



(10) **DE 10 2011 005 031 A1** 2012.09.06

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 005 031.0**

(22) Anmeldetag: **03.03.2011**

(43) Offenlegungstag: **06.09.2012**

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

B03D 1/02 (2006.01)

(71) Anmelder:

Siemens Aktiengesellschaft, 80333, München, 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; Krieglstein, Wolfgang, 90491, Nürnberg, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

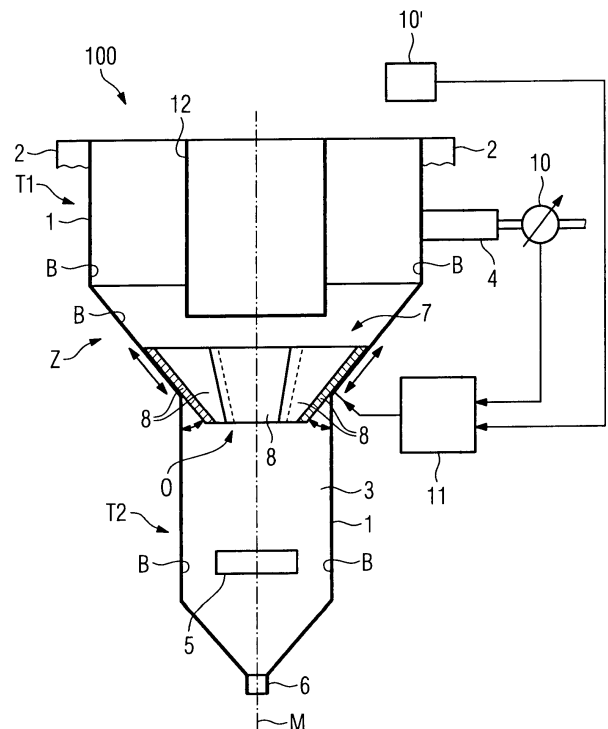
DE	43 02 358	A1
DE	22 17 572	A
US	1 895 504	A
US	5 251 764	A
WO	2006/ 069 995	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Flotationsvorrichtung, Verfahren zum Betreiben der Flotationsvorrichtung sowie deren Verwendung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Flotationsvorrichtung zur Abtrennung eines Wertstoffminerals aus einer Suspension, umfassend ein Gehäuse mit einer Flotationskammer, mindestens einen Schaumsammler zur Abführung eines in einem oberen Bereich der Flotationskammer gebildeten Schaumprodukts, mindestens eine Zuführanordnung zur Zuführung von Gas und/oder Suspension in die Flotationskammer, mindestens eine verstellbare Blende, durch welche die Flotationskammer horizontal in einen oberen Teil und einen unteren Teil unterteilt ist und ein freier Innendurchmesser der Flotationskammer lokal vermindert ist, mindestens eine Messanordnung zur Erfassung mindestens einer Zustandsgröße im Betrieb der Flotationsvorrichtung, und mindestens eine, mit der mindestens einen Messanordnung verbundene Steuer- und Regeleinrichtung zur automatischen Verstellung der Blende in Abhängigkeit von der mindestens einen Zustandsgröße. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Flotationsvorrichtung sowie deren Verwendung.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Flotationsvorrichtung zur Abtrennung von Feststoffpartikeln, insbesondere aus einem Wertstoffmineral, aus einer Suspension, umfassend ein Gehäuse mit einer Flotationskammer, mindestens einen Schaumsammler zur Abführung eines in einem oberen Bereich der Flotationskammer gebildeten Schaumprodukts, und mindestens eine Zuführanordnung zur Zuführung von Gas und/oder Suspension in die Flotationskammer. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Flotationsvorrichtung sowie deren Verwendung.

[0002] 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 Luftbläschen 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. Generell ist eine Anwendung der Flotation aber auch auf anderen technischen Gebieten, wie beispielsweise der Abwasser- aufbereitung, bereits hinreichend bekannt.

[0003] Die WO 2006/069995 A1 beschreibt eine Flotationsvorrichtung in Form einer pneumatischen Flotationszelle mit einem Gehäuse, das eine Flotationskammer umfasst, mit mindestens einer Düsenanordnung, hier als Ejektoren bezeichnet, weiterhin mit mindestens einer Begasungseinrichtung, bei Verwendung von Luft Belüftungseinrichtungen oder Aeratoren genannt, sowie einem Sammelbehälter für ein bei der Flotation gebildetes Schaumprodukt.

[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 Oberflä-

che der Suspension das Schaumprodukt bilden. Das Schaumprodukt 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] Spezifische Ausbildungen der pneumatischen Flotation sind bspw. die Entspannungsflotation oder Säulenflotation.

[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 Flotationsvorrichtung.

[0009] Bei sogenannten Hybridflotationszellen, die eine Kombination einer pneumatische 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 abgetrennt.

[0010] Die Rührwerksflotation basiert zwar ebenfalls auf der Einbringung von Gasblasen in den Flotationsprozess, wird jedoch in der Regel nicht als pneumatisches Flotationsverfahren bezeichnet. Bei letzterer Ausführungsform der Flotation erfolgt die Erzeugung gewünschter Gasblasen, insbesondere gewünschter Größenverteilungen der Gasblasen, durch ein Rührwerk. Zur Durchführung eines solchen Verfah-

rens geeignete Flotationsvorrichtungen werden daher auch u. a. als Rührwerkszellen bezeichnet.

[0011] Die obigen Flotationsverfahren werden in der Regel mittels entsprechender Flotationsvorrichtungen, insbesondere Flotationszellen, ausgeführt.

[0012] Bspw. wird bei der Gewinnung von Erz, z. B. Kupfer-Erz oder Molybdän-Erz das abgebaute Erz in wässriger Suspension gemahlen und vorbehandelt, so dass die zu gewinnenden Erz-Partikel andere Oberflächeneigenschaften aufweisen, als die nicht zu gewinnenden Stoffe. Dies kann bspw. durch selektives Hydrophobisieren der Erz-Partikel erreicht werden.

[0013] Durch aufsteigende Gasblasen werden die hydrophoben Erz-Partikel gesammelt und an die Oberfläche der Suspension oder Pulpe transportiert. Der dadurch mit Erz-Partikeln angereicherte, entstehende Schaum wird aus der Flotationsvorrichtung abgeführt und in gewünschter Weise weiterprozessiert. Eine solche Flotationsvorrichtung ist bspw. bekannt aus EP 0 560 561 A2.

[0014] Wesentlich für die Wirtschaftlichkeit einer Flotationsvorrichtung im Bergbau ist ein hoher Durchsatz bei hoher Ausbeute an Wertstoffen. Grundsätzlich ist bei einer Flotation gewünscht, diese bei hohem Durchsatz durchzuführen, und dabei die Ausbeute eines auszubringenden Wertstoffs möglichst zu maximieren.

[0015] Bei Flotationsverfahren hängt die Ausbeute wesentlich von den Strömungsverhältnissen in der Flotationszelle sowie von der Homogenität des Dreiphasengemisches, d. h. Feststoff, Flüssigphase und Gasphase, ab.

[0016] Kommt es bei den Strömungsverhältnissen oder Mischverhältnissen zu Abweichungen von einem gewünschten Zustand, reduziert sich meist die Ausbeute der Flotationsvorrichtung.

[0017] Derartige Abweichungen können von prozessbedingten Schwankungen der Suspensionsqualität und des in die Flotationsvorrichtung zugeführten Volumenstroms verursacht sein. Diese Schwankungen können bspw. zu einer Entmischung des Dreiphasengemisches in der Suspension führen, zu einer Sedimentation von Feststoff und zur Ausbildung unerwünschter Strömungen führen. Damit sind in der Regel Sekundärprobleme verbunden, wie bspw. verstopfende Gaszuführungen, und eine für die Ausbeute nachteilige Strömung der Suspension in der Flotationsvorrichtung. Dies führt zu einer signifikanten Reduzierung der Ausbeute.

[0018] So wurde in der US 2,609,097 und der US 2,815,859 bereits vorgeschlagen, Drehklappen

in die Flotationskammer einzubauen, mittels welcher der Strömungsverlauf der Suspension innerhalb der Flotationskammer beeinflusst werden kann. Die Möglichkeit der Beeinflussung ist hier allerdings sehr ungenau und nur mit großer Zeitverzögerung möglich, so dass nach wie vor Einbußen in der Ausbeute vorliegen.

[0019] Bisher konnte daher auf unerwünschte Abweichungen im Flotationsprozess, die zu einer Reduktion der Ausbeute führen, nur unzureichend reagiert werden.

[0020] Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine gattungsgemäße Flotationsvorrichtung und ein gattungsgemäßes Verfahren bereitzustellen, welche die Auswirkungen der oben erwähnten unerwünschten Abweichungen im Flotationsprozess reduzieren bzw. diesen entgegenzuwirken.

[0021] Die Aufgabe wird für die Flotationsvorrichtung zur Abtrennung von Feststoffpartikeln, insbesondere aus einem Wertstoffmineral, aus einer Suspension, umfassend

- ein Gehäuse mit einer Flotationskammer,
- mindestens einen Schaumsammler zur Abführung eines in einem oberen Bereich der Flotationskammer gebildeten Schaumprodukts,
- mindestens eine Zuführanordnung zur Zuführung von Gas und/oder Suspension in die Flotationskammer,

gelöst, indem weiterhin vorhanden sind:

- mindestens eine verstellbare Blende, durch welche die Flotationskammer horizontal in einen oberen Teil und einen unteren Teil unterteilt ist und ein freier Innendurchmesser der Flotationskammer lokal veränderbar ist,
- mindestens eine Messanordnung zur Erfassung mindestens einer Zustandsgröße im Betrieb der Flotationsvorrichtung, und
- mindestens eine, mit der mindestens einen Messanordnung verbundene Steuer- und Regleinrichtung zur automatischen Verstellung der Blende in Abhängigkeit von der mindestens einen Zustandsgröße.

[0022] Eine derartige Blende erlaubt es, die Strömung der Suspension automatisch und in Abhängigkeit der mindestens einen Zustandsgröße derart zu beeinflussen, dass unerwünschten Strömungsbedingungen entgegengewirkt wird und eine Verbesserung der Durchmischung des Dreiphasengemisches erreicht wird.

[0023] Durch die Blende wird ein Stellglied bereitgestellt, mit welchem während des Betriebs der Flotationsvorrichtung ein schnelles Eingreifen und Entgegenwirken im Hinblick auf unerwünschte Prozesse,

wie Strömungsprozesse und Sedimentationsprozesse realisiert, werden kann.

[0024] Wesentlich für die Erfindung ist es, dass eine die Blende verändernde Einstellung automatisch während des Betriebs der Flotationsvorrichtung erfolgt.

[0025] Eine solche Blendenlösung ist für bestehende Flotationsvorrichtungen einfach nachrüstbar und kann dazu beitragen, bereits installierte Flotationsvorrichtungen mit höherer Ausbeute bei gleichem oder ggf. sogar höherem Durchsatz zu betreiben.

[0026] Die Blende ist vorzugsweise in ihrer Position, d. h. längs einer senkrechten Mittelachse der Flotationskammer und/oder in der Neigung der Blendenfläche und/oder in den Abmessungen ihrer Blendenöffnung einstellbar.

[0027] Die Regelung der Blendenstellung in Abhängigkeit von der mindestens einen Zustandsgröße kann als offener oder geschlossener Regelkreis ausgebildet sein. Durch ein derartiges Vorgehen wird ein höherer Automatisierungsgrad für die Flotationsvorrichtung bzw. für den Flotationsprozess erreicht, wodurch die Ausbeute durch schnellere Reaktionszeiten gesteigert werden kann.

[0028] Als geeignete Zustandsgrößen werden alle Größen bzw. Prozessparameter angesehen, welche den Flotationsprozess in der Flotationsvorrichtung maßgeblich beeinflussen, d. h. insbesondere zu einer signifikanten Ausbeute-Steigerung oder Ausbeute-Senkung beitragen können.

[0029] Es hat sich bewährt, mindestens eine Messanordnung im oberen Teil und/oder mindestens eine Messanordnung im unteren Teil der Flotationskammer anzuordnen, um Zustandsgrößen im oberen Teil und/oder im unteren Teil der Flotationskammer zu erfassen. Besonders bewährt hat es sich hierbei, sowohl Zustandsgrößen im oberen Teil und gleichzeitig im unteren Teil der Flotationskammer zu erfassen und die Blende von diesen abhängig einzustellen.

[0030] Die mindestens eine Messanordnung ist bevorzugt dazu eingerichtet, mindestens eine der folgenden Zustandsgrößen zu erfassen: eine Dichte der Suspension, eine Konzentration an abzutrennenden Feststoffpartikeln in der Suspension, einen Volumenstrom an zugeführtem Gas, einen Volumenstrom an der Suspension zugeführten Flotationshilfsmitteln, einen Volumenstrom an gebildetem Schaumprodukt und eine Konzentration an Feststoffpartikeln im Schaumprodukt.

[0031] Da jeder dieser Parameter „online“ während des Flotationsprozesses erfassbar ist, sind diese erfindungsgemäß als Zustandsgröße optimal geeignet,

in deren Abhängigkeit die zugehörige optimale Blendenstellung schnell und einfach ermittelt und eingestellt werden kann.

[0032] Alternativ oder zusätzlich kann bspw. auch die Schaumhöhe oder die Schaumblasengrößenverteilung als Zustandsgröße genutzt werden. Hierdurch wird auch ein mittelbares Feedback für die Auswirkung der Blendeneinstellung auf die Ausbeute erhalten.

[0033] Es hat sich insbesondere bewährt, wenn die Blende derart ausgebildet ist, dass der Innendurchmesser der Flotationskammer ausgehend von einer Innenwandung der Flotationskammer lokal veränderbar ist. Dabei ist die Blende angrenzend an die Innenwandung der Flotationskammer angeordnet, so dass zwischen Blende und Innenwandung kein Spalt entsteht, durch welchen Suspension hindurchströmen könnte. Hierdurch wird eine unerwünschte Wirbelbildung bzw. werden undefinierte Strömungsverhältnisse in der Flotationskammer vermieden.

[0034] Insbesondere hat sich hier eine stufenlose lokale Veränderung des Innendurchmessers der Flotationskammer mittels der mindestens einen Blende bewährt.

[0035] Die Blende kann aber auch derart in der Flotationskammer angeordnet sein, dass diese nicht in direktem Kontakt zur Innenwandung der Flotationskammer steht.

[0036] In einer vorteilhaften alternativen Ausführungsform ist die Blende ringartig, insbesondere kreisringartig, polygonringartig, hohlkegelstumpfförmig oder hohlpyramidenstumpfförmig ausgebildet. Hierdurch lassen sich Blenden in nahezu beliebiger Ausführung für eine Vielzahl an Typen von Flotationsvorrichtungen bereitstellen. Die Ausbildung als sich verjüngender Hohlkörperstumpf ist deswegen von Vorteil, da die Blende zusätzlich noch einen Sammeleffekt erzeugt und eine Umleitung von Wertstoff bzw. Suspension bewirkt, die nicht unmittelbar durch die Blendenöffnung hindurchgelangt, sondern zunächst auf den Blendenkörper trifft.

[0037] In einer vorteilhaften Ausführungsform ist die Blende aus einer Mehrzahl an Blendenelementen gebildet, wobei die Blendenöffnung durch Bewegung der Blendenelemente einstellbar ist. Bspw. sind die Blendenelemente als Ringsegmente ausgebildet, welche um einen Drehpunkt drehbar sind. Die Drehpunkte der einzelnen Ringsegmente sind vorzugsweise derart angeordnet, dass eine Drehung der Ringsegmente um ihren Drehpunkt zu einer Änderung des Blendenöffnungsdurchmessers führt. Alternativ kann bspw. eine Mehrzahl an ebenen Blendenblechen eingesetzt werden, welche z. B. verschiebbar und/oder drehbar, etwa an der Begrenzungsfläche

che, angeordnet sind, so dass durch Verschieben und/oder Drehen der Blendenbleche die Blendenöffnung einstellbar ist.

[0038] Bevorzugt ist die Blende als eine Irisblende ausgebildet. Erstaunlicher Weise ist der Betrieb einer solchen Irisblende auch unter rauen Bedingungen, wie sie bei der Flotation von Erz-Pulpe herrschen, möglich.

[0039] Ferner ist es von Vorteil, dass die Blendenelemente eine Neigung in Richtung des unteren Teils der Flotationskammer aufweisen. Einerseits wird hierdurch eine Störung der Strömung in der Flotationsvorrichtung verringert. Ferner wird Partikelablagerungen auf den Blendenelementen entgegengewirkt. Darüber hinaus ist durch geneigte Blendenelemente eine einfache Umlenkung von auszubringenden Feststoffpartikeln erreichbar. Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn der auszubringende Feststoff stets in Richtung gasblasenreicher Bereiche der Suspension umgelenkt wird.

[0040] Insbesondere ist die Flotationsvorrichtung als eine säulenartige Flotationszelle, eine pneumatische Flotationszelle oder eine Hybridflotationszelle ausgebildet. Hinsichtlich der Definition dieser Begriffe wird auf den einleitenden Beschreibungstext verwiesen.

[0041] Es hat sich bewährt, wenn im oberen Teil der Flotationskammer konzentrisch zu einer Innenwandung der Flotationskammer ein Rohrelement eingesetzt ist, welches den oberen Teil der Flotationskammer in einen Mittelteil und einen ringförmigen Außenteil unterteilt. Dabei ist weiterhin bevorzugt mindestens eine erste Zuführeinrichtung zur Zuführung von Gas und Suspension in den Außenteil der Flotationskammer vorhanden und mindestens eine zweite Zuführeinrichtung zur Zuführung von Gas in den unteren Teil der Flotationskammer vorhanden. Die mindestens eine zweite Zuführeinrichtung ist gegenüber der Blende bevorzugt derart angeordnet, dass durch die Blendenöffnung hindurchtretende Suspension mit dem gebildeten Gasblasenstrom zusammen trifft. Hierdurch wird aktiv mittels der Blende eine Durchmischung von Festphase, Flüssigphase und Gasphase begünstigt, die zu einer hohen Ausbeute verhilft.

[0042] Eine derartige Ausführungsform ermöglicht somit eine optimale Begasung der Suspension im oberen und unteren Teil der Flotationskammer unter Optimierung der Ausbeute.

[0043] Insbesondere ist hier die mindestens eine Messanordnung eingerichtet, als Zustandsgröße mindestens eine der folgenden zu erfassen: einen Volumenstrom an gebildetem Schaumprodukt im Mittelteil, einen Volumenstrom an gebildetem Schaumprodukt im Außenteil, eine Konzentration

an Feststoffpartikeln im Schaumprodukt im Mittelteil, eine Konzentration an Feststoffpartikeln im Schaumprodukt im Außenteil, eine Schaumhöhe des Schaumprodukts im Mittelteil, eine Schaumhöhe des Schaumprodukts im Außenteil, eine Schaumblasengrößenverteilung des Schaumprodukts im Mittelteil und eine Schaumblasengrößenverteilung des Schaumprodukts im Außenteil.

[0044] Erfindungsgemäß ist die Blende oder deren einzelne Blendenelemente mittels elektrischer Mittel, wie beispielsweise mindestens einem Stellmotor, automatisch verstellbar.

[0045] Weiterhin hat es sich zur Erhöhung der Ausbeute bewährt, wenn die Flotationskammer im oberen Teil einen größeren Innendurchmesser aufweist als im unteren Teil.

[0046] Zwischen dem oberen Teil und dem unteren Teil ist ein Übergangsbereich vorhanden, wobei die Blende bevorzugt innerhalb des Übergangsbereichs angeordnet ist. So kann diese aktiv die Strömungsbedingungen im Übergangsbereich beeinflussen und damit zur Steigerung der Ausbeute beitragen. Insbesondere wird verhindert, dass sich im unteren Teil der Flotationskammer konvektive Zellenströmungen ausbilden, welche Feststoffpartikel von einem Gasblasenstrom wegführen bzw. der Flotation des Feststoffes entgegenwirken.

[0047] Die erfindungsgemäße Flotationsvorrichtung ist auf den verschiedensten technischen Gebieten anwendbar, bevorzugt im Bergbau, wo Erzpartikel als Wertstoff aus einer Erz-Pulpe gewonnen werden sollen. Insbesondere hat sich eine Verwendung der erfindungsgemäßen Flotationsvorrichtung zur Flotation von Wertstoffpartikeln, insbesondere Erzmineralpartikeln, aus einer Suspension mit einem Feststoffgehalt im Bereich von 10 bis 60% unter Ausbildung des Schaumprodukts bewährt.

[0048] Ferner ist eine Anwendung in der Papierindustrie vorteilhaft, wo Farbrückstände aus der Suspension bzw. einer Papierpulpe ausgetragen werden sollen, um den Weißheitsgrad der Pulpe zu erhöhen. Weitere vorteilhafte Anwendungsgebiete bestehen im Bereich der Ölsandaufbereitung, wo ggf. Bitumenrückstände oder organische Verbindungen mit Hilfe eines Flotationsverfahrens aus einer Suspension entfernt werden oder im Bereich der Abwassertechnik, wie z. B. bei Kläranlagen.

[0049] Der verfahrensmäßige Teil der Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum Betreiben der erfindungsgemäßen Flotationsvorrichtung mit folgenden Schritten:

- Zuführen von Suspension und Gas in die Flotationskammer;
- Erfassung mindestens einer Zustandsgröße der Flotationsvorrichtung mittels der mindestens einen Messanordnung; und
- Übermitteln der mindestens einen Zustandsgröße an die mindestens eine Steuer- und Regeleinrichtung, mittels welcher die Blende in Abhängigkeit von der mindestens einen Zustandsgröße verstellt wird.

[0050] Eine derartige Vorgehensweise erlaubt es, unerwünschten Abweichungen vom gewünschten Prozessverhalten schnell und effizient entgegenzuwirken. Hierdurch wird eine Reduzierung der Ausbeute aus der Flotationsvorrichtung durch derartige Abweichungen vermieden, wodurch die oben gestellte Aufgabe gelöst wird.

[0051] Die zur Flotationsvorrichtung gemachten Ausführungen gelten analog für das Verfahren.

[0052] Hierzu ist vorzugsweise eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung für die Flotationsvorrichtung vorgesehen, welche maschinenlesbaren Programmcode aufweist, welcher Steuerbefehle umfasst, welche die Steuer- und/oder Regeleinrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens veranlassen.

[0053] Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus einem Ausführungsbeispiel, welches anhand der schematischen Zeichnungen genauer erläutert wird. Es zeigen:

[0054] [Fig. 1](#) eine seitliche Schnittansicht einer Flotationsvorrichtung mit einer Blende,

[0055] [Fig. 2](#) eine Draufsicht auf eine Flotationsvorrichtung mit Blende.

[0056] Eine mögliche Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Flotationsvorrichtung wird nachfolgend anhand einer Anwendung im Bergbau erläutert. Jedoch sind, wie bereit oben erwähnt, erfindungsgemäße Flotationsvorrichtungen auch auf anderen technischen Feldern, bspw. der Papierindustrie, der Ölsandindustrie, der Abwasser-Industrie und in anderen Industrien anwendbar.

[0057] [Fig. 1](#) zeigt eine Flotationsvorrichtung **100**, welche als pneumatische Flotationszelle zur Gewinnung von Feststoffpartikeln aus Erzmineral ausgebildet ist. Die Suspension, hier Erz-Pulpe genannt, umfasst neben den Fest- oder Wertstoffpartikeln weiterhin zu verwerfende Partikel aus Gangart.

[0058] Die Flotationsvorrichtung **100** umfasst ein Gehäuse **1**. Ferner weist das Gehäuse eine Flotationskammer **3** zur Aufnahme der Suspension auf. Die

Flotationskammer **3** weist auf ihrer, der Suspension bzw. Erz-Pulpe zugewandten Seite eine Innenwandung **B** auf. Weiterhin ist eine senkrechte Mittenachse **M** der Flotationsvorrichtung **100** dargestellt.

[0059] Im vorliegenden Beispiel wird der Flotationskammer **3** mittels einer Mehrzahl an ersten Zuführeinrichtungen **4**, welche als Ejektoren ausgebildet sind, zur Durchführung einer Entspannungsflotation mit Gas versetzte Suspension zugeführt.

[0060] Die in der Suspension enthaltenen Wertstoffpartikel, z. B. aus Erz, insbesondere Kupfer-Erz oder Molybdän-Erz, sind in einem Vorbehandlungsschritt hydrophobisiert worden, d. h. weisen eine hydrophobe Oberfläche auf und können so an Gasbläschen in der Suspension anhaften und mit diesen nach oben getragen werden. Die Partikel aus Gangart hingegen sind hydrophil und sinken nach unten ab.

[0061] Das Erz-Pulpe-Gas-Gemisch wird im Ausführungsbeispiel mittels der ersten Zuführeinrichtungen **4** im Wesentlichen horizontal in die Flotationskammer **3** eingedüst. Vorzugsweise werden vier erste Zuführeinrichtungen **4** bzw. Ejektoren verwendet, welche jeweils um 90° versetzt, gleichmäßig über den Umfang des Gehäuses **1** verteilt, angeordnet sind.

[0062] Die mit Gas angereicherte Erz-Pulpe wird unter hohem Druck in die Flotationskammer **3** eingedüst. Aufgrund hoher Scherraten in der Düse wird das zugeführte Gas in kleine Gasbläschen zerteilt. Durch den Druckabfall in der Flotationskammer **3** bilden sich zusätzliche Gasblasen, welche dann ebenfalls für die Flotation genutzt werden. Dieser Mechanismus wird als sogenannte Entspannungsflotation bezeichnet.

[0063] Das mit der Erz-Pulpe in die Flotationskammer **3** eingebrachte Gas bildet Gasblasen, welche an die Oberfläche der Erz-Pulpe bzw. an eine Grenzfläche gebildet durch Erz-Pulpe und Atmosphäre aufsteigen. Die Gasblasen selbst sind hydrophob, wodurch hydrophobe Wertstoffpartikel an deren Oberfläche angelagert werden. Diese steigen zusammen mit den Gasblasen aus der Erz-Pulpe auf, und bilden in diesem Ausführungsbeispiel an der Pulpenoberfläche ein wertstoffhaltiges Schaumprodukt.

[0064] Dieses Schaumprodukt wird mittels Schaum-sammlern **2** bzw. Schaumablauffinnen aus der Flotationsvorrichtung **100** abgeführt und weiterverarbeitet. Dieser Vorgang stellt eine erste Flotationsstufe der in [Fig. 1](#) gezeigten Flotationsvorrichtung **100** dar.

[0065] Jedoch werden mittels dieser ersten Flotationsstufe nicht alle Wertstoffpartikel aus der Erz-Pulpe entfernt, insbesondere nicht jene Wertstoffpartikel, die in einen Bereich unterhalb der ersten Zuführeinrichtungen **4** bzw. Ejektoren absinken. Um auch derartige Wertstoffpartikel noch gewinnen zu

können, ist in der vorliegenden Flotationsvorrichtung **100** hierzu eine zweite Flotationsstufe vorgesehen. Im Ausführungsbeispiel arbeitet die zweite Flotationsstufe als sogenannte Säulenflotation.

[0066] Hierzu ist im unteren Teil T2 der Flotationskammer **3**, wo auch eine Bodenauslassöffnung **6** für absinkende hydrophile Feststoffpartikel aus Gangart vorgesehen ist, eine zweite Zuführeinrichtung **5** zum Zuführen von Gas angeordnet, die bspw. als Aerator ausgebildet ist. Diese gibt Gasblasen ab, welche dazu geeignet sind, Wertstoffpartikel im unteren Teil T2 der Flotationsvorrichtung **100** an sich zu binden.

[0067] Die aus der zweiten Zuführeinrichtung **5** austretenden Gasblasen steigen im Wesentlichen im zentralen Bereich der Flotationsvorrichtung **100**, insbesondere im Wesentlichen vertikal, auf und sammeln in diesem Bereich die mittels der ersten Flotationsstufe nicht flotierten Wertstoffpartikel auf. In **Fig. 1** ist ein Rohrelement **12** mit offenen Stirnflächen vorhanden, das den oberen Teil T1 der Flotationskammer **3** in einen Mittelteil und einen ringförmigen Außenteil unterteilt. Durch den Mittelteil steigen die Gasblasen der zweiten Flotationsstufe an die Oberfläche bzw. Grenzfläche auf. Gelangen die mit Wertstoffpartikeln beladenen Gasblasen an die Oberfläche bzw. Grenzfläche, so wird das dadurch entstehende Schaumprodukt mittels der Schaumsammler **2** abgeführt.

[0068] Durch die Kombination dieser zwei Flotationsstufen wird eine höhere Ausbeute von Wertstoffpartikeln aus der Erz-Pulpe erzielt, als bei vielen anderen Flotationszellentypen, welche nur mit einer Flotationsstufe innerhalb einer Flotationsvorrichtung arbeiten.

[0069] Bei der Flotation hängt die Ausbeute wesentlich von den Strömungsverhältnissen in der Flotationskammer sowie von der Homogenität des Dreiphasengemisches, d. h. Feststoff, Flüssigphase und Gasphase, ab.

[0070] Kommt es bei den Strömungsverhältnissen oder Mischverhältnissen zu Abweichungen von einem gewünschten Zustand, reduziert sich die Ausbeute der Flotationsvorrichtung, d. h. die Menge und/oder Güte des Schaumprodukts.

[0071] Derartige Abweichungen können von prozessbedingten Schwankungen der Suspensionsqualität, der zugeführten Gasvolumenströme und des in die Flotationsvorrichtung zugeführten Volumenstroms an Suspension verursacht sein. Diese Schwankungen können bspw. zu einer Entmischung des Dreiphasengemisches in der Suspension führen, zu einer Sedimentation von Feststoffpartikeln und zur Ausbildung unerwünschter Strömungen führen. Damit sind in der Regel Sekundärprobleme verbunden,

wie bspw. verstopfende Zuführungen für Gas, und eine für die Ausbeute nachteilige Strömung der Suspension in der Flotationsvorrichtung. Dies führt zu einer signifikanten Reduzierung der Ausbeute an Wertstoffpartikeln.

[0072] Aus diesem Grund weist die Flotationsvorrichtung **100** eine Blende **7** mit einer automatisch verstellbaren Blendenöffnung O auf. Insbesondere ist eine Position der Blendenöffnung O, ggf. der gesamten Blende **7**, in senkrechter Richtung verstellbar.

[0073] Hierdurch wird ein Stellglied bereitgestellt, mit welchem bei sich ändernden Prozessbedingungen und/oder unvorteilhaften Strömungsbedingungen korrigierend auf die Strömung in der Flotationsvorrichtung **100** eingewirkt werden kann.

[0074] In **Fig. 1** ist die Blende **7** in einem Übergangsbereich Z zwischen oberem Teil T1 und unterem Teil T2 der Flotationskammer **3** angeordnet. Die Flotationskammer **3** weist dabei im oberen Teil T1 einen größeren Innendurchmesser auf als im unteren Teil T2. Dabei findet die Entspannungsflotation überwiegend im ersten Teil T1 statt und die Säulenflotation überwiegend im zweiten Teil T2 der Flotationskammer **3**.

[0075] Gerade im Übergangsbereich Z kann es, insbesondere aufgrund äußerer Einflüsse, bei einer solchen kombinierten Flotationsvorrichtung **100** zu Strömungsinstabilitäten kommen, welche sich auf die Ausbeute niederschlagen.

[0076] Jedoch ist die Verwendung einer einstellbaren Blende **7** völlig unabhängig von der vorliegenden Ausführungsform der Flotationsvorrichtung **100**, da in jeder Flotationsvorrichtung die Prozessbedingungen und/oder Strömungsbedingungen innerhalb der Flotationsvorrichtung die Ausbeute des auszubringenden Stoffs maßgeblich beeinflussen.

[0077] Die Blende **7** umfasst eine Mehrzahl an Blendenelementen B. Diese sind im Ausführungsbeispiel trapezförmig ausgebildet und in Neigungsrichtung des Übergangsbereichs Z verschiebbar angeordnet. Die Verschiebung der Blendenelemente **8** erfolgt automatisch mittels nicht dargestellter Stellmotoren.

[0078] Vorzugsweise sind die Blendenelemente **8** nicht nur verschiebbar, sondern auch um einen vorgegebenen Drehpunkt drehbar. Durch eine Überlagerung von Verschiebung und Drehbewegung der Blendenelemente **8** können so verschiedene Blendenöffnungsdurchmesser stufenlos für eine feste Blendenöffnungsposition in Richtung der Mittenachse M realisiert werden. Vorzugsweise ist der Drehpunkt bzw. die Drehachse eines Blendenelements **8** nahe oder an der Innenwandung B der Flotationskammer **3** angeordnet.

[0079] Die Blende 7 weist somit eine Blendenöffnung O auf, welche sowohl in ihrer Position längs der Mittenachse M als auch in ihrem Durchmesser automatisch verstellbar ist.

[0080] Die Einstellung der Blende 7 erfolgt vorzugsweise anhand einer oder mehrerer erfasster Zustandsgrößen, die während des Betriebs der Flotationsvorrichtung 100 vorliegen und erfasst werden können. Dafür sind in [Fig. 1](#) zwei Messanordnungen 10 bzw. 10' vorgesehen.

[0081] Dabei wird hier mittels der Messanordnung 10' eine Zustandsgröße erfasst, welche den Ausstrom an Wertstoffpartikeln aus der Flotationsvorrichtung 100 charakterisiert, wie die Schaumqualität des Schaumprodukts, das sich aus den aufschwimmenden Aeroflocken an der Grenzfläche zwischen Erzpulpe und Atmosphäre bildet. Die Messanordnung 10' ist hier beispielsweise dazu eingerichtet, entweder die Schaumhöhe und/oder die Schaumblasengrößenverteilung des Schaumprodukts, die Konzentration an Feststoffpartikeln insgesamt im Schaumprodukt, die Konzentration an Wertstoffpartikeln im Schaumprodukt oder die Konzentration an taubem Gestein bzw. Gangart im Schaumprodukt zu erfassen.

[0082] Besonders bevorzugt ist bei der in [Fig. 1](#) dargestellten Flotationsvorrichtung 100, bei der das Rohrelement 12 im oberen Teil T1 der Flotationskammer 3 diese in einen Mittelteil und einen ringförmigen Außenteil unterteilt, eine Erfassung eines Volumenstroms an gebildetem Schaumprodukt im Mittelteil und/oder eines Volumenstroms an gebildetem Schaumprodukt im Außenteil. Alternativ oder in Kombination dazu wird eine Konzentration an Feststoffpartikeln im Schaumprodukt im Mittelteil und/oder eine Konzentration an Feststoffpartikeln im Schaumprodukt im Außenteil getrennt erfasst. Auch eine getrennte Erfassung der Schaumhöhe und/oder Schaumblasengrößenverteilung im Mittelteil und Außenteil hat sich bewährt. Damit lassen sich besonders gute Ergebnisse erzielen, da eine getrennte Charakterisierung der Prozesse im Bereich der Entspannungsfotation sowie der Säulenfotation möglich ist.

[0083] Zusätzlich, wie in [Fig. 1](#) dargestellt, oder alternativ zur Messanordnung 10', wird mittels einer weiteren Messanordnung 10 eine andere/weitere Zustandsgröße erfasst, wie die Dichte der Suspension, eine Konzentration an abzuschheidenden Wertstoffpartikeln in der Suspension, ein zugeführter Gesamtvolumenstrom an Suspension oder ein Volumenstrom an der Suspension mittels der Zuführeinrichtungen zugeführtem Gas.

[0084] Es wird mindestens eine der erfassten Zustandsgrößen, insbesondere aber mehrere in Kom-

bination, wobei diese im oberen Teil T1 und/oder im unteren Teil T2 der Flotationskammer 3 erfasst sein können, zur Einstellung der Blende 7 verwendet.

[0085] Die verwendete(n) Messanordnung(en) 10 bzw. 10' ist bzw. sind dazu mit einer Steuer- und/oder Regeleinrichtung 11 wirkverbunden, welche Stellgrößen in Abhängigkeit von den erfassten Zustandsgrößen ermittelt und Stellsignale an die nicht gezeigten Hilfsmittel zur Einstellung der Blendenelemente 8 ausgibt. Die Blende 7 wird dann entsprechend dieser Stellsignale automatisch eingestellt, wobei die Blendenöffnung O verändert bzw. auf die aktuell vorliegenden Prozessparameter hin optimiert wird.

[0086] Zur Ermittlung der Stellgrößen können ggf. physikalische oder empirische Modelle genutzt werden, welche den Flotationsprozess beschreiben. Insbesondere sind aufgrund der Prozessdynamik neuronale Netze vorteilhaft anwendbar.

[0087] Diese dargelegte Vorgehensweise erlaubt eine dynamische Steuerung der Flotationsvorrichtung 100 mit einer durchwegs maximalen Ausbeute, so dass eingesetzte Ressourcen optimal genutzt werden.

[0088] [Fig. 2](#) zeigt die in [Fig. 1](#) dargestellte Flotationsvorrichtung 100 in der Draufsicht. Die in der Draufsicht sichtbare Blende 7, gebildet aus den trapezförmigen Blendenelementen 8, weist eine einstellbare Blendenöffnung O auf. Die Blendenelemente 8 sind in Neigungsrichtung vertikal verschiebbar. In dieser translatorischen Bewegung ist ein radialer Anteil enthalten, durch welchen der Durchmesser der Blendenöffnung O einstellbar ist.

[0089] Benachbarte Blendenelemente 8 sind überlappend angeordnet, so dass zwischen den benachbarten Blendenelementen 8, wie auch zwischen der Innenwandung B der Flotationskammer 3 und den Blendenelementen 8, im Wesentlichen keine Erzpulpe hindurchfließen kann. Die Blende 7 ist ähnlich einer Irisblende ausgeführt, welche hier als eine besonders bevorzugte Ausführungsform erkannt wurde, da sie eine stufenlose und besonders genaue Verstellung des Blendendurchmessers ermöglicht.

[0090] Die Überlappung stellt sicher, dass auch bei Vergrößerung der Blendenöffnung, z. B. durch radiale Verschiebung der Blendenelemente 8 nach außen, zwischen den benachbarten Blendenelementen 8 im Wesentlichen keine Erzpulpe hindurch strömen kann. Dadurch wird eine Störung der Strömungsverhältnisse, wie beispielsweise eine Wirbelbildung, verhindert.

[0091] Als Blendenelemente können im Allgemeinen beliebige, geeignete Körper eingesetzt werden, z. B. ebene oder gebogene gesteuert bewegbare Bleche

oder ringsegmentförmige Körper. Insbesondere werden die oben genannten Irisblenden in angepassten Dimensionen eingesetzt.

[0092] Eine automatisch verstellbare Blende kann erfindungsgemäß an einer beliebigen Stelle innerhalb der Flotationskammer einer beliebig ausgebildeten Flotationsvorrichtung eingesetzt werden.

[0093] Insbesondere ist die Erfindung für alle bekannten Flotationsvorrichtungen anwendbar, sowohl auf dem Gebiet des Bergbaus, wie auch auf dem Gebiet der Papierindustrie oder Abwassertechnik, z. B. für Kläranlagen, usw.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- WO 2006/069995 A1 [[0003](#)]
- EP 0560561 A2 [[0013](#)]
- US 2609097 [[0018](#)]
- US 2815859 [[0018](#)]

Patentansprüche

1. Flotationsvorrichtung (**100**) zur Abtrennung von Feststoffpartikeln, insbesondere aus einem Wertstoffmineral, aus einer Suspension, umfassend

- ein Gehäuse (**1**) mit einer Flotationskammer (**3**),
- mindestens einen Schaumsammler (**2**) zur Abführung eines in einem oberen Bereich der Flotationskammer (**3**) gebildeten Schaumprodukts,
- mindestens eine Zuführanordnung (**4, 5**) zur Zuführung von Gas und/oder Suspension in die Flotationskammer (**3**),
- mindestens eine verstellbare Blende (**7**), durch welche die Flotationskammer (**3**) horizontal in einen oberen Teil (T1) und einen unteren Teil (T2) unterteilt ist und ein freier Innendurchmesser der Flotationskammer (**3**) lokal verminderbar ist,
- mindestens eine Messanordnung (**10, 10'**) zur Erfassung mindestens einer Zustandsgröße im Betrieb der Flotationsvorrichtung (**100**), und
- mindestens eine, mit der mindestens einen Messanordnung (**10, 10'**) verbundene Steuer- und Regeleinrichtung (**11**) zur automatischen Verstellung der Blende (**7**) in Abhängigkeit von der mindestens einen Zustandsgröße.

2. Flotationsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei mindestens eine Messanordnung (**10, 10'**) im oberen Teil (T1) und/oder mindestens eine Messanordnung im unteren Teil der Flotationskammer (**3**) angeordnet ist.

3. Flotationsvorrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei die mindestens eine Messanordnung (**10, 10'**) eingerichtet ist, mindestens eine Zustandsgröße zu erfassen aus einer Gruppe an Zustandsgrößen umfassend eine Dichte der Suspension, eine Konzentration an abzutrennenden Feststoffpartikeln in der Suspension, einen Volumenstrom an zugeführtem Gas, einen Volumenstrom an der Suspension zugeführten Flotationshilfsmitteln, einen Volumenstrom an gebildetem Schaumprodukt, eine Konzentration an Feststoffpartikeln im Schaumprodukt, eine Schaumhöhe des Schaumprodukts und eine Schaumblasengrößenverteilung des Schaumprodukts.

4. Flotationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Blende derart ausgebildet ist, dass der Innendurchmesser der Flotationskammer (**3**) ausgehend von einer Innenwandung (B) der Flotationskammer (**3**) verminderbar ist.

5. Flotationsvorrichtung nach Anspruch 4, wobei die Blende (**7**) als Irisblende ausgebildet ist.

6. Flotationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Flotationsvorrichtung (**100**) eine säulenartige Flotationszelle, eine pneumatische Flotationszelle oder eine Hybridflotationszelle ist.

7. Flotationsvorrichtung nach Anspruch 6, wobei im oberen Teil (T1) der Flotationskammer (**3**) konzentrisch zu einer Innenwandung (B) der Flotationskammer (**3**) ein Rohrelement (**12**) eingesetzt ist, welches den oberen Teil (T1) der Flotationskammer (**3**) in einen Mittelteil und einen ringförmigen Außenteil unterteilt.

8. Flotationsvorrichtung nach Anspruch 7, wobei mindestens eine erste Zuführeinrichtung (**4**) zur Zuführung von Gas und Suspension in den Außenteil der Flotationskammer (**3**) vorhanden ist und mindestens eine zweite Zuführeinrichtung (**5**) zur Zuführung von Gas in den unteren Teil (T2) der Flotationskammer (**3**) vorhanden ist.

9. Flotationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 oder 8, wobei die mindestens eine Messanordnung (**10, 10'**) eingerichtet ist, als Zustandsgröße mindestens eine aus einer Gruppe an Zustandsgrößen umfassend einen Volumenstrom an gebildetem Schaumprodukt im Mittelteil, einen Volumenstrom an gebildetem Schaumprodukt im Außenteil, eine Konzentration an Feststoffpartikeln im Schaumprodukt im Mittelteil, eine Konzentration an Feststoffpartikeln im Schaumprodukt im Außenteil, eine Schaumhöhe des Schaumprodukts im Mittelteil, eine Schaumhöhe des Schaumprodukts im Außenteil, eine Schaumblasengrößenverteilung des Schaumprodukts im Mittelteil und eine Schaumblasengrößenverteilung des Schaumprodukts im Außenteil zu erfassen.

10. Flotationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Flotationskammer (**3**) im oberen Teil (T1) einen größeren Innendurchmesser aufweist als im unteren Teil (T2).

11. Verfahren zum Betreiben einer Flotationsvorrichtung (**100**) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, mit folgenden Schritten:

- Zuführen von Suspension und Gas in die Flotationskammer (**3**),
- Erfassung mindestens einer Zustandsgröße der Flotationsvorrichtung (**100**) mittels der mindestens einen Messanordnung (**10, 10'**);
- Übermitteln der mindestens einen Zustandsgröße an die mindestens eine Steuer- und Regeleinrichtung (**11**), mittels welcher die Blende (**7**) in Abhängigkeit von der mindestens einen Zustandsgröße verstellt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei mittels der mindestens einen Messanordnung (**10, 10'**) mindestens eine Zustandsgröße aus einer Gruppe an Zustandsgrößen umfassend eine Dichte der Suspension, eine Konzentration an abzutrennenden Feststoffpartikeln in der Suspension, einen Volumenstrom an zugeführtem Gas, einen Volumenstrom an der Suspension zugeführten Flotationshilfsmitteln, einen Volumenstrom an gebildetem Schaumprodukt, eine

Konzentration an Feststoffpartikeln im Schaumprodukt, eine Schaumhöhe des Schaumprodukts und eine Schaumblasengrößenverteilung des Schaumprodukts erfasst wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12, wobei die Flotationsvorrichtung (**100**) als eine säulenartige Flotationszelle, eine pneumatische Flotationszelle oder eine Hybridflotationszelle ausgebildet wird, wobei im oberen Teil (T1) der Flotationskammer (**3**) konzentrisch zu einer Innenwandung (B) der Flotationskammer (**3**) ein Rohrelement (**12**) eingesetzt wird, welches den oberen Teil (T1) der Flotationskammer (**3**) in einen Mittelteil und einen ringförmigen Außenteil unterteilt.

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei mittels der mindestens einen Messanordnung (**10**, **10'**) mindestens eine Zustandsgröße aus einer Gruppe an Zustandsgrößen umfassend einen Volumenstrom an gebildetem Schaumprodukt im Mittelteil, einen Volumenstrom an gebildetem Schaumprodukt im Außenteil, eine Konzentration an Feststoffpartikeln im Schaumprodukt im Mittelteil, eine Konzentration an Feststoffpartikeln im Schaumprodukt im Außenteil, eine Schaumhöhe des Schaumprodukts im Mittelteil, eine Schaumhöhe des Schaumprodukts im Außenteil, eine Schaumblasengrößenverteilung des Schaumprodukts im Mittelteil und eine Schaumblasengrößenverteilung des Schaumprodukts im Außenteil erfasst wird.

15. Verwendung einer Flotationsvorrichtung (**100**) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 zur Flotation von Wertstoffpartikeln, insbesondere Erzmineralpartikeln, aus einer Suspension mit einem Feststoffgehalt im Bereich von 10 bis 60% unter Ausbildung eines Schaumprodukts.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

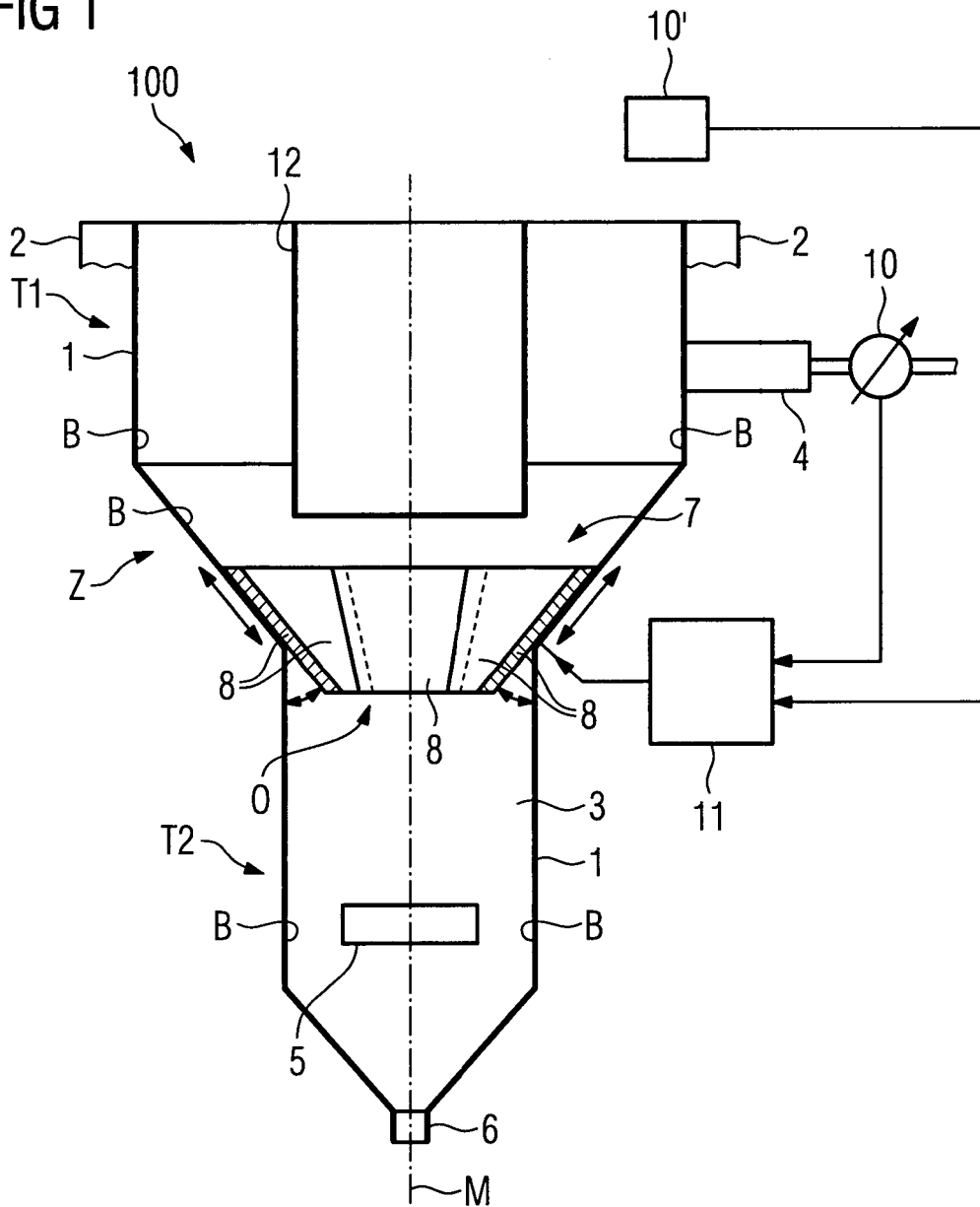


FIG 2

