

(19)



(11)

EP 2 500 102 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
11.11.2015 Patentblatt 2015/46

(51) Int Cl.:
B03D 1/14 (2006.01) **B03D 1/24** (2006.01)
B03D 1/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11158298.7**

(22) Anmeldetag: **15.03.2011**

(54) **Flotationsvorrichtung mit einem Fluidverteilerelement zum Erzeugen einer auf die Schaumsammeleinrichtung gerichteten Strömung**

Flotation apparatus with a fluid distribution element for creating a fluid flow towards the froth collecting device

Dispositif de flottation avec un élément de distribution d'un fluide pouvant générer un courant du fluide vers le collecteur en mousse

(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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.09.2012 Patentblatt 2012/38

(73) Patentinhaber: **Primetals Technologies Germany GmbH**
91052 Erlangen (DE)

(72) Erfinder:
• **Blendinger, Stefan**
90762, Fürth (DE)
• **Fleck, Robert**
91325, Adelsdorf (DE)
• **Franke, Gerold**
90409, Nürnberg (DE)

• **Grossmann, Lilla**
91058, Erlangen (DE)
• **Hartmann, Werner**
91085, Weisendorf (DE)

(74) Vertreter: **Metals@Linz**
Primetals Technologies Austria GmbH
Turmstraße 44
4031 Linz (AT)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-B1- 2 656 477 **US-A- 1 374 447**
US-A- 1 952 727 **US-A- 4 545 892**
US-A- 4 618 430

• **DATABASE WPI Week 201065 Thomson**
Scientific, London, GB; AN 2010-M31790
XP000002657391, & RU 2 397 818 C1 (UNIV
KURSK GOS TECH) 27. August 2010 (2010-08-27)

EP 2 500 102 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Flotationsvorrichtung, umfassend ein Gehäuse mit einer Flotationskammer zur Aufnahme einer Suspension und mindestens einem Einlass für die Suspension, sowie mindestens eine Schaumsammeleinrichtung zur Aufnahme und Abführung eines Schaumprodukts, welche an einer Oberseite des Gehäuses angeordnet ist, wobei weiterhin mindestens ein Fluidverteilerelement zur Erzeugung einer in Richtung der mindestens einen Schaumsammeleinrichtung gerichteten Strömung oberhalb des mindestens einen Einlasses in der Flotationskammer vorhanden ist.

[0002] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Abführen eines in einer solchen Flotationsvorrichtung gebildeten Schaumprodukts, wobei die Flotationskammer zumindest teilweise mit Suspension gefüllt wird, wobei die Suspension begast wird und sich das Schaumprodukt aus Gasbläschen und daran anhaftenden Feststoffpartikeln bildet, welches sich an einer Oberfläche der Suspension sammelt und über die mindestens eine Schaumsammeleinrichtung abgeführt wird, indem mittels des mindestens einen Fluidverteilerelements eine Strömung in Richtung der mindestens einen Schaumsammeleinrichtung erzeugt und die vertikale Position des mindestens einen Fluidverteilerelements in der Flotationskammer in Abhängigkeit von einem Füllstand der Flotationskammer mit Suspension eingestellt wird.

[0003] Die Flotation ist ein physikalisches Trennverfahren zur Trennung feinkörniger Feststoffgemenge, wie beispielsweise von Erzen und Gangart, in einer wässrigen Aufschlammung bzw. Suspension mit Hilfe von Gasbläschen aufgrund einer unterschiedlichen Oberflächenbenetzbarkeit der in der Suspension enthaltenen Partikel. Sie wird zur Aufbereitung von Bodenschätzen und bei der Verarbeitung von vorzugsweise mineralischen Stoffen mit einem niedrigen bis mittleren Gehalt an einer Nutzkomponente bzw. eines Wertstoffs verwendet, beispielsweise in Form von Nichteisenmetallen, Eisen, Metallen der seltenen Erden und/oder Edelmetallen sowie nichtmetallischen Bodenschätzen.

[0004] Bei der pneumatischen Flotation wird generell eine mit Reagenzien versetzte Suspension aus Wasser und feinkörnigem Feststoff über mindestens eine Düsenanordnung in eine Flotationskammer eingebracht. Die Reagenzien sollen bewirken, dass insbesondere die wertvollen, bevorzugt abzutrennenden Partikel bzw. Wertstoffpartikel in der Suspension hydrophob ausgebildet werden. Meist werden als Reagentien Xanthate eingesetzt, insbesondere um sulfidische Erzpartikel selektiv zu hydrophobisieren. Gleichzeitig mit der Suspension wird der mindestens einen Düsenanordnung Gas, insbesondere Luft, zugeführt, das mit den hydrophoben Partikeln in der Suspension in Berührung kommt. Die hydrophoben Partikel haften an sich bildenden Gasbläschen an, so dass die Gasbläschen-Gebilde, auch Aeroflocken genannt, aufschwimmen und an der Oberfläche der Suspension das Schaumprodukt bilden. Das Schaumpro-

dukt wird in einen Sammelbehälter ausgetragen und üblicherweise noch eingedickt.

[0005] Die Qualität des Schaumprodukts bzw. der Trennerfolg des Verfahrens der Flotation ist unter anderem von der Kollisionswahrscheinlichkeit zwischen einem hydrophoben Partikel und einem Gasbläschen abhängig. Je höher die Kollisionswahrscheinlichkeit, desto größer ist die Anzahl an hydrophoben Partikeln, die an einem Gasbläschen anhaften, an die Oberfläche aufsteigen und zusammen mit den Partikeln das Schaumprodukt bilden.

[0006] Ein bevorzugter Durchmesser der Gasbläschen ist dabei kleiner als etwa 5 mm und liegt insbesondere im Bereich zwischen 1 und 5 mm. Derart kleine Gasbläschen weisen eine hohe spezifische Oberfläche auf und sind daher in der Lage, deutlich mehr Wertstoffpartikel, insbesondere Erzpartikel, pro eingesetzte Menge an Gas zu binden und mit sich zu nehmen, als es größere Gasblasen in der Lage sind.

[0007] Generell steigen Gasbläschen mit größerem Durchmesser schneller auf als Gasbläschen kleineren Durchmessers. Dabei werden die kleineren Gasbläschen von größeren Gasbläschen aufgesammelt und vereinigen sich mit diesen zu noch größeren Gasblasen. Dadurch reduziert sich die zur Verfügung stehende spezifische Oberfläche der Gasbläschen in der Suspension, an der Wertstoffpartikel gebunden werden können.

[0008] Bei säulenartig ausgebildeten Flotationszellen, bei welchen ein Durchmesser der Flotationskammer um ein Vielfaches geringer ist als deren Höhe, ist der Weg, welchen ein Gasbläschen in der Suspension bzw. der Flotationskammer zurücklegen muss, um an die Oberfläche der Suspension zu gelangen, besonders groß. Aufgrund des besonders langen Weges entstehen in der Suspension besonders große Gasblasen. Dadurch sinkt der spezifische Austrag an Wertstoffpartikeln aus der Suspension und somit auch der Wirkungsgrad der Flotationszelle.

[0009] Bei sogenannten Hybridflotationszellen, die eine Kombination einer pneumatischen Flotationszelle mit einer säulenartig ausgebildeten Flotationszelle darstellen, werden insbesondere größere Wertstoffpartikel mit Partikeldurchmessern im Bereich von 50 µm und größer nicht vollständig an die vorhandenen Gasbläschen gebunden und können somit nur zum Teil von der Suspension abgetrennt werden. Feinanteile mit Partikeldurchmessern im Bereich von 20 µm und weniger werden hingegen besonders gut abgeschieden.

[0010] Die Leistung einer Flotationsvorrichtung hängt dabei auch von der Effizienz eines Abtransports des gebildeten Schaumprodukts von der Oberfläche der Suspension ab. So bilden sich in Flotationsvorrichtungen häufig sogenannte Totzonen aus, in denen lediglich vertikale Transportvorgänge zwischen der Suspension und dem darauf aufschwimmenden Schaumprodukt stattfinden. Die Ausbringung von abzuschheidenden Feststoffpartikeln ist in den Totzonen verringert, da die Bläschen des Schaumprodukts dort zu lange verweilen und bereits

vor Ort zerplatzen. An ein solches zerplatztes Bläschen vormals gebundene Feststoffpartikel sinken somit wieder in die Suspension ab und können nicht als Schaumprodukt ausgetragen werden.

[0011] Die WO 2006/069995 A1 beschreibt eine pneumatische Flotationszelle mit einem Gehäuse, das eine Flotationskammer umfasst, mit mindestens einer Düsenanordnung zur Zuführung von Suspension in die Flotationskammer, hier als Ejektoren bezeichnet, weiterhin mit mindestens Zuführanordnung zur Zuführung von Gas in die Flotationskammer, bei Verwendung von Luft Belüftungseinrichtungen oder Aeratoren genannt, sowie einem Sammelbehälter für ein bei der Flotation gebildetes Schaumprodukt. Das Schaumprodukt wird im Idealfall von nachkommendem Schaum weggedrückt und läuft in eine Schaumsammelrinne.

[0012] Die US 6,095,336 und die WO 1993/20945 A1 beschreiben Flotationszellen mit einem Netzwerk aus fest installierten Schaumsammelrinnen, die das Schaumprodukt an jedem Ort der Oberfläche der Suspension möglichst schnell abführen sollen.

[0013] Um den Abtransport des Schaumprodukts zu verbessern, wurde in der EP 613 725 A2 sowie der DE 20 57 195 A1 bereits vorgeschlagen, das gebildete Schaumprodukt aktiv abzusaugen.

[0014] Die RU 2 397 818 C1 beschreibt eine Flotationsvorrichtung, bei welcher ein Gasstrom in Richtung einer Schaumsammelrinne auf die Oberfläche der Suspension geblasen wird, um das Schaumprodukt beschleunigt in Richtung der Schaumsammelrinne zu treiben.

[0015] Die US 6,926,154 B2 beschreibt eine Flotationsmaschine, die eine rotierende Vorrichtung zur Schaumproduktentfernung umfasst, die zumindest teilweise in den Schaum eintaucht und diesen mechanisch in Richtung Schaumsammelrinne schiebt.

[0016] Bei den drei zuletzt genannten, aktiven Systemen zur Beschleunigung des Abtransports des Schaumprodukts wirken meist so hohe Scherkräfte auf das Schaumprodukt ein, dass dies zu einem vorzeitigen Zerplatzen von Bläschen und damit ebenfalls zu einem verringerten Ausbringen an Schaumprodukt führt.

[0017] Eine Flotationsvorrichtung der eingangs genannten Art und ein Verfahren der eingangs genannten Art sind beispielsweise aus der US 4 618 430 A bekannt. Bei dieser Flotationsvorrichtung sind in der Nähe der Oberfläche der Flüssigkeit Gasdüsen angeordnet, die einen Gasstrom über die Oberfläche der Flüssigkeit ausstoßen und dadurch den Abschaum zu einer Schaumsammeleinrichtung fördern. Aus der US 1 952 727 A ist bekannt, bei einer Flotationsvorrichtung die Oberseite des Schaums mit einem Wasser/Gas-Gemisch zu beaufschlagen. Die Beaufschlagung erfolgt zu dem Zweck, die Zusammensetzung des Schaums einzustellen.

[0018] Aus der DE 26 56 477 B1 ist eine Flotationsvorrichtung bekannt, bei der innerhalb des Gehäuses unterhalb des Flüssigkeitsspiegels ein Blasrohr angeordnet ist, das zur Bewegung des Schaumes in eine zugeord-

nete Überlaufrinne dient. Das Blasrohr ist an eine Druckluftleitung angeschlossen. Eine vertikale Verstellbarkeit des Blasrohrs ist nicht erwähnt.

[0019] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Flotationsvorrichtung mit verbessertem Schaumaustrag und ein Verfahren zum Abführen eines in einer solchen Flotationsvorrichtung gebildeten Schaumprodukts anzugeben. Insbesondere soll zu jeder Zeit eine örtlich optimale Zufuhr an Fluid in Richtung Schaumprodukt und/oder Suspension erfolgen.

[0020] Die Aufgabe wird für die eingangs genannte Flotationsvorrichtung dadurch gelöst, dass mindestens eine Positioniereinrichtung vorhanden ist, welche eingerichtet ist, die vertikale Position des mindestens einen Fluidverteilerelements oberhalb des Einlasses in der Flotationskammer automatisch in Abhängigkeit eines Füllstands der Flotationskammer mit Suspension derart einzustellen, dass zumindest ein Teil eines von dem mindestens einen Fluidverteilerelement abgegebenen Fluids angrenzend an die Oberfläche der Suspension unmittelbar in die Suspension und damit unterhalb der Oberfläche der Suspension in diese einströmt.

[0021] Die Aufgabe wird für das eingangs genannte Verfahren zum Abführen eines in einer erfindungsgemäßen Flotationsvorrichtung gebildeten Schaumprodukts dadurch gelöst, dass die vertikale Position des mindestens einen Fluidverteilerelements oberhalb des Einlasses in der Flotationskammer in Abhängigkeit von einem Füllstand der Flotationskammer mit Suspension automatisch derart eingestellt wird, dass zumindest ein Teil eines von dem mindestens einen Fluidverteilerelement abgegebenen Fluids angrenzend an die Oberfläche der Suspension unmittelbar in die Suspension und damit unterhalb der Oberfläche der Suspension in diese einströmt.

[0022] Unter einer Positioniereinrichtung ist einerseits eine Anordnung mit einem Schwimmer als Positioniereinrichtung zu verstehen, der auf der Oberfläche der Suspension aufschwimmt und eine gleichbleibende, automatische Positionierung des Fluidverteilerelements zur Oberfläche der Suspension sicherstellt. Es kann alternativ aber auch eine vertikale Höhenverstellung über eine Positionseinrichtung mit elektrischen Antrieb erfolgen, wodurch es auch möglich ist, zu variieren, wie weit ein Fluidverteilerelement bei einem bestimmten Füllstand in die Suspension eintauchen soll. Hierdurch können mit unterschiedlichen Füllständen unterschiedliche Eintauchtiefen eines Fluidverteilerelements in der Suspension realisiert werden.

[0023] Die erfindungsgemäße Flotationsvorrichtung besitzt den Vorteil, dass die vertikale Position des mindestens einen Fluidverteilerelements oberhalb des Einlasses in die Flotationskammer veränderlich ist und somit auf einen Füllstand an Suspension im oberen Teil der Flotationskammer einstellbar ist. Dadurch kann ein Fluidverteilerelement an der Grenzfläche oder über die Grenzfläche zwischen Schaum und Suspension hinweg optimal einwirken, wodurch eine besonders schonende Beschleunigung des Schaumprodukts in Richtung

Schaumsammeleinrichtung ermöglicht wird. Es wird durch das aus einem

[0024] Fluidverteilerelement ausströmende Fluid der Schaum und/oder die Suspension verdrängt und in Richtung einer Schaumsammeleinrichtung geschoben. Dies kann bei verhältnismäßig geringen Ausströmgeschwindigkeiten des Fluids erfolgen, so dass keine Bläschen vorzeitig zerplatzen.

[0025] Dabei wird ein Fluidverteilerelement insbesondere angrenzend an einen Bereich in der Flotationskammer angeordnet, in welchem sich ohne das Fluidverteilerelement eine Totzone befinden würde, in der lediglich vertikale Transportvorgänge zwischen der Suspension und dem darauf aufschwimmenden Schaumprodukt stattfinden.

[0026] Als Fluid kann entweder Gas, insbesondere Luft, zum Einsatz kommen oder eine Flüssigkeit, insbesondere Wasser, eingeströmt werden.

[0027] Vorzugsweise wird die vertikale Position des mindestens einen Fluidverteilerelements derart eingestellt, dass zumindest ein Teil eines von dem mindestens einen Fluidverteilerelement abgegebenen Fluids angrenzend an die Oberfläche der Suspension unmittelbar in die Suspension strömt.

[0028] Bei einer Verwendung von Gas wird dieses im Bereich des Schaums und/oder im Bereich der Suspension abgegeben. Dabei bilden sich zusätzliche Bläschen aus, die absinkende hydrophobe Feststoffpartikel aufnehmen und wieder nach oben tragen. Bei einer Verwendung von Flüssigkeit wird diese bevorzugt nur im Bereich der Suspension eingeströmt, da eine Flüssigkeitsaufgabe auf das Schaumprodukt zu einem unerwünschten Zerplatzen von Bläschen führen kann.

[0029] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung können gleichzeitig Fluidverteilerelemente zum Einbringen von Gas und/oder zum Einbringen von Flüssigkeit vorhanden sein.

[0030] Es hat sich bewährt, wenn die Flotationskammer eine vertikale Mittelachse aufweist und die mindestens eine Schaumsammeleinrichtung ringförmig ausgebildet und konzentrisch zur Mittelachse angeordnet ist, wobei das mindestens eine Fluidverteilerelement zur Erzeugung einer von der Mittelachse hinweg in Richtung der mindestens einen ringförmigen Schaumsammeleinrichtung gerichteten Strömung eingerichtet ist. Dabei können mehrere konzentrisch zueinander angeordnete ringförmige Schaumsammeleinrichtungen vorhanden sein, denen jeweils mindestens ein Fluidverteilerelement zugeordnet ist. Der Umfang der Flotationskammer kann dabei unterschiedliche Formen wie die eines Rechtecks, eines Kreises, einer Ellipse usw. aufweisen, wobei allerdings hier die Kreisform bevorzugt ist.

[0031] Bei der Flotationsmaschine handelt es sich bevorzugt um eine pneumatische Flotationszelle, eine säulenartige Flotationszelle oder eine Hybridflotationszelle, in der beide Arten vereint sind.

[0032] Das mindestens eine Fluidverteilerelement ist bevorzugt zur Erzeugung einer radial von der Mittelachse

der Flotationskammer hinweg gerichteten Strömung eingerichtet. Dadurch wird der Weg, den ein Bläschen des Schaumprodukts zurücklegen muss, minimiert. Die Zeit bis zum Erreichen der Schaumsammeleinrichtung und damit die Gefahr, dass ein Bläschen währenddessen zerplatzen könnte, wird ebenfalls minimiert. Es kann alternativ aber auch eine schräg zu einer Trennkante zwischen Flotationskammer und Schaumsammeleinrichtung gerichtete Strömung erzeugt werden.

[0033] Insbesondere ist mindestens eine Steuer- oder Regeleinrichtung zur Steuerung oder Regelung einer Ausströmgeschwindigkeit des Fluids aus dem mindestens einen Fluidverteilerelement und/oder der vertikalen Position des mindestens einen Fluidverteilerelements vorhanden. Dabei ist die Ausströmgeschwindigkeit des Fluids über den Volumenstrom an Fluid und/oder den Fluiddruck einstellbar.

[0034] Weiterhin ist vorzugsweise mindestens ein erster Sensor zur Bestimmung mindestens einer Eigenschaft des Schaumprodukts vorhanden aus der Gruppe umfassend:

- eine Farbe des Schaumprodukts,
- eine Blasengröße von Blasen des Schaumprodukts,
- eine Blasenform von Blasen des Schaumprodukts,
- eine Zerfallsgeschwindigkeit der Blasen des Schaumprodukts,
- eine Transportgeschwindigkeit der Blasen des Schaumprodukts.

[0035] Dazu ist der erste Sensor bevorzugt als ein optischer Sensor ausgebildet. Eine Online-Überwachung dieser Eigenschaften, die Auskunft über die Qualität des Schaumprodukts geben, ermöglicht eine gezielte Optimierung der vertikalen Position eines Fluidverteilerelements bzw. der Ausströmgeschwindigkeit an Fluid. Insbesondere wird der erste Sensor in einem Bereich installiert, dass ein Schaumverhalten in einer - ohne Fluidverteilerelement als Totzone zu betrachtenden - Zone überwacht werden kann.

[0036] Wird beispielsweise festgestellt, dass zu viele Blasen bereits auf dem Weg zur Schaumsammeleinrichtung zerplatzen, wird die Ausströmgeschwindigkeit des Fluids und/oder die Menge an Fluid verringert und eine noch sanftere Strömung erzeugt, um die Blasen schonender zu behandeln und deren Haltbarkeit zu verlängern.

[0037] Dabei ist das Ziel der Regelung, die Fluidströmung so einzustellen, dass ein hohes Ausbringen an Schaumprodukt bei maximaler Güte des Schaumprodukts erreicht wird. Dieser Punkt wird als "optimum froth recovery" oder auch "peak air recovery" bezeichnet.

[0038] Die Farbe des Schaumprodukts gibt beispielsweise eine Aussage darüber, wie hoch die Beladung der Gasbläschen mit auszubringenden Wertstoffpartikeln ist. Je höher die Beladung der Gasbläschen mit Wertstoffpartikeln, desto intensiver ist die Farbe des Schaumprodukts. Bei heller Farbe des Schaumprodukts, bei

spielsweise bei sulfidischen Erzen, ist anzunehmen, dass die Ausströmgeschwindigkeit des Fluids oder der Fluidstrom zu groß und damit die Konzentration an auszutragenden Wertstoffpartikeln, beispielsweise aus Kupfer- oder Molybdänsulfiden, im Schaumprodukt zu niedrig ist. Es wird eine unerwünschte Menge an Gangmaterial in das Schaumprodukt eingetragen, wodurch dessen Güte unzulässig niedrige Werte annimmt.

[0039] Dementsprechend wird bei einem Schaumprodukt von zu heller Farbe der Fluidstrom und/oder dessen Ausströmgeschwindigkeit soweit verringert, bis der geforderte Farbgrad des Schaumprodukts und damit die geforderte Güte wieder erreicht werden.

[0040] Umgekehrt würde in diesem Fall bei zu intensiv gefärbtem Schaumprodukt die Fluidmenge und/oder deren Ausströmgeschwindigkeit erhöht werden, um eine möglichst hohe Ausbeute an auszutragenden Wertstoffpartikeln zu erhalten.

[0041] Analog deuten große Blasen im Schaumprodukt darauf hin, dass die Verweilzeit der Blasen im Schaumprodukt zu lang ist und sich aus kleinen Blasen durch Blasenkoaleszenz größere Blasen mit geringerer spezifischer Oberfläche gebildet haben, wodurch sich die Ausbeute verringert. Dementsprechend wird bei einem Vorliegen von vergleichsweise großen Blasen im Schaumprodukt die Fluidmenge und/oder Ausströmgeschwindigkeit des Fluids erhöht, um die Verweilzeit der Blasen im Schaumprodukt und damit eine Blasenkoaleszenz zu verringern, und umgekehrt.

[0042] Abhängig vom jeweiligen Flotationsprozess kann auch die Blasenform einzelner Bläschen im Schaumprodukt zur Steuerung der Fluidmenge und/oder Ausströmgeschwindigkeit des Fluids und damit der entscheidenden Prozessparameter Ausbeute und Güte eingesetzt werden. Während bei manchen Prozessen eine runde Form der Blasen im Schaum vorzuziehen ist, kann bei anderen Flotationsprozessen auch eine polygonale Blasenstruktur optimal für den Prozess sein. Abhängig vom jeweiligen Prozess wird daher die Fluidmenge und/oder deren Ausströmgeschwindigkeit so geregelt, dass sich die jeweils günstigere Blasenform im Hinblick auf Austrag und Güte ergibt.

[0043] Es hat sich weiterhin bewährt, wenn mindestens ein zweiter Sensor zur Bestimmung eines Füllstandes der Flotationskammer mit Suspension vorhanden ist. Über eine Online-Füllstandsmessung ist ebenfalls eine gezielte Optimierung der vertikalen Position eines Fluidverteilerelements bzw. der Ausströmgeschwindigkeit an Fluid möglich.

[0044] Bevorzugt ist der mindestens eine erste Sensor und/oder der mindestens eine zweite Sensor mit der mindestens einen Steuer- und Regeleinrichtung verbunden. Dies ermöglicht einen kostengünstigen, vollautomatischen Betrieb der Flotationsvorrichtung bei hohem Schaumaustrag.

[0045] Vorzugsweise wird eine Ausströmgeschwindigkeit eines von dem mindestens einen Fluidverteilerelement abgegebenen Fluids und/oder dessen Menge ba-

sierend auf mindestens einer Eigenschaft des Schaumprodukts aus der Gruppe umfassend:

- eine Farbe des Schaumprodukts,
- eine Blasengröße von Blasen des Schaumprodukts,
- eine Blasenform von Blasen des Schaumprodukts,
- eine Zerfallsgeschwindigkeit der Blasen des Schaumprodukts,
- eine Transportgeschwindigkeit der Blasen des Schaumprodukts,

gesteuert oder geregelt.

[0046] Weiterhin wird bevorzugt eine vertikale Position des mindestens einen Fluidverteilerelements auf Basis mindestens einer Eigenschaft des Schaumprodukts aus der Gruppe umfassend:

- eine Farbe des Schaumprodukts,
- eine Blasengröße von Blasen des Schaumprodukts,
- eine Blasenform von Blasen des Schaumprodukts,
- eine Zerfallsgeschwindigkeit der Blasen des Schaumprodukts,
- eine Transportgeschwindigkeit der Blasen des Schaumprodukts,

gesteuert oder geregelt.

[0047] Die Steuer- oder Regeleinrichtung ermöglicht demnach einen zu jeder Zeit optimalen Schaumaustrag bei sich ändernden Eingangsparametern im Hinblick auf den Füllstand der Flotationskammer und eine Qualität bzw. Güte des Schaumprodukts.

[0048] Das mindestens eine Fluidverteilerelement umfasst in einer bevorzugten Ausführungsform ein offenporöses Bauteil, über welches das Fluid abgegeben wird. Das offenporöse Bauteil ist insbesondere durch einen Schaumwerkstoff aus Metall oder Kunststoff gebildet. Alternativ kann das Fluidverteilerelement auch ein Rohr oder einen Schlauch mit Fluidaustrittsöffnungen, beispielsweise in Form von Schlitzen, Löchern oder fluiddurchlässigen Membranen umfassen.

[0049] Das mindestens eine Fluidverteilerelement ist dabei bevorzugt derart ausgestaltet, dass eine laminare Strömung in Richtung der mindestens einen Schaumsammeleinrichtung erzeugt wird. Wirbelbildungen werden nach Möglichkeit vermieden, da diese eine Verweilzeit des Schaumprodukts auf der Oberfläche der Suspension unnötig verlängern und die Blasen mechanisch stärker beanspruchen, so dass mehr Blasen vorzeitig zerplatzen und insgesamt weniger Schaumprodukt ausgetragen werden kann.

[0050] Eine Verwendung einer erfindungsgemäßen Flotationsvorrichtung zur Flotation von Feststoffpartikeln aus einem Wertstoff, insbesondere Erzmineral, aus einer Suspension mit einem Feststoffgehalt im Bereich von 20 bis 50 % unter Ausbildung eines Schaumprodukts, ist bevorzugt. Unter derartigen Bedingungen lässt sich die Effizienz einer Flotationsvorrichtung mittels mindestens eines Fluidverteilerelements erheblich steigern.

[0051] Die Figuren 1 bis 7 sollen schematisch erfindungsgemäße Flotationsvorrichtungen sowie deren Funktionsweise beispielhaft erläutern. So zeigt:

- FIG 1 eine erste Flotationsvorrichtung;
- FIG 2 eine zweite Flotationsvorrichtung;
- FIG 3 eine dritte Flotationsvorrichtung im Längsschnitt;
- FIG 4 die dritte Flotationsvorrichtung in der Draufsicht;
- FIG 5 einen Ausschnitt aus einer Flotationsvorrichtung ähnlich zu FIG 3 mit dargestellten Totzonen;
- FIG 6 den Ausschnitt aus FIG 5 mit zwei Fluidverteilerelementen;
- FIG 7 eine vierte Flotationsvorrichtung im Längsschnitt.

[0052] FIG 1 zeigt schematisch eine erste Flotationsvorrichtung, umfassend ein Gehäuse 2 mit einer Flotationskammer 2a zur Aufnahme einer Suspension S sowie mindestens eine ringförmige Schaumsammeleinrichtung 3 zur Aufnahme und Abführung eines Schaumprodukts SP, welche an einer Oberseite des Gehäuses 2 angeordnet ist. Das Gehäuse 2 ist zur besseren Übersicht im Längsschnitt dargestellt. Die Suspension S wird, optional unter Zugabe von Gas, über einen Einlass 5a in die Flotationskammer 2a eingebracht und mit vom Boden der Flotationskammer 2a aufsteigenden Gasbläschen, insbesondere Luftbläschen, vermischt. Die Gasbläschen in der Suspension S werden durch ein Begasungselement 6 gebildet. Hydrophobe Feststoffpartikel aus der Suspension S haften an den Gasbläschen an, so dass die Gasbläschen-Gebilde, auch Aeroflocken genannt, aufschwimmen und an der Oberfläche S0 der Suspension S das Schaumprodukt SP bilden. Das Schaumprodukt SP fließt über den Gehäuserand (siehe Pfeile) in die Schaumsammeleinrichtung 3. Verbleibende Resttrübe R fließt über einen Auslass 5b aus der Flotationskammer 2a ab.

[0053] Weiterhin ist ein Fluidverteilerelement 4 zur Erzeugung einer im Wesentlichen in Richtung der Schaumsammeleinrichtung 3 gerichteten Strömung in der Flotationskammer 2a vorhanden, dessen vertikale Position in der Flotationskammer 2a mittels einer Positioniereinrichtung 7 veränderbar ist. Hier ist das Fluidverteilerelement 4 sowohl oberhalb als auch unterhalb der Grenzfläche bzw. Oberfläche S0 zwischen Suspension S und Schaumprodukt SP angeordnet. Das Fluidverteilerelement 4 ist aus einem offenporösen Metallschaum gebildet und umfasst eine Versorgungsleitung 4a, durch welche das Fluid transportiert und an welcher die Positioniereinrichtung 7 angreift. Das Fluidverteilerelement 4 ist zur Erzeugung einer radial von der Mittelachse M der Flotationskammer 2a hinweggerichteten Strömung eingerichtet.

[0054] Eine Steuer- oder Regeleinrichtung 8 ist mit einem ersten Sensor 9 zur optischen Bestimmung der Zer-

fallsgeschwindigkeit der Bläschen des Schaumprodukts SP und mit einem zweiten Sensor 10 zur Bestimmung des Füllstands an Suspension S in der Flotationskammer 2a verbunden. Weiterhin ist die Steuer- und Regeleinrichtung 8 mit einer Ventilanordnung 11 verbunden, über welches sich der Volumenstrom und/oder der Druck des Fluids F einstellen und in Folge die Ausströmgeschwindigkeit des Fluids F aus dem Fluidverteilerelement 4 in Abhängigkeit von der Zerfallsgeschwindigkeit der Bläschen des Schaumprodukts SP beeinflussen lässt.

[0055] Die vertikale Sollposition des Fluidverteilerelements 4 wird in Abhängigkeit des Füllstands und/oder der Zerfallsgeschwindigkeit über die Steuer- oder Regeleinrichtung der Positioniereinrichtung 7 übermittelt, welche die vertikale Sollposition entsprechend einstellt.

[0056] Die Ausbildung von Totzonen kann zuverlässig verhindert und ein hoher Schaumaustrag erreicht werden.

[0057] FIG 2 zeigt eine zweite Flotationsvorrichtung 1'. Gleiche Bezugszeichen wie in FIG 1 kennzeichnen gleiche Elemente. Im Unterschied zu FIG 1 ist hier ein Fluidverteilerelement 4 in Form eines ringförmig angeordneten Schlauches vorhanden, welcher an seiner dem Gehäuse 2 zugewandten Seite Schlitze aufweist, um das Fluid F in Richtung des Gehäuses 2 hindurchtreten zu lassen. Um die vertikale Position des Fluidverteilerelement 4 im Hinblick auf den Füllstand der Flotationskammer 2a automatisch anzupassen, ist ein Schwimmkörper 12 vorgesehen, der sich gemeinsam mit der Oberfläche S0 der Suspension S nach oben oder unten bewegt.

[0058] Die Steuer- und Regeleinrichtung 8 ist auch hier mit einer Ventilanordnung 11 verbunden, über welches sich der Volumenstrom und/oder der Druck des Fluids F einstellen und in Folge die Ausströmgeschwindigkeit des Fluids F aus dem Fluidverteilerelement 4 in Abhängigkeit von der Zerfallsgeschwindigkeit der Bläschen des Schaumprodukts SP beeinflussen lässt.

[0059] Die Ausbildung von Totzonen kann zuverlässig verhindert und ein hoher Schaumaustrag erreicht werden.

[0060] FIG 3 zeigt schematisch eine dritte Flotationsvorrichtung 1'' im Längsschnitt. Es handelt sich um eine säulenförmige Flotationszelle, die bei Betrieb mit Luft zur Begasung der Suspension als Hybridflotationszelle bezeichnet wird. Gleiche Bezugszeichen wie in den Figuren 1 und 2 kennzeichnen gleiche Elemente. Das Gehäuse 2 ist im oberen Teil erweitert und es erfolgt eine Eindüsung von Suspension S und Gas G über den Einlass 5a. Im erweiterten oberen Teil des Gehäuses 2 ist ein zylinderförmiger Einsatz 20 vorhanden, der eine pneumatische Flotationsstufe außerhalb des Einsatzes 20 von einer weiteren Flotationsstufe im Inneren des Einsatzes 20 trennt.

[0061] Die mit Gas G angereicherte Suspension S wird unter hohem Druck in die Flotationskammer 2a eingedüst. Durch den Druckabfall in der Flotationskammer 2a bilden sich Gasblasen, welche dann für die Flotation genutzt werden. Dieser Mechanismus wird als sogenannte

Entspannungsflotation bezeichnet.

[0062] Im Ausführungsbeispiel arbeitet die weitere Flotationsstufe als sogenannte Säulenflotation. Hierzu ist im unteren Teil der Flotationskammer 2a, wo auch ein Auslass 5b für Resttrübe R vorgesehen ist, eine ein Begasungselement 6 zum Zuführen von Gas G angeordnet, das bspw. als Aerator ausgebildet ist. Dieses erzeugt Gasblasen ab, welche dazu geeignet sind, Wertstoffpartikel im unteren Teil der Flotationsvorrichtung 1'' an sich zu binden.

[0063] Durch die Kombination dieser zwei Flotationsstufen wird eine höhere Ausbeute erzielt als bei vielen anderen Flotationszellentypen, welche nur mit einer Flotationsstufe innerhalb einer Flotationsvorrichtung arbeiten.

[0064] Ein stabförmig ausgebildetes erstes Fluidverteilerelement 4a ist mittig im Einsatz 20 angeordnet und dient zum Einbringen von Fluid F im Bereich der Oberfläche SO der Suspension S, wobei das Fluid F von der Mittelachse M hinweg radial ausströmt.

[0065] Ein ringförmig ausgebildetes zweites Fluidverteilerelement 4b umgibt den Einsatz 20 und dient zum Einbringen von Fluid F im Bereich der Oberfläche SO der Suspension S, wobei das Fluid F radial in Richtung des Gefäßes 2 ausströmt. Die vertikale Position der Fluidverteilerelemente 4a, 4b ist veränderlich, was hier lediglich durch Doppelpfeile angedeutet ist. Auf die Darstellung der Steuer- und Regeleinrichtung 8, mit welcher der erste Sensor 9, der zweite Sensor 10, die Ventilanzordnung 11 und die ebenfalls nicht dargestellte Positioniereinrichtung 7 verbunden sind, wurde hier der Übersichtlichkeit halber verzichtet. Es wird diesbezüglich auf die Figuren 1 und 2 verwiesen.

[0066] FIG 4 zeigt die dritte Flotationsvorrichtung 1''' in der Draufsicht, wobei die Ausgestaltung der ringförmigen Schaumsammleinrichtung 3, des Einsatzes 20 und des ringförmigen zweiten Fluidverteilerelements 4b besser ersichtlich wird. Die Schaumsammleinrichtung 3 weist zwei Ablaufbereiche 3a, 3b zum Abführen des Schaumprodukts SP auf.

[0067] FIG 5 zeigt einen Ausschnitt aus einem Längsschnitt einer herkömmlichen Flotationsvorrichtung ohne Fluidverteilerelement, im Prinzip ähnlich zu FIG 3 im oberen Bereich, in dem sich der Einsatz 20 befindet, zwischen der Mittellinie M und dem Gehäuse 2. Gleiche Bezugszeichen wie in den Figuren 1 bis 4 kennzeichnen gleiche Elemente. Es werden die vermuteten Strömungsverhältnisse im Schaumprodukt SP aufgezeigt. Im dargestellten Teil der Flotationskammer bilden sich zwei Totzonen TZ₁, TZ₂ aus, in denen lediglich vertikale Transportvorgänge zwischen der Suspension S und dem darauf aufschwimmenden Schaumprodukt SP stattfinden. Die erste der beiden Totzonen TZ₁ befindet sich im Bereich der Mittelachse M. Die zweite der beiden Totzonen TZ₂ ist ringförmig um den Einsatz 20 ausgebildet. Die Ausbringung von abzuscheidenden Feststoffpartikeln ist in den Totzonen TZ₁, TZ₂ verringert, da die Bläschen des Schaumprodukts SP dort zu lange verweilen

und bereits vor Ort zerplatzen. An ein solches zerplatztes Bläschen vormals gebundene Feststoffpartikel sinken somit wieder in die Suspension S ab und können nicht als Schaumprodukt SP ausgetragen werden. In Hebezonen HZ₁, HZ₂ dagegen steigt ein Bläschen nach oben, gelangt in eine Transportzone TR₁, TR₂ und wird in dieser in Richtung der hier nicht dargestellten Schaumsammeleinrichtung 3 abtransportiert.

[0068] FIG 6 zeigt den Ausschnitt aus FIG 5, wobei nun allerdings zwei Fluidverteilerelemente 4a, 4b, ähnlich wie in FIG 3, vorhanden sind. Ein erstes Fluidverteilerelement 4a ist stabförmig ausgebildet und im Bereich der Mittelachse M angeordnet, wobei es zum Teil in die Suspension S eintaucht. Ein zweites Fluidverteilerelement 4b ist ringförmig ausgebildet und umgibt den Einsatz 20, wobei es vollständig in die Suspension S eintaucht. Gleiche Bezugszeichen wie in den Figuren 1 bis 5 kennzeichnen gleiche Elemente. Es werden die vermuteten Strömungsverhältnisse im Schaumprodukt SP aufgezeigt. Im dargestellten Teil der Flotationskammer bilden sich aufgrund des durch die Fluidverteilerelemente 4a, 4b ausgeströmten Fluids keine Totzonen mehr aus, in denen lediglich vertikale Transportvorgänge zwischen der Suspension S und dem darauf aufschwimmenden Schaumprodukt SP stattfinden. Die vormals vorhandenen Totzonen sind nun ebenfalls zu Hebezonen HZ₁, HZ₂ geworden, so dass wesentlich mehr Schaumprodukt SP ausgetragen werden kann als bisher. Die Ausbringung von abzuscheidenden Feststoffpartikeln ist deutlich erhöht.

[0069] FIG 7 zeigt eine vierte Flotationsvorrichtung 1'''' im Längsschnitt. Es handelt sich um eine säulenförmige Flotationszelle wie in FIG 3, die bei Betrieb mit Luft zur Begasung der Suspension S als Hybridflotationszelle bezeichnet wird. Gleiche Bezugszeichen wie in den Figuren 1 bis 6 kennzeichnen gleiche Elemente.

[0070] Ein ringförmig ausgebildetes Fluidverteilerelement 4 umgibt den Einsatz 20 und dient zum Einbringen von Fluid F im Bereich der Oberfläche SO der Suspension S, wobei das Fluid F radial in Richtung des Gefäßes 2 ausströmt. Die vertikale Position der Fluidverteilerelemente 4 ist veränderlich, was hier lediglich durch Doppelpfeile angedeutet ist. Auf die Darstellung der Steuer- und Regeleinrichtung 8, mit welcher der erste Sensor 9, der zweite Sensor 10, die Ventilanzordnung 11 und die ebenfalls nicht dargestellte Positioniereinrichtung 7 für die vertikale Positionsverstellung des Fluidverteilerelements 4 verbunden sind, wurde hier der Übersichtlichkeit halber verzichtet. Es wird diesbezüglich auf die Figuren 1 und 2 verwiesen.

[0071] Dabei zeigen die Figuren 1 bis 7 lediglich Beispiele für eine erfindungsgemäße Flotationsvorrichtung. So können ohne Weiteres andere Formen hinsichtlich des Gefäßes, des Fluidverteilerelements, des Begasungselements, der Schaumsammeleinrichtung, des Einsatzes usw. vorhanden sein. Auch kann die Anzahl an Einlässen, Auslässen, Fluidverteilerelementen, ersten und/oder zweiten Sensoren, Begasungselementen,

Steuer- oder Regeleinrichtungen, Positioniereinrichtungen usw. variiert werden, ohne den Grundgedanken der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Flotationsvorrichtung (1, 1', 1'', 1'''), umfassend ein Gehäuse (2) mit einer Flotationskammer (2a) zur Aufnahme einer Suspension (S) und mindestens einem Einlass (5a) für die Suspension (S), sowie mindestens eine Schaumsammeleinrichtung (3) zur Aufnahme und Abführung eines Schaumprodukts (SP), welche an einer Oberseite des Gehäuses (2) angeordnet ist, wobei weiterhin mindestens ein Fluidverteilerelement (4, 4a, 4b) zur Abgabe eines Fluids (F) und zur Erzeugung einer in Richtung der mindestens einen Schaumsammeleinrichtung (3) gerichteten Strömung oberhalb des mindestens einen Einlasses (5a) in der Flotationskammer (2a) vorhanden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Positioniereinrichtung (7) vorhanden ist, welche eingerichtet ist, die vertikale Position des mindestens einen Fluidverteilerelements (4, 4a, 5b) oberhalb des Einlasses (5a) in der Flotationskammer (2a) automatisch in Abhängigkeit eines Füllstands der Flotationskammer (2a) mit Suspension (2a) derart einzustellen, dass zumindest ein Teil eines von dem mindestens einen Fluidverteilerelement (4, 4a, 4b) abgegebenen Fluids (F) angrenzend an die Oberfläche (SO) der Suspension (S) unmittelbar in die Suspension (S) und damit unterhalb der Oberfläche (SO) der Suspension (S) in diese einströmt.
2. Flotationsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flotationskammer (2a) eine vertikale Mittelachse (M) aufweist und die mindestens eine Schaumsammeleinrichtung (3) ringförmig ausgebildet und konzentrisch zur Mittelachse (M) angeordnet ist, und dass das mindestens eine Fluidverteilerelement (4, 4a, 4b) zur Erzeugung einer von der Mittelachse (M) hinweg in Richtung der mindestens einen ringförmigen Schaumsammeleinrichtung (3) gerichteten Strömung eingerichtet ist.
3. Flotationsvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Fluidverteilerelement (4, 4a, 4b) zur Erzeugung einer radial von der Mittelachse (M) hinweg gerichteten Strömung eingerichtet ist.
4. Flotationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Steuer- oder Regeleinrichtung (8) zur Steuerung oder Regelung einer Ausströmgeschwindigkeit eines Fluids (F) aus dem mindestens einen Fluidverteilerelement (4, 4a, 4b) und/oder der vertikalen

Position des mindestens einen Fluidverteilerelements (4, 4a, 4b) vorhanden ist.

5. Flotationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** weiterhin mindestens ein erster Sensor (9) zur Bestimmung mindestens einer Eigenschaft des Schaumprodukts (SP) vorhanden ist aus der Gruppe umfassend:
 - eine Farbe des Schaumprodukts (SP),
 - eine Blasengröße von Blasen des Schaumprodukts (SP),
 - eine Blasenform von Blasen des Schaumprodukts (SP),
 - eine Zerfallsgeschwindigkeit der Blasen des Schaumprodukts (SP),
 - eine Transportgeschwindigkeit der Blasen des Schaumprodukts (SP).
6. Flotationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** weiterhin mindestens ein zweiter Sensor (10) zur Bestimmung eines Füllstandes der Flotationskammer (2a) mit Suspension (S) vorhanden ist.
7. Flotationsvorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine erste Sensor (9) und/oder der mindestens eine zweite Sensor (10) mit der mindestens einen Steuer- oder Regeleinrichtung (8) gemäß Anspruch 4 verbunden ist.
8. Verfahren zum Abführen eines in einer Flotationsvorrichtung (1, 1', 1'', 1''') nach einem der Ansprüche 1 bis 7 gebildeten Schaumprodukts (SP), wobei die Flotationskammer (2a) zumindest teilweise mit Suspension (S) gefüllt wird, wobei die Suspension (S) begast wird und sich das Schaumprodukt (SP) aus Gasbläschen und daran anhaftenden Feststoffpartikeln bildet, welches sich an einer Oberfläche (SO) der Suspension (S) sammelt und über die mindestens eine Schaumsammeleinrichtung (3) abgeführt wird, wobei mittels des mindestens einen Fluidverteilerelements (4, 4a, 4b) eine Strömung in Richtung der mindestens einen Schaumsammeleinrichtung (3) erzeugt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vertikale Position des mindestens einen Fluidverteilerelements (4, 4a, 4b) in der Flotationskammer (2a) in Abhängigkeit von einem Füllstand der Flotationskammer (2a) mit Suspension (S) automatisch derart eingestellt wird, dass zumindest ein Teil eines von dem mindestens einen Fluidverteilerelement (4, 4a, 4b) abgegebenen Fluids (F) angrenzend an die Oberfläche (SO) der Suspension (S) unmittelbar in die Suspension (S) und damit unterhalb der Oberfläche (SO) der Suspension (S) in diese einströmt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Fluidverteiler-
element (4, 4a, 4b) derart in der Flotationskammer
(2a) angeordnet wird, dass eine Bildung einer Tot-
zone (TZ₁, TZ₂), in der lediglich vertikale Transport-
vorgänge zwischen der Suspension (S) und dem
darauf aufschwimmenden Schaumprodukt (SP)
stattfinden, verhindert wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **da-
durch gekennzeichnet, dass** durch das mindes-
tens eine Fluidverteilerelement (4, 4a, 4b) eine lami-
nare Strömung in Richtung der mindestens einen
Schaumsammeleinrichtung (3) erzeugt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **da-
durch gekennzeichnet, dass** eine Ausströmge-
schwindigkeit eines von dem mindestens einen Flu-
idverteilerelement (4, 4a, 4b) abgegebenen Fluids
(F) und/oder dessen Menge basierend auf mindes-
tens einer Eigenschaft des Schaumprodukts (SP)
aus der Gruppe umfassend:

- eine Farbe des Schaumprodukts (SP),
- eine Blasengröße von Blasen des Schaumpro-
dukts (SP),
- eine Blasenform von Blasen des Schaumpro-
dukts (SP),
- eine Zerfallsgeschwindigkeit der Blasen des
Schaumprodukts (SP),
- eine Transportgeschwindigkeit der Blasen des
Schaumprodukts (SP),

gesteuert oder geregelt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **da-
durch gekennzeichnet, dass** eine vertikale Positi-
on des mindestens einen Fluidverteilerelements (4,
4a, 4b) auf Basis mindestens einer Eigenschaft des
Schaumprodukts (SP) aus der Gruppe umfassend:

- eine Farbe des Schaumprodukts (SP),
- eine Blasengröße von Blasen des Schaumpro-
dukts (SP),
- eine Blasenform von Blasen des Schaumpro-
dukts (SP),
- eine Zerfallsgeschwindigkeit der Blasen des
Schaumprodukts (SP),
- eine Transportgeschwindigkeit der Blasen des
Schaumprodukts (SP),

gesteuert oder geregelt wird.

13. Verwendung einer Flotationsvorrichtung (1, 1', 1",
1''') nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zur Flotation
von Feststoffpartikeln aus einem Wertstoff, insbe-
sondere Erzmineral, aus einer Suspension (S) mit
einem Feststoffgehalt im Bereich von 20 bis 50 %

unter Ausbildung eines Schaumprodukts (SP).

Claims

1. Flotation device (1, 1', 1", 1'''), comprising a housing
(2) having a flotation chamber (2a) for receiving a
suspension (S) and at least one inlet (5a) for the
suspension (S), and at least one froth collecting unit
(3) for receiving and discharging a froth product (SP),
said unit being disposed on top of the housing (2),
wherein furthermore at least one fluid distribution el-
ement (4, 4a, 4b) for delivering a fluid (F) and for
generating a flow directed in the direction of the at
least one froth collecting unit (3) is provided above
the at least one inlet (5a) in the flotation chamber
(2a), **characterised in that** at least one positioning
device (7) is present which is designed to automat-
ically vary the vertical position of the at least one fluid
distribution element (4, 4a, 5b) above the inlet (5a)
in the flotation chamber (2a) as a function of a fill
level of suspension (S) in the flotation chamber (2a)
such that at least some of a fluid (F) delivered by the
at least one fluid distribution element (4, 4a, 4b) flows
directly into the suspension (S) adjacent to the sur-
face (SO) of the suspension (S) and thus below the
surface (SO) of the suspension (S) into said suspen-
sion (S).

2. Flotation device according to claim 1, **characterised
in that** the flotation chamber (2a) has a vertical cen-
tral axis (M) and the at least one froth collecting unit
(3) is annular and disposed concentrically to the cen-
tral axis (M), and that the at least one fluid distribution
element (4, 4a, 4b) is designed to produce a flow
directed away from the central axis (M) in the direc-
tion of the at least one annular froth collecting unit (3).

3. Flotation device according to claim 2, **characterised
in that** the at least one fluid distribution element (4,
4a, 4b) is designed to produce a flow directed radially
away from the central axis (M).

4. Flotation device according to one of claims 1 to 3,
characterised in that at least one open- or closed-
loop control device (8) is present for controlling an
outflow rate of a fluid (F) from the at least one fluid
distribution element (4, 4a, 4b) and/or the vertical
position of the at least one fluid distribution element
(4, 4a, 4b) in an open-or closed-loop manner.

5. Flotation device according to one of claims 1 to 4,
characterised in that there is additionally present
at least one first sensor (9) for determining at least
one characteristic of the froth product (SP) from the
group comprising:

- colour of froth product (SP),

- size of bubbles of froth product (SP),
 - shape of bubbles of froth product (SP),
 - decay rate of bubbles of froth product (SP),
 - transport velocity of bubbles of froth product (SP).
6. Flotation device according to one of claims 1 to 5, **characterised in that** at least one second sensor (10) is additionally present for determining the fill level of suspension (S) in the flotation chamber (2a).
7. Flotation device according to claim 5 or 6, **characterised in that** the at least one first sensor (9) and/or the at least one second sensor (10) is connected to the at least one open-or closed-loop control device (8) according to claim 4.
8. Method for discharging a froth product (SP) formed in a flotation device (1, 1', 1'', 1''') according to one of claims 1 to 7, wherein the flotation chamber (2a) is at least partially filled with suspension (S), wherein the suspension (S) is gassed and the froth product (SP) is formed from gas bubbles and thereto attached solid particles, said product accumulating on the surface (SO) of the suspension (S) and being discharged via the at least one froth collecting unit (3), wherein a flow is produced in the direction of the at least one froth collecting unit (3) by means of the at least one fluid distribution element (4, 4a, 4b), **characterised in that** the vertical position of the at least one fluid distribution element (4, 4a, 4b) in the flotation chamber (2a) is automatically varied as a function of the fill level of suspension (S) in the flotation chamber (2a) such that at least some of the fluid (F) delivered by the at least one fluid distribution element (4, 4a, 4b) flows directly into the suspension (S) adjacent to the surface (SO) of the suspension (S) and thus below the surface (SO) of the suspension (S) into said suspension (S).
9. Method according to claim 8, **characterised in that** the at least one fluid distribution element (4, 4a, 4b) is disposed in the flotation chamber (2a) such that a dead zone (TZ₁, TZ₂) in which only vertical transport processes between the suspension (S) and the froth product (SP) floating thereupon take place is prevented from forming.
10. Method according to one of claims 8 or 9, **characterised in that** a laminar flow in the direction of the at least one froth collecting unit (3) is produced by the at least one fluid distribution element (4, 4a, 4b).
11. Method according to one of claims 8 to 10, **characterised in that** the outflow rate of a fluid (F) delivered by the at least one fluid distribution element (4, 4a, 4b) and/or the quantity thereof is controlled in an open- or closed-loop manner on the basis of at least one characteristic of the froth product (SP) from the group comprising:
- colour of froth product (SP),
 - size of bubbles of froth product (SP),
 - shape of bubbles of froth product (SP),
 - decay rate of bubbles of froth product (SP),
 - transport velocity of bubbles of froth product (SP).
12. Method according to one of claims 8 to 11, **characterised in that** the vertical position of the at least one fluid distribution element (4, 4a, 4b) is controlled in an open- or closed-loop manner on the basis of at least one characteristic of the froth product (SP) from the group comprising:
- colour of froth product (SP),
 - size of bubbles of froth product (SP),
 - shape of bubbles of froth product (SP),
 - decay rate of bubbles of froth product (SP),
 - transport velocity of bubbles of froth product (SP).
13. Use of a flotation device (1, 1', 1'', 1''') according to one of claims 1 to 7 for the flotation of solid particles of a valuable material, in particular ore mineral, from a suspension (S) having a solids content ranging from 20 to 50 % with the formation of a froth product (SP).

Revendications

1. Dispositif de flottation (1, 1', 1'', 1''') comprenant un récipient (2) comportant une chambre de flottation (2a) servant à recevoir une suspension (S), et comportant au moins une entrée (5a) pour la suspension (S), ainsi qu'au moins un dispositif collecteur de mousse (3) servant à recevoir et à évacuer un produit moussant (SP), dispositif collecteur de mousse qui est disposé sur une partie supérieure du récipient (2), où il y a en outre au moins un élément répartiteur de fluide (4, 4a, 4b) servant à fournir un fluide (F) et servant à la production d'un écoulement orienté en direction de l'au moins un dispositif collecteur de mousse (3), ledit écoulement se produisant au-dessus de l'au moins une entrée (5a) dans la chambre de flottation (2a), **caractérisé en ce qu'il y a au moins un dispositif de positionnement (7) qui est agencé pour régler la position verticale de l'au moins un élément répartiteur de fluide (4, 4a, 5b) au-dessus de l'entrée (5a) dans la chambre de flottation (2a), automatiquement en fonction d'un niveau de remplissage de la chambre de flottation (2a) avec suspension (2a), de manière telle qu'au moins une partie d'un fluide (F) fourni par l'au moins un élément répartiteur de fluide (4, 4a, 4b), contiguë à la surface**

- (SO) de la suspension (S), pénètre directement dans la suspension (S) et, par conséquent, au-dessous de la surface (SO) de la suspension (S) contenue dans ladite chambre de flottation.
2. Dispositif de flottation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la chambre de flottation (2a) présente un axe médian vertical (M), et l'au moins un dispositif collecteur de mousse (3) est configuré de forme annulaire et disposé de façon concentrique par rapport à l'axe médian (M), et **en ce que** l'au moins un élément répartiteur de fluide (4, 4a, 4b) est agencé pour la production d'un écoulement orienté en direction de l'au moins un dispositif collecteur de mousse (3), de forme annulaire, loin de l'axe médian (M).
 3. Dispositif de flottation selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'au moins un élément répartiteur de fluide (4, 4a, 4b) est agencé pour la production d'un écoulement dirigé en s'éloignant de l'axe médian (M) dans le sens radial.
 4. Dispositif de flottation selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'il y a** au moins un dispositif de commande ou de réglage (8) servant à la commande ou au réglage d'une vitesse de sortie d'un fluide (F) provenant de l'au moins un élément répartiteur de fluide (4, 4a, 4b), et/ou de la position verticale de l'au moins un élément répartiteur de fluide (4, 4a, 4b).
 5. Dispositif de flottation selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'il y a** en outre au moins un premier capteur (9) servant à déterminer au moins une propriété du produit moussant (SP), prise dans le groupe comprenant :
 - une couleur du produit moussant (SP),
 - une taille des bulles du produit moussant (SP),
 - une forme des bulles du produit moussant (SP),
 - une vitesse de désintégration des bulles du produit moussant (SP),
 - une vitesse de transport des bulles du produit moussant (SP).
 6. Dispositif de flottation selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'il y a** en outre au moins un deuxième capteur (10) servant à déterminer un niveau de remplissage de la chambre de flottation (2a) avec suspension (S).
 7. Dispositif de flottation selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** l'au moins un premier capteur (9) et/ou l'au moins un deuxième capteur (10) est relié à l'au moins un dispositif de commande ou de réglage (8) selon la revendication 4.
 8. Procédé pour l'évacuation d'un produit moussant (SP) formé dans un dispositif de flottation (1, 1', 1'', 1''') selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, où la chambre de flottation (2a) est remplie au moins partiellement d'une suspension (S), où la suspension (S) est chargée en gaz, et le produit moussant (SP) se forme à partir de microbulles de gaz et de particules de matière solide adhérant à celles-ci, produit moussant qui s'accumule sur une surface (SO) de la suspension (S) et est évacué par l'au moins un dispositif collecteur de mousse (3) où, au moyen de l'au moins un élément répartiteur de fluide (4, 4a, 4b), est produit un écoulement en direction de l'au moins un dispositif collecteur de mousse (3), **caractérisé en ce que** la position verticale de l'au moins un élément répartiteur de fluide (4, 4a, 4b), dans la chambre de flottation (2a), est réglée automatiquement en fonction d'un niveau de remplissage de la chambre de flottation (2a) avec suspension (S), de manière telle qu'au moins une partie d'un fluide (F) fourni par l'au moins un élément répartiteur de fluide (4, 4a, 4b), contiguë à la surface (SO) de la suspension (S), pénètre directement dans la suspension (S) et, par conséquent, au-dessous de la surface (SO) de la suspension (S) contenue dans ladite chambre de flottation.
 9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** l'au moins un élément répartiteur de fluide (4, 4a, 4b) est disposé dans la chambre de flottation (2a), de manière telle que soit empêchée une formation d'une zone morte (TZ₁, TZ₂) dans laquelle ont lieu uniquement des processus de transports verticaux entre la suspension (S) et le produit moussant (SP) flottant sur celle-ci.
 10. Procédé selon l'une des revendications 8 ou 9, **caractérisé en ce qu'**un écoulement laminaire est produit, par l'au moins un élément répartiteur de fluide (4, 4a, 4b), en direction de l'au moins un dispositif collecteur de mousse (3).
 11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, **caractérisé en ce qu'**une vitesse de sortie d'un fluide (F) fourni par l'au moins un élément répartiteur de fluide (4, 4a, 4b) et/ou la quantité dudit fluide est commandée ou réglée en se basant sur au moins une propriété du produit moussant (SP), prise dans le groupe comprenant :
 - une couleur du produit moussant (SP),
 - une dimension des bulles du produit moussant (SP),
 - une forme des bulles du produit moussant (SP),
 - une vitesse de désintégration des bulles du produit moussant (SP),
 - une vitesse de transport des bulles du produit

moussant (SP).

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, **caractérisé en ce qu'**une position verticale de l'au moins un élément répartiteur de fluide (4, 4a, 4b) est commandée ou réglée sur la base d'au moins une propriété du produit moussant (SP), prise dans le groupe comprenant :
- une couleur du produit moussant (SP),
 - une dimension des bulles du produit moussant (SP),
 - une forme des bulles du produit moussant (SP),
 - une vitesse de désintégration des bulles du produit moussant (SP),
 - une vitesse de transport des bulles du produit moussant (SP).
13. Utilisation d'un dispositif de flottation (1, 1', 1", 1''') selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, prévue pour la flottation de particules de matière solide provenant d'une matière de valeur, en particulier un minerai métallique, à partir d'une suspension (S) ayant une teneur en matière solide dans la plage comprise entre 20 % et 50 %, en formant un produit moussant (SP).

30

35

40

45

50

55

FIG 1

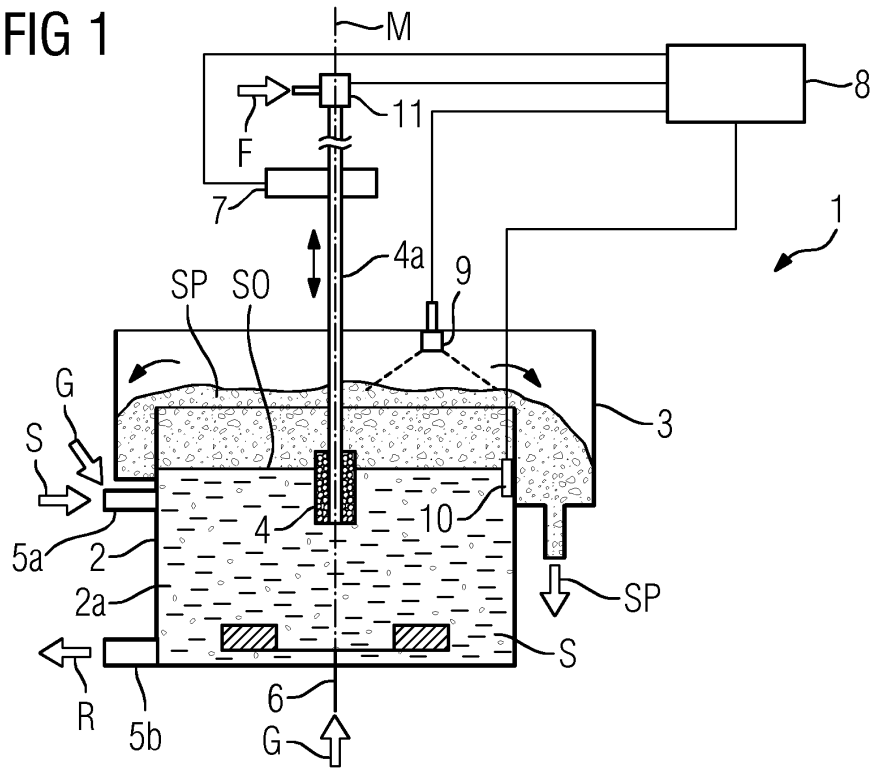


FIG 2

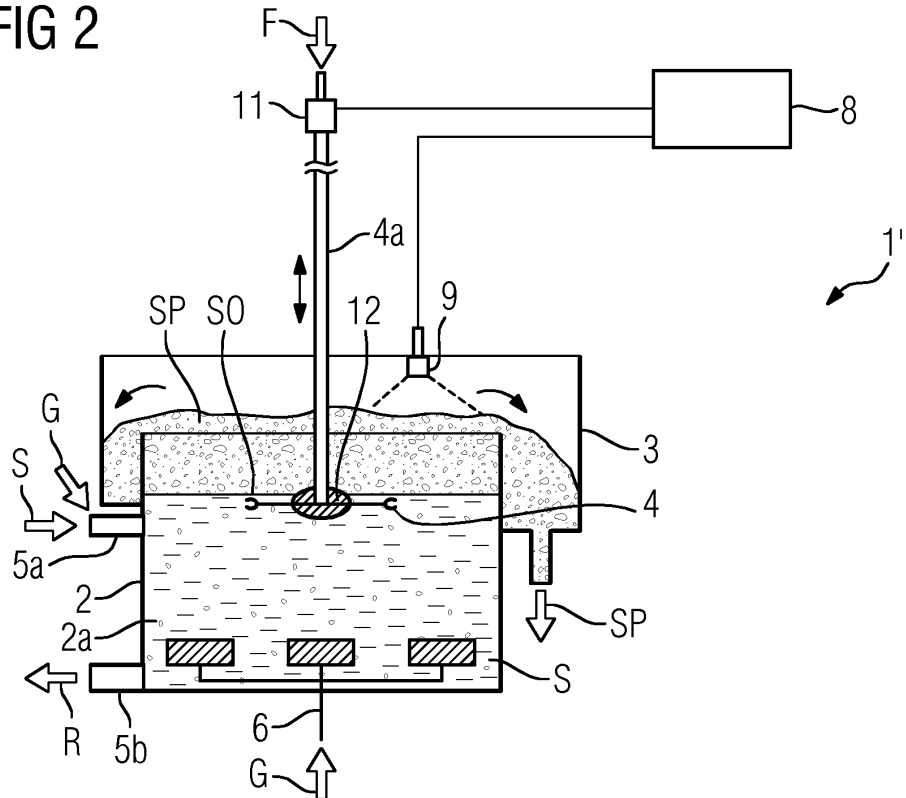


FIG 3

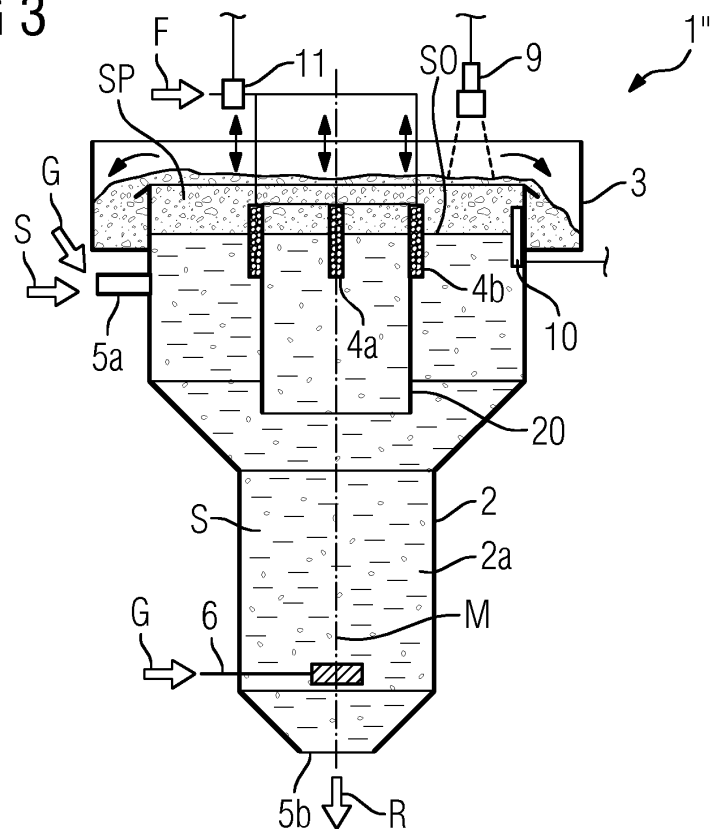


FIG 4

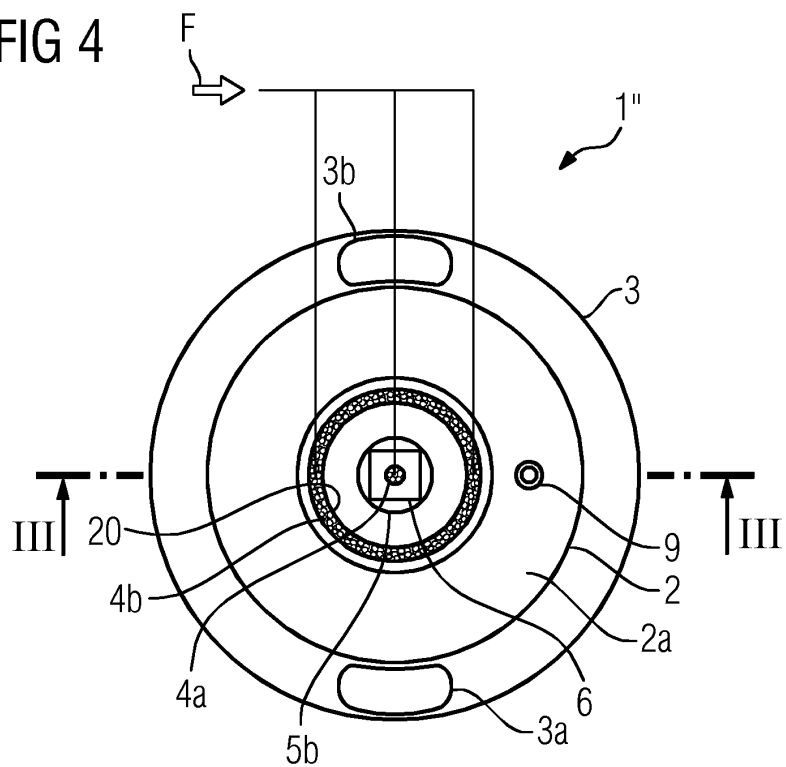


FIG 5

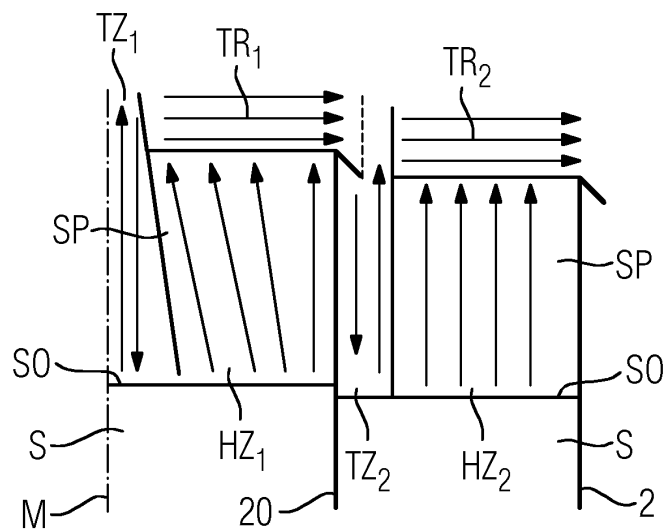


FIG 6

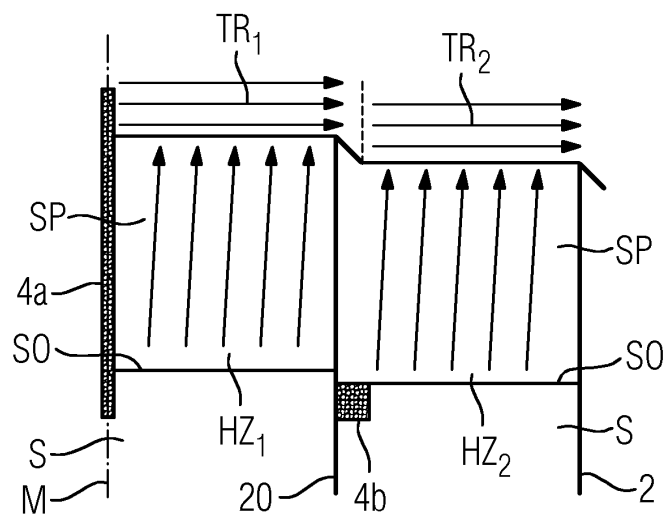
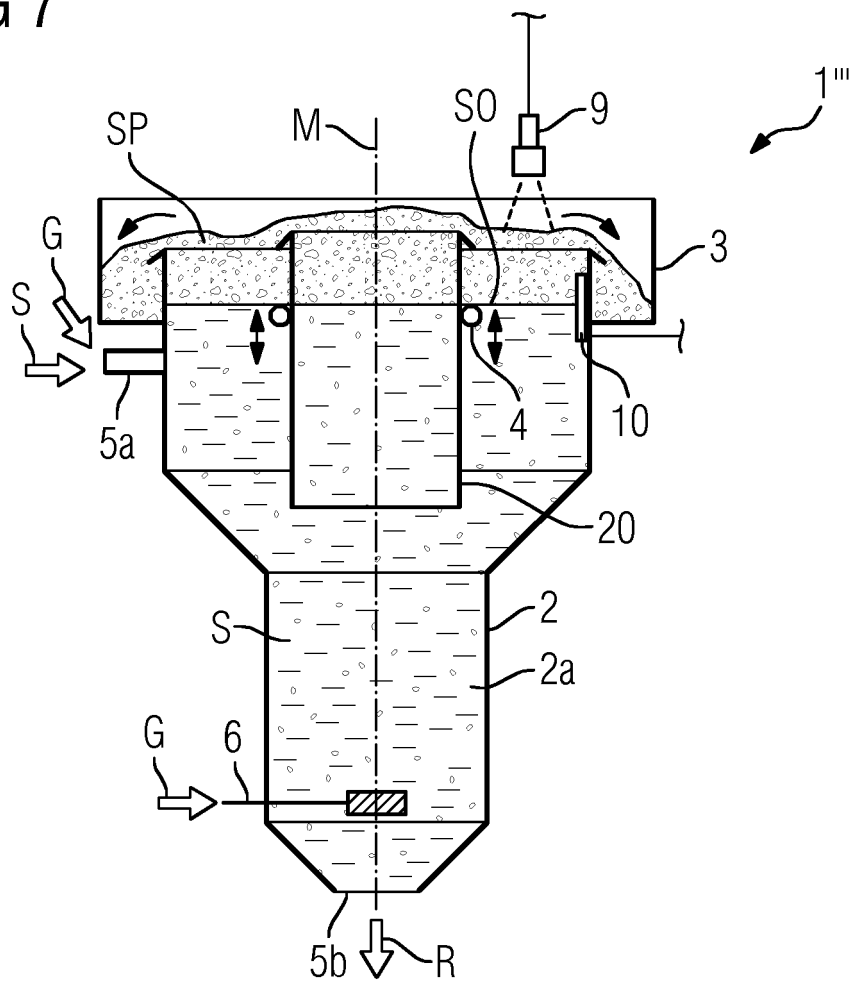


FIG 7



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

- WO 2006069995 A1 **[0011]**
- US 6095336 A **[0012]**
- WO 199320945 A1 **[0012]**
- EP 613725 A2 **[0013]**
- DE 2057195 A1 **[0013]**
- RU 2397818 C1 **[0014]**
- US 6926154 B2 **[0015]**
- US 4618430 A **[0017]**
- US 1952727 A **[0017]**
- DE 2656477 B1 **[0018]**