welche Bestandteile des Gießereialtsandes (Formsand oder Kernsand, Mischung daraus oder Spezialsand) verwendet werden.

[0015] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Ermittlung des optimalen Arbeitspunktes der Regenerierungsanlage unter Berücksichtigung maximaler Regenerat-Qualität verschiedener Ausgangssande bei gleichzeitiger Reduzierung der Reststoff- und Abfallmengen durchzuführen. Es ist beabsichtigt, zum vollständigen Aufschluss der aufgegebenen Altsandfraktion mit einer kommerziellen Zerkleinerungsmethode über Variation der möglichen Prozessparameter eine Desagglomeration der Binderhüllen von den Sandpartikeln zu erreichen.

[0016] Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass
der Gießereialtsand einer mehrstufigen Aufschlussmahlung unterzogen wird, wobei

- in einer ersten Zerkleinerungsstufe der Gießereialtsand mittels einer Hammermühle desagglomeriert und teilweise marginal mechanisch vom Binder getrennt wird,
- in einer zweiten Zerkleinerungsstufe die vereinzelt vorliegenden Fromsandpartikel mittels einer Scheibenmühle weitgehend von ihren Binderhüllen befreit

werden und

- in einer dritten Zerkleinerungsstufe die restlichen Binderhüllen mittels einer Stiftmühle entfernt werden,

der aufgeschlossene Gießereialtsand anschließend einer Klassierung unterzogen wird, wobei das Grobgut als Regenerat oder Recyclat in eine Lagereinheit transportiert und das Feingut einer Entsorgung und/oder Deponierung zugeführt wird.

[0017] Der Gießereialtsand kann vor der mehrstufigen Aufschlussmahlung einer Vorklassierung zugeführt werden.

[0018] Er wird vor der Vorklassierung über eine Schüttgutannahmestation und ein Zwischenlager geleitet.

[0019] Zur Vorklassierung wird eine Schwingsiebmaschine verwendet.

[0020] Der Siebüberlauf wird als Grobgut einem Farbsortiersystem zugeführt, wobei eine Trennung in dunkle Formsandknollen und helle Kernsandknollen durchgeführt wird.

[0021] Die dunklen Formsandknollen werden der mehrstufigen Aufschlussvermahlung zugeführt, während die hellen Kernsandknollen einer Deponie zugeführt werden.

[0022] In der ersten Zerkleinerungsstufe wird eine Hammermühle verwendet, wonach sich in der zweiten Zerkleinerungsstufe eine Scheibenmühle anschließt, der in der dritten Zerkleinerungsstufe eine Stiftmühle folgt.

[0023] Die Klassierung wird mittels eines Stromklassierverfahrens unter Verwendung von Luft als Medium durchgeführt. Sie erfolgt nach dem Prinzip der Querstromklassierung mit überlagerter Gegenstromklassierung.

[0024] Zur Klassierung wird bevorzugt ein Zick-Zack-Sichter mit Kaskierung in mehreren Sichterstufen verwendet, wobei der Sichtungsvorgang mittels Schwerkraft- oder Fliehkraftsichtung durchgeführt wird.

[0025] Im Falle einer Schwerkraftsichtung wird das Grobgut als Recyclat über ein Abzugsorgan in eine Lagereinheit transportiert oder direkt weiterverarbeitet. Das Feingut wird in diesem Fall einem Feststoffabscheider, vorzugsweise einem Zyklonabscheider zugeführt.

[0026] Das abgeschiedene Feingut wird über ein Austragsorgan einer gekapselten Containerverladung zugeführt..Dabei erfolgt bevorzugt die Aufgabe des zu sichtenden Gutes im oberen oder im unteren Drittel der Sicherkaskade.

[0027] Das Grobgut wird auf Glühverlust untersucht, wobei bei einem Glühverlust von 0,2 bis 0,7%, bevorzugt bei 0,5% des Ausgangsmaterials eine thermische Nachbehandlung durchgeführt wird.

[0028] Die thermische Nachbehandlung wird in einer Wirbelschichtfeuerung oder einem Drehrohrofen durchgeführt.

[0029] Eine Entstaubung der Sandfraktion wird nach der thermischen Nachbehandlung durchgeführt, wobei die Grobfraktion (> 70 bis 150 μm) als Recyclat verwendet und das Feingut (< 70 μm bis 150 μm) einer Entsorgung und/oder Deponierung, vorzugsweise als höher belasteter Monoabschnitt zugeführt wird.

Vorteile der Erfindung:

[0030]

- Herstellung einer allgemein für alle Gießereien nutzbaren Produktsandfraktion aus Gießereialtsanden
- Erste Möglichkeit zum Anbieten eines kompletten Sandkreislaufes an Gießereien als Paketlösung
- Durch spezielles Verfahrenskonzept sehr schonende Aufbereitung und Trennung in die gewünschten Bestandteile bei Gewinnung großer Mengen an wiederverwendbaren Sandbestandteilen und verhältnismäßig geringer Mengen an Deponiegut
- Deutliche Senkung der Entsorgungskosten für Gießereialtsande
- Erhöhung der Rentabilität von Gießereien
- Verringerung von Deponiekosten durch Möglichkeit der Entsorgung in eine kostengünstigere Deponieklasse
- Thermische Aufbereitung nur in konkreten Einzelfällen notwendig
- Niedrige Aufbereitungskosten des Altsandes

Ausführungsbeispiel

[0031] Nachfolgend soll die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

[0032] Dabei zeigen:

- Figur 1 - das Verfahrensschema der Aufbereitungsanlage

[0033] Für das Recycling wird der Altsand im Anfallzustand (1) in einer ersten fakultativen Prozessstufe (2) vorklassiert. Hierfür wird der Materialstrom über eine Schüttgutannahmestation und ein Zwischenlager, als Puffer, auf eine Schwingsiebmaschine (2) geleitet und bei einer Maschenweite von 800 μm klassiert. Zum Schutz des Klassierdecks wird noch ein Schutzdeck mit einer Maschenweite von 5 mm darüber vorgesehen. Der sogenannte Siebüberlauf (2a) wird einer weiteren fakultativen Prozessstufe zur Sortierung der Altsandknollen zugeführt.

[0034] Hierbei werden die Formsandknollen (Dunkel) und Kernsandknollen (Hell) über eine sog. Farbsortierung (3) in Helle (3a) und Dunkle (3c) Knollen getrennt. Die Störkomponente, vorzugsweise der Kernsand (3a), wird dabei, zum Beispiel über Druckluftdüsen, aus dem Materialstrom ausgehebelt und einer Entsorgung auf einer Deponie (5) zugeführt. Die dunklen Formsandknollen (3c) werden dem Materialstrom des Siebunterlaufs (2b) wieder zugeführt und gehen zusammen in die nächste Prozessstufe.

In dieser wird der Formaltsand in einer mehrstufigen Aufschlussmahlung (4) einmal desagglomeriert und danach stufenweise von den die Quarzsandkörner umschließenden Hüllen aus Binder befreit. Bei den Hüllen handelt es sich um Schamottehüllen um die Quarzkörner eines Bentonit gebundenen Formsandes durch hohe thermische Belastung beim Abguss. Dieses Ausmaß der Beeinflussung auf das Bindeverhalten des Formsandes wird als Oolithisierung bezeichnet.

In einer ersten Zerkleinerungsstufe, zum Beispiel einer Hammermühle, wird der zu verarbeitende Altsand, vorrangig Formsand, desagglomeriert und teilweise marginal mechanisch vom Binder getrennt. Verantwortlich hierfür sind, zum Beispiel in einer Hammermühle, die Zerkleinerungshämmer die sich infolge der drehenden Welle aufrichten und die Altsandpartikel und Agglomerate durch Schlag und Prall grob zerkleinern. Die Verweilzeit wird während dieses Prozesses durch einen Siebrost in der Mahlbahn der Mühle vorgegeben. Weitere Einflussgrößen sind die Drehzahl des Rotors und der Materialdurchsatz. Der Zerkleinerungserfolg wächst bekanntermaßen mit steigender Drehzahl zu einem möglichen Maximum. In Kombination mit einem maximal möglichen Durchsatz durch eine sog. Überschüttung an der technischen Grenze der Mühle und eine kritischen Drehzahl ist eine optimale Desagglomeration einstellbar.

In der nächsten Zerkleinerungsstufe werden die vereinzelt vorliegenden Formsandpartikel von Ihren Binderhüllen (Schamottehüllen) befreit. Dazu passiert das Material eine sogenannte Scheibenmühle. In dieser Mühle wird das zentral aufgegebene Material nach außen transportiert und muss dabei ein Rotor-Stator-System passieren. Dieses besteht von beiden Seiten aus geriffelten Oberflächen dessen Abstand und damit der sich ergebende Mahlspalt einstellbar ist. Als weitere Parameter für die Regulierung der Zerkleinerungsintensität gelten die Drehzahl und der Materialdurchsatz. Hintergrund dieser Verfahrensstufe ist, ein Optimum aus Spaltgröße, Rotordrehzahl und Materialdurchsatz zu erarbeiten, um ein möglichst schonendes Abmahlen der Binderhüllen von den Quarzkörnern zu erreichen, ohne die Quarzkörner an sich zu zerstören.

Nach der zweiten Prozessstufe ist eine weitere Zerkleinerungsstufe mittels einer sogenannten Stiftmühle vorgesehen, wobei ein Rotor-Stator-System mit konzentrisch angebrachten Stiften, welche das zentral in den Prozessraum eingebrachte und zu beanspruchende Material durch Prall und Schlag und zwischen den im Betrieb aneinander vorbeiführenden Stiften beansprucht, ist ein möglicher Rest der Binderhüllen entfernbar. Dazu ist der Fokus bezüglich der Prozessparameter wieder auf die richtige Kombination aus Rotordrehzahl, Materialdurchsatz und Stiftgeometrie. Die Stiftgeometrie und Anordnung als Konstante anzusehen, liegt die Wahl für ein schonendes Abmahlen der restlichen Binderhüllen auf einer minimalen Rotordrehzahl bei gleichzeitig maximal möglichem Durchsatz. Wie bei den ersten beiden Aufschlusszerkleinerungsstufen ist die richtige Kombination der Parameter vom aufgegebenen Materialsystem abhängig und empirisch anzupassen.

[0035] Im Anschluss an die mehrstufige Aufschlusszerkleinerung (4) wird der aufgeschlossene Altsand von den mechanisch abgespaltenen Kontaminationen in einer Klassierungsanlage (5) getrennt. Der Trennschnitt ist dabei so zu wählen, dass die nutzbare Sandfraktion von den Störkomponenten in der Feinfraktion möglichst vollständig getrennt wird. Aufgrund der Eigenschaften der Störkomponenten nach dem Aufschluss ergibt sich die logische Wahl des Trennverfahrens zu einem Stromklassierverfahren im Transportmedium Luft, da sich die für einen solchen Prozess greifenden physikalischen Eigenschaften der Komponenten. Der Quarzsand als wiederzugewinnende Komponente hat eine Reindichte von 2,6 t/m^3 und liegt mit den wieder nutzbaren Partikelgrößen im Bereich zwischen ca. 100 und ca. 500 μm. Die Schamottehüllen besitzen eine mikroporöse Struktur, ihre Dichte ist wesentlich niedriger (ρ = 1,80 t/m^3) als die des Quarzsandes, und lassen sich nach mechanischer Abspaltung von den Quarzkörnern gut in der Feinfraktion (<150 μm) abtrennen. Der noch im Formsand enthaltene Glanzkohlenstoff kann mit einer Reindichte von 1,35 t/m^3 und seiner primär vorliegenden Partikelgröße ebenfalls sehr gut in der Feinfraktion abgeschiedenen werden.

Das aufgegebene Schüttgut wird dabei nach der Trenneigenschaft Partikelgröße getrennt. Die Trennung erfolgt durch die im Prozessraum konkurrierenden auf die einzelnen Partikel wirkenden Kräfte (Feldkraft gegenüber der Strömungskraft) nach dem Prinzip der Querstromklassierung mit überlagerter Gegenstromklassierung. Dieses kann zum Beispiel als sogenannter Zick-Zack-Sichter ausgeführt sein, welcher eine Kaskadierung von mehreren Sichterstufen darstellt. Hintergrund der Kaskadierung ist eine Maximierung der Trennschärfe in Abhängigkeit des aufgegebenen Schüttgutes. Ein solcher Sichter kann als sogenannter Schwerkraftsichter oder Fliehkraftsichter ausgeführt werden. Bezüglich der Trennung folgt, je nach Ausführung, das sogenannte Sinkgut oder Grobgut der Feldkraft und das sogenannte Steiggut oder Feingut der Transportfluidströmung. Diese Widerstandskraft der Strömung steht dabei in direkter Korrelation mit der Strömungsgeschwindigkeit und Partikelform (Anströmfläche) als variable Parameter.

Im Fall eines Schwerkraftsichters würde das bedeuten, dass die Grobfraktion mit Partikelgrößen größer als der sich ergebende Trennschnitt nach unten als Sinkgut und das Feingut nach oben als Steiggut ausgetragen werden. Das Sinkgut wird dann über ein entsprechendes Abzugsorgan (z. B. Gurtförderer) zur weiteren Verarbeitung in eine Lagereinheit transportiert oder direkt weiterverarbeitet. Das Steiggut folgt der Strömung nach oben und wird über das anschließende Rohrleitungssystem eine Feststoffabscheideeinheit zugeführt. Ein solcher Abscheider kann zum Beispiel ein Zyklonabscheider sein. Dabei wird der in der Strömung enthaltene Feststoff infolge der wirkenden abwärts gerichteten Potentialwirbelströmung nach unten ausgetragen und zum Beispiel über

ein Austragsorgan einer gekapselten Containerverladung zugeführt. Der gereinigte Luftstrom wird durch die Einschnürung im unteren Bereich des Zyklons umgelenkt und verlässt den Prozessraum in eine aufwärts gerichtete Wirbelströmung nach oben. Die Luft wird dabei grundsätzlich über einen entsprechenden Lüfter (z. B. Radialventilator) erzeugt der im Saugbetrieb oder Druckbetrieb arbeitet. Weiterhin besteht bezüglich der Prozessluftführung die Möglichkeit das Klassiersystem als Ganzes im geschlossenen Kreislauf oder im offenen System zu fahren. Der Vorteil einer geschlossenen Fahrweise ist, dass man im Proessraum des Sichters eine gleichmäßigere Strömung erhält, was sich wiederum positiv auf die Trennschärfe auswirkt. Das offene System impliziert die Akzeptanz von Falschluft an den nicht gekapselten Stellen, wie z. B. Sinkgutauslass und Materialaufgabe Sichter. In diesem Fall muss mit Strömungsschwankungen gerechnet werden, die sich negativ auf die Trennung auswirken können. Weitere materialbedingte Einflussgrößen des Klassierprozesseses an sich, sind die Partikeldichte und Partikelform.

Bezüglich der Partikeldichte ist der Einfluss bezüglich sogenannter Gleichfälligkeitsklassen zu verstehen. Zum Beispiel können zwei verschiedene zu trennende Materialien mit kugeliger oder kugelähnlicher Partikelform und differenten Partikelgrößen (Leichtgut: größere Partikel und Schwergut: kleinere Partikel) bei unterschiedlichen Partikeldichten die gleiche Masse haben und jeweils mit hoher Wahrscheinlichkeit in die nicht dafür vorgesehene Richtung ausgetragen werden.

Die Partikelform macht Ihren Einfluss durch die Widerstandskraft der Strömung in Anhängigkeit von der Anströmfläche des Prozessfluids geltend. Für eine ideale Trennung nach der Partikelgröße müsste es sich um ideale kugelförmige Partikel handeln, wobei die kleinsten Partikel des Sinkgutes spezifisch schwerer sein müssen als die größten Partikel des Steiggutes.

[0036] Im Fall der Altsandklassierung wird von kugelähnlichen Partikeln ausgegangen, wobei sich folgendes Phänomen ergeben kann. In Abhängigkeit von Feststoffbeladung, als Zusammenspiel von Material- und Luftdurchsatz, und der damit im Sichter möglichen Dispergierung des Aufgabematerials, kommt es bei der Klassierung im Sichter zu Fehlausträgen in beide Richtungen.

Um in diesen Zusammenhang eine Optimierung zu realisieren, wird erfindungsgemäß kaskadiert, wie schon erwähnt, mittels mehrerer Sichterstufen, um ein Abwenden dieses Phänomens zu erzielen. Die genaue Geometrie der Stufe und Stufenanzahl ist dabei empirisch anhand der Beschaffenheit der zu trennenden Fraktion zu bestimmen. In diesem Zusammenhang ist es erfindungsgemäß wesentlich, die Art wie das Material in den Prozessraum gelangt zu bestimmen. Dies sollte idealerweise für einen effektiven Trennprozess auf die gesamte Breite des Prozessraums des Sichters realisiert werden, um eine maximale Dispergierung zu erhalten. Die Breite des Prozessraums ergibt sich dabei aus dem Gesamtdurchsatz an Feststoff. Im Fall eines geschlossenen Systems kann die Aufgabe zum Beispiel effektiv mit einer Zellradschleuse als Durchlaufschleuse realisiert werden.

Weiterhin erfindungsgemäß wesentlich für einen optimalen Betrieb der Anlage ist im Fall der Verwendung eines Schwerkraft-Zick-Zack-Sichters, die Position der Aufgabestelle (engl. FEED). Diese kann je nach Aufgabenstellung im oberen oder im unteren Drittel oder alternativ in der Mitte der Sichterkaskade erfolgen. Aus Sicht einer effektiven und wirtschaftlichen Trennung spielen die beiden erst benannten Varianten eine übergeordnete Rolle. Steht nun ein maximal sauberes Sinkgut im Vordergrund der Trennaufgabe, so ist mit Ausnutzung der kaskadenbedingten Trennschärfeerhöhung eine Aufgabe im oberen Drittel zu realisieren. Umgekehrt mit maximaler Reinheit abgetrennten Steiggut ist die Aufgabestelle im unteren Drittel des Schwerkraft-Zick-Zack-Sichters zu wählen.

Das sich aus dem Trennprozess des Sichters ergebende Grobgutfraktion (5a) zwischen ca. 100 μm und ca. 500 μm stellt dabei das Recyclat dar, welches ganz oder in Anteilen als Standardfraktion (5b) im Gießereiprozess Verwendung finden kann. Sollte der Materialzustand der Grobgutfraktion (5a) als Recyclat bezüglich seines Glühverlustes unzureichend sein, kann das Material eine fakultativ vorgesehenen thermischen Restbehandlung (6) aufgegeben werden, um die Produktsandfraktion endgültig in einen vollständig nutzbaren Zustand zu überführen. Nach Entstauben (7) der thermisch behandelten Sandfraktion unter denselben Prozessbedingungen wie bei Stufe (5a), kann die erzeugte Grobfraktion als Recyclat (7a) verwendet werden.

[0037] Das abgetrennte Feingut (5c) und damit primär die störende Kontamination wird einer Entsorgung bzw. Deponierung (5d), z.B. als höher belasteter Monoabschnitt, zugeführt. Der nach der thermischen Behandlung abgetrennte Feinstaub (7b) wird diesbezüglich auch einer entsprechenden Entsorgung zugeführt.

Liste der verwendeten Bezugszeichen

[0038]

1 - Altsand im Anfallzustand

2 - Vorklassierung

2a - Siebüberlauf

2b - Siebunterlauf

3 - Farbsortierung

3a - Kernsandknollen hell

3b - Deponie

3c - Formsandknollen dunkel

4 - mehrstufige Aufschlussmahlung

5 - Klassierung

5a - Grobgutfraktion

5b - Standardfraktion

5c - Feingut

5d - Entsorgung/Deponierung

6 - thermische Restbehandlung

7 - Entstaubung

7a - Recyclat

7b - Feinstaub

Patentansprüche

1. Verfahren zur Aufbereitung und Wiederverwendung von Gießereialtsanden, wobei die Altsande einem mechanischen Aufschluss durch Zerkleinerung und anschließend einer Klassierung zugeführt werden, ***gekennzeichnet dadurch, dass***
der Gießereialtsand einer mehrstufigen Aufschlussmahlung (4) unterzogen wird, wobei

- in einer ersten Zerkleinerungsstufe der Gießereialtsand mittels einer Hammermühle desagglomeriert und teilweise marginal mechanisch vom Binder getrennt wird,
- in einer zweiten Zerkleinerungsstufe die vereinzelt vorliegenden Formsandpartikel mittels einer Scheibenmühle weitgehend von ihren Binderhüllen befreit werden und
- in einer dritten Zerkleinerungsstufe die restlichen Binderhüllen mittels einer Stiftmühle entfernt werden,

der aufgeschlossene Gießereialtsand anschließend einer Klassierung (5) unterzogen wird, wobei das Grobgut (5a) als Regenerat oder Recyclat (7a) in eine Lagereinheit transportiert und das Feingut (5c) einer Entsorgung und/oder Deponierung (5d) zugeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, ***gekennzeichnet dadurch, dass*** der Gießereialtsand vor der mehrstufigen Aufschlussmahlung (4) einer Vorklassierung (2) zugeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, ***gekennzeichnet dadurch, dass*** der Materialstrom vor der Vorklassierung über eine Schüttgutannahmestation und ein Zwischenlager geleitet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2, ***gekennzeichnet dadurch, dass*** zur Vorklassierung (2) eine Schwingsiebmaschine verwendet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 2 bis 4, ***gekennzeichnet dadurch, dass*** ein Siebüberlauf (2a) als Grobgut einem Farbsortiersystem (3) zugeführt wird, wobei eine Trennung in dunkle Formsandknollen (3c) und helle Kernsandknollen (3a) durchgeführt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, ***gekennzeichnet dadurch, dass*** die dunklen Formsandknollen (3c) der mehrstufigen Aufschlussvermahlung (4) zugeführt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 5, ***gekennzeichnet dadurch, dass*** die hellen Kernsandknollen (3a) einer Deponie (3b) zugeführt werden.

8. Verfahren nach Anspruch 1, ***gekennzeichnet dadurch, dass*** die Klassierung mittels eines Stromklassierverfahrens unter Verwendung von Luft als Medium durchgeführt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, ***gekennzeichnet dadurch, dass*** die Klassierung nach dem Prinzip der Querstromklassierung mit überlagerter Gegenstromklassierung durchgeführt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, ***gekennzeichnet dadurch, dass*** zur Klassierung ein Zick-Zack-Sichter mit Kaskadierung in mehreren Sichterstufen verwendet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, ***gekennzeichnet dadurch, dass*** der Sichtungsvorgang mittels Schwerkraft- oder Fliehkraftsichtung durchgeführt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, ***gekennzeichnet dadurch, dass*** im Falle einer Schwerkraftsichtung das Grobgut als Recyclat über ein Abzugsorgan in eine Lagereinheit transportiert oder direkt weiterverarbeitet wird

13. Verfahren nach Anspruch 11, ***gekennzeichnet dadurch, dass*** im Falle einer Schwerkraftsichtung das Feingut einem Feststoffabscheider, vorzugsweise einem Zyklonabscheider zugeführt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, ***gekennzeichnet dadurch, dass*** das abgeschiedene Feingut über ein Austragsorgan einer gekapselten Containerverladung zugeführt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 10, ***gekennzeichnet dadurch, dass*** die Aufgabe des zu sichtenden Gutes

im oberen oder im unteren Drittel der Sicherkaskade durchgeführt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 12, ***gekennzeichnet dadurch, dass*** das Grobgut auf Glühverlust untersucht wird und bei einem Glühverlust von 0,2 bis 0,7% des Ausgangsmaterials eine thermische Nachbehandlung durchgeführt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, ***gekennzeichnet dadurch, dass*** die thermische Nachbehandlung (6) in einer Wirbelschichtfeuerung oder einem Drehrohrofen durchgeführt wird.

18. Verfahren nach Anspruch 17, ***gekennzeichnet dadurch, dass*** eine Entstaubung der Sandfraktion der thermischen Nachbehandlung (6) durchgeführt wird, wobei die Grobfraktion > 70 bis 150 μm als Recyclat (7a) verwendet und das Feingut < 70 μm bis 150 μm einer Entsorgung und/oder Deponierung (5d), vorzugsweise als höher belasteter Monoabschnitt zugeführt wird.

Claims

1. A method of treating and reutilising used foundry sand, wherein the used sand is sent for mechanical disintegration through fragmentation and then classification
characterised in that
the used foundry sand undergoes multiple-stage fragmentation grinding (4), wherein

- in a first fragmentation step the used foundry sand is disagglomerated by means of a hammer mill and partially marginally mechanically separated from the binder,
- in a second fragmentation stage the individually present moulding sand particles are largely free of their binder shell by means of a disc mill and
- in a third fragmentation stage the remaining binder shells are removed by means of a pin mill,

the disagglomerated used foundry sand then undergoes classification (5), wherein the coarse material (5a) is transported to a storage unit as reclaimed or recycled material (7a) and the fine material (5c) is taken taken to a disposal facility and/or dump (5d).

2. The method according to claim 1, ***characterised in that*** before the multiple-stage fragmentation grinding (4) the used foundry sand is taken for pre-classification (2)

3. The method according to claim 2, ***characterised in that*** before pre-classification the material flow is channelled via a bulk material receiving station and intermediate store.

4. The method according to claim 2, ***characterised in that*** for pre-classification (2) a shaking screen machine is used.

5. The method according to claim 2 to 4, ***characterised in that*** a screen overflow (2a) is added as coarse material to a colour sorting system (3), wherein separation into dark moulding sand clumps (3c) and light core sand clumps (3a) is carried out.

6. The method according to claim 5, ***characterised in that*** the dark moulding sand clumps (3c) are supplied to the multiple-stage fragmentation grinder (4).

7. The method according to claim 5, ***characterised in that*** the light core sand clumps (3a) are transported to a dump (3b).

8. The method as denned in claim 1, ***characterised in that*** classification is carried out by means of a flow classification method using air as the medium.

9. The method as denned in claim 8, ***characterised in that*** classification is carried out in accordance with the cross flow classification principle with superimposed counterflow classification.

10. The method according to claim 9, ***characterised in that*** for classification a zig-zag sifter with cascading into several sifter stages is used.

11. The method according to claim 10, ***characterized in that*** the sifting process is carried out by means of gravity and centrifugal sifting.

12. The method according to claim 11, ***characterised in that*** in the case of gravity sifting the coarse material is transported as recycled material via an extraction element to a storage unit or undergoes direct further processing.

13. The method according to claim 11, ***characterised in that*** in the case of gravity sifting the fine material is supplied to a solids separator, preferably a cyclone separator.

14. The method according to claim 13, ***characterised in that*** the separated fine material is conveyed via an extraction element to an encapsulated container loading system.

15. The method-according to claim 10, ***characterised in that*** the addition of the material to be sifted is carried out in the upper or in the lower third of the sifter cascade.

16. The method according to claim 12, ***characterised in that*** the coarse material is examined for loss on ignition and in the case of a loss on ignition of 0.2 to 0.7 % of the initial material thermal after-treatment is carried out.

17. The method according to claim 16, ***characterized in that*** the thermal after-treatment (6) is carried out in fluidised bed combustion or a rotary kiln.

18. The method according to claim 17, ***characterised in that*** de-dusting of the sand fraction of the thermal after-treatment (6) is carried out, wherein the coarse fraction > 70 to 150 μm is used as recycled material (7a) and the fine material < 70 μm to 150 μm is transported to a disposal facility and/or dump (5d), preferably as as a higher contaminated monosection.

Revendications

1. Procédé, destiné à préparer et à réutiliser des sables de décochage de fonderie, les sables de décochage étant amenés vers une dissociation mécanique par broyage et ensuite à une classification,
caractérisé en ce
qu'on soumet le sable de décochage de fonderie à un broyage de dissociation (4) en plusieurs étapes,

    • dans une première étape de broyage, le sable de décochage de fonderie étant désagglomeré au moyen d'un broyeur à marteau et étant séparé partiellement, en marge, de manière mécanique du liant,
    • dans une deuxième étape de broyage, les particules de sable de moulage présentes sous forme désolidarisée étant amplement libérées de leur enveloppe de liant au moyen d'un broyeur à disques et
    • dans une troisième étape de broyage, les enveloppes de liant restantes étant éliminées au moyen d'un broyeur à broches,

    le sable de décochage de fonderie étant soumis ensuite à une classification (5), le produit grossier (5a) étant transporté dans une unité de stockage, sous la forme de matière régénérée ou de recyclat (7a) et le produit fin (5c) étant amené vers une évacuation et/ou une décharge (5d).

2. Procédé selon la revendication 1, ***caractérisé en ce qu'***avant le broyage de dissociation (4) en plusieurs étapes, on amène le sable de décochage de fonderie (4) à une classification préalable (2).

3. Procédé selon la revendication 2, ***caractérisé en ce qu'***avant la classification préalable, on dirige le flux de matière via un poste de réception de produits en vrac et un stockage intermédiaire.

4. Procédé selon la revendication 2, ***caractérisé en ce que*** pour la classification préalable (2), on utilise une machine à tamis vibrant.

5. Procédé selon la revendication 2 à 4, ***caractérisé en ce qu'***on amène un trop-plein de tamisage (2a) sous la forme de produit grossier à un système de tri par couleurs (3) dans lequel est réalisée une séparation en amalgames sombres de sable de moulage (3c) et en amalgames clairs de sable de noyautage (3a).

6. Procédé selon la revendication 5, ***caractérisé en ce qu'***on amène les amalgames sombres de sable de moulage (3c) au broyage de dissociation (4) en plusieurs étapes.

7. Procédé selon la revendication 5, ***caractérisé en ce qu'***on amène les amalgames clairs de sable de noyautage (3a) dans une décharge (3b).

8. Procédé selon la revendication 1, ***caractérisé en ce que*** la classification est réalisée au moyen d'un procédé de classification en flux, en utilisant de l'air en tant que milieu.

9. Procédé selon la revendication 8, ***caractérisé en ce que*** la classification est réalisée selon le principe de classification en flux transversal avec classification en flux opposé superposée.

10. Procédé selon la revendication 9, ***caractérisé en ce que*** pour la classification, on utilise un crible en zigzag avec mise en cascade en plusieurs étapes de criblage.

11. Procédé selon la revendication 10, ***caractérisé en ce que*** le processus de séparation est réalisé par séparation par gravité ou par force centrifuge.

12. Procédé selon la revendication 11, ***caractérisé en ce que*** dans le cas d'une séparation par gravité, on transporte le produit grossier sous la forme de recyclat, via un organe de dissociation dans une unité de stockage ou on le remet en oeuvre directement.

13. Procédé selon la revendication 11, ***caractérisé en ce que*** dans le cas d'une séparation par gravité, on amène le produit fin dans un séparateur de solides, de préférence dans un séparateur cyclonique.

14. Procédé selon la revendication 13, ***caractérisé en ce que*** par l'intermédiaire d'un organe de dissociation, on amène le produit fin vers un chargement dans conteneur blindé.

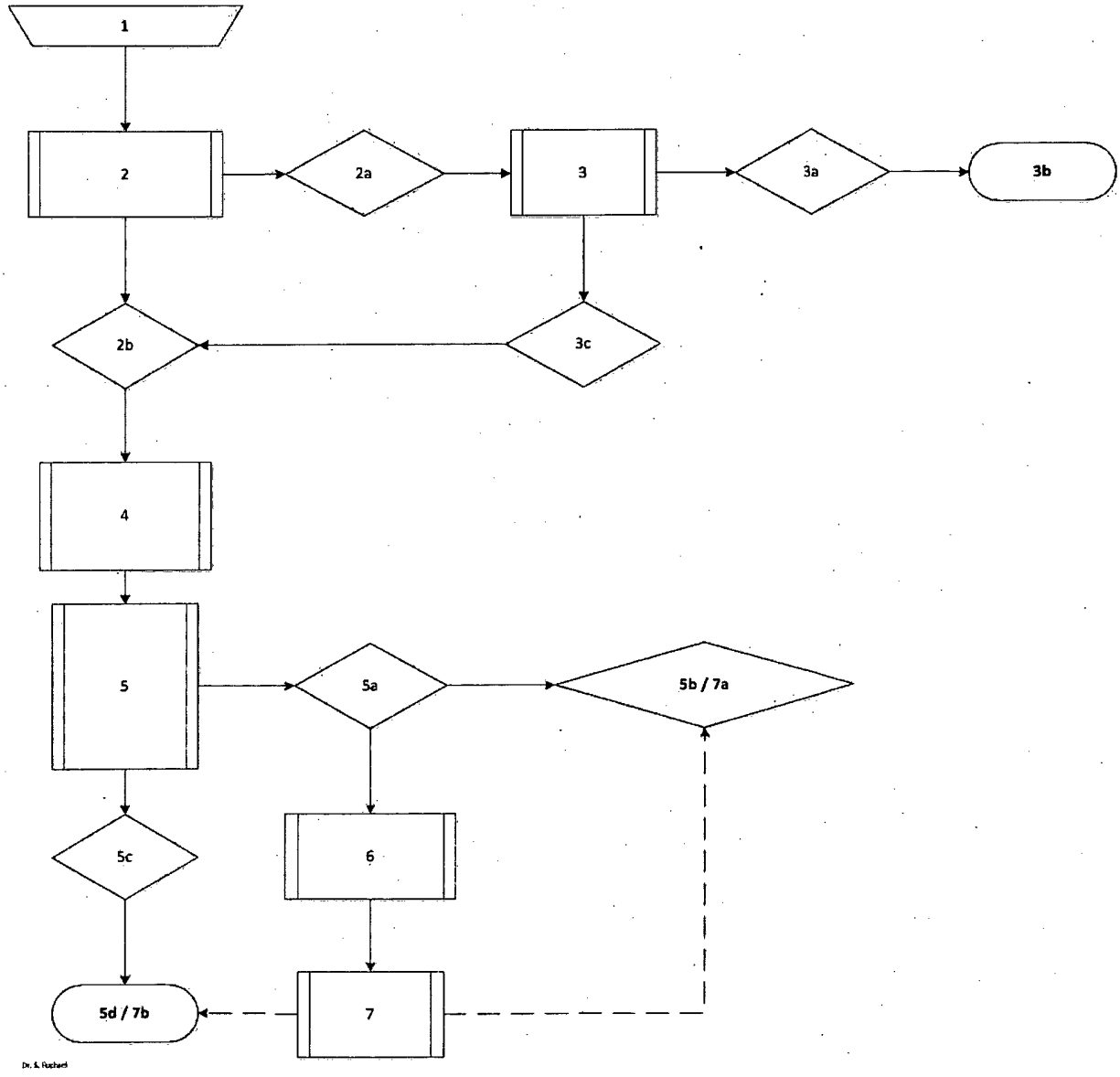
15. Procédé selon la revendication 10, ***caractérisé en ce que*** la distribution du produit qui doit être criblé s'effectue dans le tiers supérieur ou dans le tiers inférieur de la cascade de criblage.

16. Procédé selon la revendication 12, ***caractérisé en ce qu'***on analyse le produit grossier au niveau de la perte au feu et dans le cas d'une perte au feu de 0,2 à 0,7% de la matière initiale, on procède à un post-traitement thermique.

17. Procédé selon la revendication 16, ***caractérisé en ce que*** le post-traitement thermique (6) est réalisé dans un foyer à lit fluidisé ou dans un four tubulaire rotatif.

18. Procédé selon la revendication 17, ***caractérisé en ce qu'***on procède à un dépoussiérage de la fraction de sable du post-traitement thermique (6), la fraction grossière > 70 à 150 μm étant utilisée comme recyclat (7a) et la fraction fine < 70 μm à 150 μm étant amenée vers une évacuation et/ou une décharge (5d), de préférence comme mono-fraction fortement polluée.

Figur 1



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

- DE 19815205 A1 **[0004]**
- DE 3825361 A1 **[0005]**
- DE 3103030 C2 **[0006]**
- DE 4321296 A1 **[0007]**
- DE 102007008104 A1 **[0008]**
- DE 4237838 A1 **[0009]**
- DE 2159092 A1 **[0011]**
- US 4050635 A1 **[0012]**
- US 20120000997 A1 **[0013]**