(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. Dezember 2011 (22.12.2011)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/157253 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
B03D 1/24 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2011/001095

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. Mai 2011 (21.05.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
20 2010 009 140.3 16. Juni 2010 (16.06.2010) DE
10 2010 027 448.8 17. Juli 2010 (17.07.2010) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **JUAN VALDIVIA GMBH** [DE/DE]; An der Mose 14, 34537 Bad Wildungen (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **VALDIVIA, Juan** [DE/DE]; An der Mose 14, 34357 Bad Wildungen (DE).

(74) Anwalt: **SPERLING, FISCHER & HEYNER**; Bruno-Wille-Str. 9, 39108 Magdeburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

(54) Title: ARRANGEMENT FOR SEPARATING FLOATING SOLID PARTICLES AND/OR SOLID FIBERS FROM SOLID-LIQUID MIXTURES BY MEANS OF FLOTATION

(54) Bezeichnung : ANORDNUNG ZUR ABTRENNUNG VON SCHWEBENDEN FESTSTOFF PARTIKELN UND/ODER FESTSTOFF-FASERN AUS FESTSTOFF-FLÜSSIGKEITS-GEMISCHEN DURCH FLOTATION

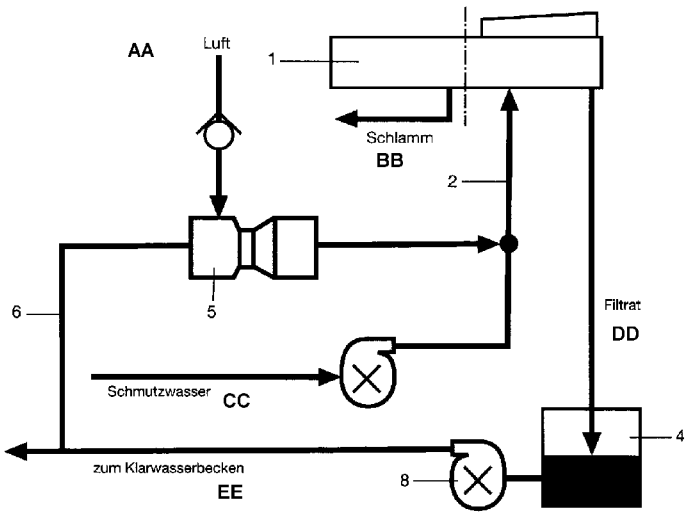


Fig. 2

AA Air
BB Sludge
CC Dirty water
DD Filtrate
EE To the clean-water tank

(57) Abstract: The invention relates to an arrangement for separating floating solid particles and/or solid fibers from solid-liquid mixtures by means of flotation. The arrangement comprises a main process container (1), into which the solid-liquid mixture to be separated is introduced by means of a supply line (2), to which the air bubbles required to implement the flotation process are supplied. In order to produce said air bubbles, a diffuser (5) is present according to the invention, into the inlet of which a part of the liquid discharged from the main process container (1) is conducted and the nozzle arrangement of which has an air supply opening. The outlet of the diffuser is connected to the supply line (2) of the main process container (1) in such a way that the air bubbles, which are produced in the diffuser (5) from the intake of air into the part of the already treated liquid that is conducted through the diffuser (5), are introduced into the supply flow of the solid-liquid mixture to be treated.

(57) Zusammenfassung:
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2011/157253 A2

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Abtrennung von schwebenden Feststoff-Partikeln und/oder Feststofffasern aus Feststoff-Flüssigkeits-Gemischen durch Flotation. Die Anordnung weist einen Hauptprozessbehälter (1) auf, in den das zu trennende Feststoff-Flüssigkeits-Gemisch über eine Zulaufleitung (2) eingeleitet wird, der die zur Realisierung des Flotationsprozesses benötigten Luftblasen zugeführt werden. Zur Erzeugung dieser Luftblasen ist erfindungsgemäß ein Diffusor (5) vorhanden, in dessen Eingang ein Teil der aus dem Hauptprozessbehälter (1) ausgeförderten Flüssigkeit geführt ist und dessen Düsenanordnung über eine Luftzufuhröffnung verfügt. Sein Ausgang ist mit der Zulaufleitung (2) des Hauptprozessbehälters (1) derart verbunden, dass die im Diffusor (5) aus der Einsaugung von Luft in den durch den Diffusor (5) geführten Teil der bereits behandelten Flüssigkeit entstehenden Luftblasen in den Zulaufstrom des zu behandelnden Feststoff-Flüssigkeits-Gemisches eingeleitet werden.

Anordnung zur Abtrennung von schwebenden Feststoffpartikeln und/oder Feststofffasern aus Feststoff-Flüssigkeits-Gemischen durch Flotation

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Abtrennung von schwebenden Feststoffpartikeln und/oder Feststofffasern aus Feststoff-Flüssigkeits-Gemischen durch Flotation. Sie kann Anwendung finden in Flotationsanlagen zur Abwasserbehandlung, in Deinkinganlagen oder in der Wasseraufbereitung bei der Papierherstellung oder dem Papierrecycling.

Zur Durchführung der Flotationsprozesse ist es üblich, Luftblasen in das zu flotierende Feststoff-Flüssigkeits-Gemisch einzubringen, an denen die schwebenden Feststoffe oder Fasern anhaften und so an die Oberfläche des Flotationsvolumens getragen werden.

Aus bekannten Lösungen der vorgenannten Anwendungsgebiete sind bereits eine Reihe von Anordnungen offenbart, die sich in der Regel dadurch auszeichnen, dass mittels Kompressoren hoher Leistung Luft unter hohem Druck in Behälter und Leitungen gepresst wird, die die zu begasende Flüssigkeit enthalten.

So wird z.B. in der DE 42 01 913 A1 eine Einrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zum Aufbereiten von Schlämmen vorgeschlagen, die einen solchen Kompressor zur Einleitung von Luft in die zu begasende Flüssigkeit aufweist.

In der DE 41 26 397 A1 ist eine Vorrichtung zur Schaumerzeugung beschrieben, in der die Lufteinblasung in eine Mischkammer eines Schaumgenerators mittels eines in seiner Leistung steuerbaren Kompressors erfolgt. Die Mischkammer weist dabei eine poröse Mischkammerwand auf, durch die die vom Kompressor gelieferte Luft in das hinter der porösen Mischkammerwand fließende aufzuschäumende Fluid in gleichmäßiger Verteilung eingeleitet wird.

Ebenso werden in der Vorrichtung zum Einpressen von Gasen in eine Flüssigkeit nach der DE 10251923 A1 die Gasblasen mittels hohem Druck erzeugt, indem der das zu begasende Fluid fördernden Pumpe zur Druckerhöhung eine Mischpumpe nachgeschaltet wird und die gasbeaufschlagte Flüssigkeit diese Mischpumpe über einen Beipaß mehrfach durchströmt, bevor sie der Entspannung im Kavitationsfeld eines Mikroblasenbildners zugeleitet wird.

Ein wesentlicher Nachteil der vorgenannten Lösungen des Standes der Technik, die zum Einpressen der Luft in die Flüssigkeit Kompressoren, Gebläse und Pumpen benutzen, ist ein hoher Energieaufwand, den der Betrieb solcher Aggregate erfordert. Hinzu kommt ein nicht unerheblicher Verschleiß, dem diese schnell laufenden Rotationsmaschinen unterliegen und der zu laufenden hohen Wartungs- und Reparaturkosten führt.

In der US 4844873 A ist eine Anlage zur Trennung und Wiedergewinnung von Feststoffen aus einem Feststoff-Flüssigkeits-Gemisch durch Ionisations-Flotation beschrieben. Diese Anlage umfasst einen Klärbehälter, in den das Feststoff-Flüssigkeits-Gemisch bodenseitig eingeführt und durch die Einleitung von Luftblasen aufgeschäumt wird. Der sich am oberen Behälterrand ansammelnde, den Feststoff tragende Schaum wird auf geeignete Weise aus dem Klärbehälter entfernt, während die feststoffbefreite Flüssigkeit in einem Reservoir gesammelt wird. Die Erzeugung der für den Flotationsprozess notwendigen Luftblasen erfolgt in einer Diffusoranordnung nach Venturi, wie sie beispielsweise in der französischen Offenlegungsschrift FR 2484862 A1 beschrieben ist. Die Diffusoranordnung befindet sich direkt in der Zuführungsleitung der feststoffführenden Flüssigkeit in den Klärbehälter und wird gespeist durch diese Flüssigkeit unter Beimischung eines Anteils rückgewonnener feststoffbefreiter Flüssigkeit sowie durch Atmosphärenluft. Die Blasenbildung erfolgt also überwiegend im Bereich des Feststoff-Flüssigkeits-Gemisches im Zulauf des Klärbehälters.
Eine solche Anordnung des Diffusors führt einerseits zu einem starken Verschleiß der Diffusoranordnung durch die in dem Feststoff-Flüssigkeits-Gemisch enthaltenen Feststoffe und deren abrasiver Wirkung auf die Wände der Düsenkammern der Diffusoranordnung. Zusätzlich erfordert die injektive Luftblasenerzeugung in einer Diffusoranordnung nach Venturi bei einem nicht vernachlässigbaren Feststoffanteil auch einen deutlich höheren Energieaufwand, um das Feststoff-Flüssigkeits-Gemisch durch die Venturi-Anordnung zu befördern.

Aus den genannten Nachteilen der Lösungen des Standes der Technik ergibt sich die Aufgabe, eine Anordnung zu entwickeln, mit der die benötigte Luftblasenbildung innerhalb der mit Feststoffen belasteten Flüssigkeit verschleißarm erreicht werden kann, die dazu keine Kompressoren, Gebläse oder Luftpumpen benötigt und daher einen deutlich verringerten gerätetechnischen Aufwand und vor allem auch einen verringerten Energieaufwand erfordert.

Diese Aufgabe der Erfindung wird mit einer Anordnung gelöst, die die Merkmale des 1. Patentanspruches umfasst. Der Unteranspruch enthält eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung.

Das Wesen der Erfindung besteht darin, dass in der Anordnung zur Abtrennung von schwebenden Feststoffpartikeln und/oder Feststofffasern aus Feststoff-Flüssigkeits-Gemischen anstelle energie- und wartungsaufwändiger Kompressoren, Gebläse oder Pumpen zur Luftblasenerzeugung ein Diffusor angeordnet ist, mittels dessen mit geringem Energieaufwand durch Einsaugen von Luft in einen Teilstrom der zu behandelnden Flüssigkeit die benötigten Luftblasen erzeugt werden, welcher anschließend in den Zulauf des Behälters für den Hauptprozess der Flüssigkeitsbehandlung eingeleitet wird.

Der die Luftblasen erzeugende Diffusor ist dabei so angeordnet, dass er nicht vom Feststoff-Flüssigkeits-Gemisch durchströmt wird, sondern dass der blasenbildende Injektionsvorgang ausschließlich im Strömungsbereich bereits feststoffbefreiter rückgewonnener Flüssigkeit stattfindet.

Überraschenderweise kann durch die Zuführung eines unter Nutzung feststoffbefreiter rückgewonnener Flüssigkeit erzeugten Luftblasen-Flüssigkeits-Gemisches in das Feststoff-Flüssigkeits-Gemisch eine wesentlich verbesserte Flotationswirkung im Klär- oder Prozessbehälter erreicht werden. Die Blasenerzeugung in einer feststoffbefreiten rückgewonnenen Flüssigkeit führt dazu, dass dem Flotationsvorgang eine wesentlich größere Menge deutlich kleinerer Luftblasen zugeführt wird. Die Blasengröße kann bei einer solchen Blasenerzeugung deutlich besser gesteuert und bis in den Bereich der sogenannten Microbläschen von etwa 0,001 mm Blasendurchmesser getrieben werden. Flotationsschäume aus solchen Mikroblasen sind wesentlich stabiler und in ihren feststoffbindenden Eigenschaften und ihrem Transportvermögen aktiver und effektiver. Sie bewirken die Austragung deutlich größerer Anteile an Feststoffpartikeln und/oder Feststofffasern aus dem durch Flotation zu trennenden Feststoff-Flüssigkeits-Gemisch als dies durch größere, instabile Blasen möglich ist, wie sie bei der Luftinjektion mit Diffusoren im feststoffbelasteten Flüssigkeitsbereich entstehen. Diese großen Blasen weisen ein deutlich geringeres Haftungs- und Transportvermögen für die Feststoffpartikel und/oder Feststofffasern auf. Sie haben sich daher für den Flotationsprozess zur Abtrennung von schwebenden Feststoffpartikeln oder Feststofffasern aus Feststoff-Flüssigkeits-Gemischen als weniger geeignet erwiesen. Hinzu kommt, dass ihre Erzeugung im feststoffbelaste-

ten Flüssigkeitsbereich deutlich energieaufwändiger als die Microblasenerzeugung im Strömungsbereich bereits feststoffbefreiter rückgewonnener Flüssigkeit ist.

Es zeigte sich bei Versuchen, bei denen Luftblasen in Frischwasser injiziert wurden, dass dabei der Flotationseffekt eine erheblich größere Wirkung aufwies. Aus Kostengründen wird jedoch in der Praxis meist eine Luftblasenerzeugung in feststoffbefreiter rückgewonnener Flüssigkeit Anwendung finden, wobei aber durch die erfindungsgemäße Anordnung des Diffusors zur Luftblasenerzeugung in feststoffbefreiter rückgewonnener Flüssigkeit ein der Erzeugung von Luftblasen in Frischwasser nahekommendes Prozessergebnis erzielt werden kann.

Nachfolgend soll die Erfindung an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden.
Dabei zeigen die zugehörigen Zeichnungen in

Figur 1: ein Prinzipschema einer Flotationsanlage zur Abwasserbehandlung nach dem Stand der Technik und in

Figur 2: ein Prinzipschema einer Flotationsanlage zur Abwasserbehandlung gemäß der Erfindung.

Wie in Figur 1 gezeigt, weist eine bekannte Flotationsanlage des Standes der Technik einen Hauptprozessbehälter 1 auf, in den mit der Zulaufleitung 2 zu reinigendes mit Feststoffpartikeln und/oder Feststofffasern beladenes Abwasser eingeleitet wird. Damit die erwünschte Flotationswirkung im Hauptprozessbehälter 1 erreicht werden kann, wird das zulaufende mit Feststoffpartikeln und/oder Feststofffasern beladene Abwasser mittels Luftblaseneinführung aufgeschäumt. Zu diesem Zwecke besitzt die Flotationsanlage zur Abwasserbehandlung nach dem Stand der Technik einen Luftmischtank 3, in dem durch einen nicht gezeigten Hochdruckkompressor verdichtete Druckluft mit Wasser aus einem Klarwasserbehälter 4 im Ablauf des Hauptprozessbehälters 1 gemischt und dann der Zulaufleitung 2 zugeführt wird.

Wie Figur 2 veranschaulicht, weist eine Flotationsanlage nach der Erfindung ebenfalls einen Hauptprozessbehälter 1 auf, in den mit der Zulaufleitung 2 zu reinigendes mit Feststoffpartikeln und/oder Feststofffasern beladenes Abwasser eingeleitet wird. Damit die erwünschte Flotationswirkung im Hauptprozessbehälter 1 erreicht werden kann, wird das zulaufende mit Feststoffpartikeln und/oder Feststofffasern beladene Abwasser ebenfalls mittels Luftblaseneinführung aufgeschäumt. Zu diesem Zwecke ist in der Flotationsanlage zur Abwasserbehandlung nach der Erfindung ein Diffu-

sor 5 angeordnet, und zwar innerhalb einer Leitungsrückführung 6 von der Ablaufleitung des Hauptprozessbehälters 1, die das von den Feststoffpartikeln und/oder Feststofffasern befreite Abwasser als Klarwasser führt, zur Zulaufleitung 2 des mit Feststoffpartikeln und/oder Feststofffasern beladenen Abwassers.

Der Diffusor 5 dient der Erzeugung der bereits zur Flotation notwendig qualifizierten Luftblasen, in dem er beim Durchströmen des abgetrennten Flüssigkeitsanteils des Klarwassers durch seinen Korpus mittels Luftzufuhröffnung Luft einsaugt und dem Flüssigkeitsanteil des Klarwassers auf diese Weise Luftblasen zusetzt.
Der Ausgang des Diffusors 5 ist mit der bereits genannten Zulaufleitung 2 des Hauptprozessbehälters 1 derart verbunden, dass die entstandenen Luftblasen in den Zulaufstrom des zu behandelnden mit Feststoffpartikeln und/oder Feststofffasern beladenen Abwassers in der Zulaufleitung 2 eingetragen werden.

Das Ausführungsbeispiel gemäß der Figuren 1 und 2 hat beispielhaft folgende Betriebsdaten:

Die Belüftungsdaten der Flotationsanlage des Standes der Technik vor dem Einsatz der erfindungsgemäßen Anordnung betrugen: Der Einlauf an Abwasser zur Flotationsanlage beträgt 12000 l/min. Um Schwebstoffe zu flotieren, wird eine Teilstrommenge des von den Feststoffpartikeln und/oder Feststofffasern befreiten Abwassers - auch als gereinigtes Filtrat bezeichnet - von 2400 l/min - d. h. 20 % der behandelten Durchflussmenge - benötigt. Diese Menge wird mit einer Pumpe 7 mit einer Leistung von 150 kW bei einem Druck von 12 bar in den Luftmischtank 3 gedrückt und mit einströmender Druckluft von 10 bar vermischt. Das durchströmende gereinigte Filtrat im Luftmischtank 3 nimmt Luft im Verhältnis 1:1 auf. Dadurch wird ein Filtratstrom von 2400 l/min benötigt, um Luft in einer Menge von 2400 l/min zu transportieren, damit der zur Abtrennung der Feststoffpartikel und/oder Feststofffasern aus dem Abwasser notwendige Schaumauftrieb im Hauptprozessbehälter 1 der Flotationsanlage gewährleistet ist.

Die in Figur 2 gezeigte erfindungsgemäße Anordnung weist folgende Betriebsparameter auf: Von der Filtratpumpe 8 wird ein Teilstrom des von den Feststoffpartikeln und/oder Feststofffasern befreiten Abwassers von 500 l/min zum Zulauf des Diffusors 5 geführt. Nach dem Diffusor 5 wird dieser Teilstrom in die Zulaufleitung 2 zur Flotationsanlage eingeleitet. Mit dem Diffusor 5 wird bei einer Durchflussmenge von 500 l/min des von den Feststoffpartikeln und/oder Feststofffasern befreiten Abwassers und mindestens 1,5 bar Differenzdruck eine Luftansaugung von 5000 l/min

erreicht. Der Einlaufdruck im Diffusorzulauf ist 2 bar. Mit diesem Druck werden bei einem Durchfluss von 500 l/min durch den Diffusor nur 3,5 kW installierte elektrische Leistung verbraucht. Die theoretische Energieeinsparung gegenüber der in Figur 1 gezeigten Anordnung des Standes der Technik beträgt 98 % und kann in der Praxis näherungsweise erreicht werden.

Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist eine beispielhafte Anordnung in einer beispielhaften Anwendung beschrieben worden. Die Erfindung schließt jedoch alle weiteren Anordnungen mit unterschiedlichen Prozessapparaten ein, bei denen mittels der erfindungsgemäßen Anordnung eines Diffusors eine Luftblasenerzeugung in zu behandelnden Flüssigkeiten unter Verzicht auf Kompressoren, Gebläsen und Pumpen vorgenommen wird.

Die Anordnung eines Diffusors im Strömungsbereich eines von den Feststoffpartikeln und/oder Feststofffasern befreiten Abwassers kann in allen physikalischen Prozessen eingesetzt werden, bei denen Luftanteile in Flüssigkeiten benötigt werden, wie bei der Flotation von Feststoff-Flüssigkeits-Gemischen, der Belüftung von Abwässern oder der Schlammkonditionierung.

Mittels der Erfindung können sehr große Energieeinsparungen erreicht werden, in dem auf Kompressoren, Gebläse und Pumpen verzichtet werden kann. In den meisten Anwendungsfällen sind Energieeinsparungen von über 90 % denkbar und realistisch.

Durch eine gleichmäßige Zerstreuung der mit dem Diffusor 5 erzeugten Luftblasen ist auch eine Injektion von Chemikalien in der Luftansaugung des Diffusors 5 möglich. Man erreicht in solchen Anwendungsfällen auch erhebliche Reduzierungen im Verbrauch von Chemikalien.

Besonders vorteilhaft kann die erfindungsgemäße Anordnung zur Abtrennung von schwebenden Feststoffpartikeln und/oder Feststofffasern aus Feststoff-Flüssigkeits-Gemischen durch Flotation in der Papierproduktion eingesetzt werden, und zwar insbesondere in der Flotation zur Wasseraufbereitung in Kreisläufen von Flotationsanlagen sowie Deinkinganlagen.

Auch bei der allgemeinen kommunalen Wasseraufbereitung, bei aerobischen Prozessen und bei der Stabilisierung von Schlämmen ist die Erfindung mit Vorteil einsetzbar.Liste der verwendeten Bezugszeichen

Liste der verwendeten Bezugszeichen

1	Hauptprozessbehälter
2	Zulaufleitung
3	Luftmischtank
4	Klarwasserbehälter
5	Diffusor
6	Leitungsrückführung
7	Pumpe
8	Filtratpumpe

Patentansprüche

1. Anordnung zur Abtrennung von schwebenden Feststoffpartikeln und/oder Feststofffasern aus Feststoff-Flüssigkeits-Gemischen durch Flotation,
die einen Hauptprozessbehälter (1) aufweist, in den das zu trennende Feststoff-Flüssigkeits-Gemisch über eine Zulaufleitung (2) eingeleitet wird, welcher die zur Durchführung der Flotation benötigten Luftblasen zugeführt werden,
wobei zur Erzeugung dieser Luftblasen ein Diffusor (5) vorhanden ist, in dessen Eingang ein Teil der aus dem Hauptprozessbehälter (1) ausgeförderten von den Feststoffpartikeln und/oder Feststofffasern befreiten Flüssigkeit geführt ist und dessen Düsenanordnung über eine Luftzufuhröffnung verfügt,
wobei der Ausgang des Diffusors (5) mit der bereits genannten Zulaufleitung (2) des Hauptprozessbehälters (1) derart verbunden ist,
dass die im Diffusor (5) aus der Einsaugung von Luft in den durch den Diffusor (5) geführten Teil der bereits von den Feststoffpartikeln und/oder Feststofffasern befreiten Flüssigkeit entstehenden Luftblasen in den Zulaufstrom des zu flotierenden Feststoff-Flüssigkeits-Gemisches eingeführt werden.

2. Anordnung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Diffusor (5) ausgangsseitig mit der Zulaufleitung (2) des Hauptprozessbehälters (1) verbunden ist, während sein Eingang mit einer Reinwasserquelle verbunden ist.

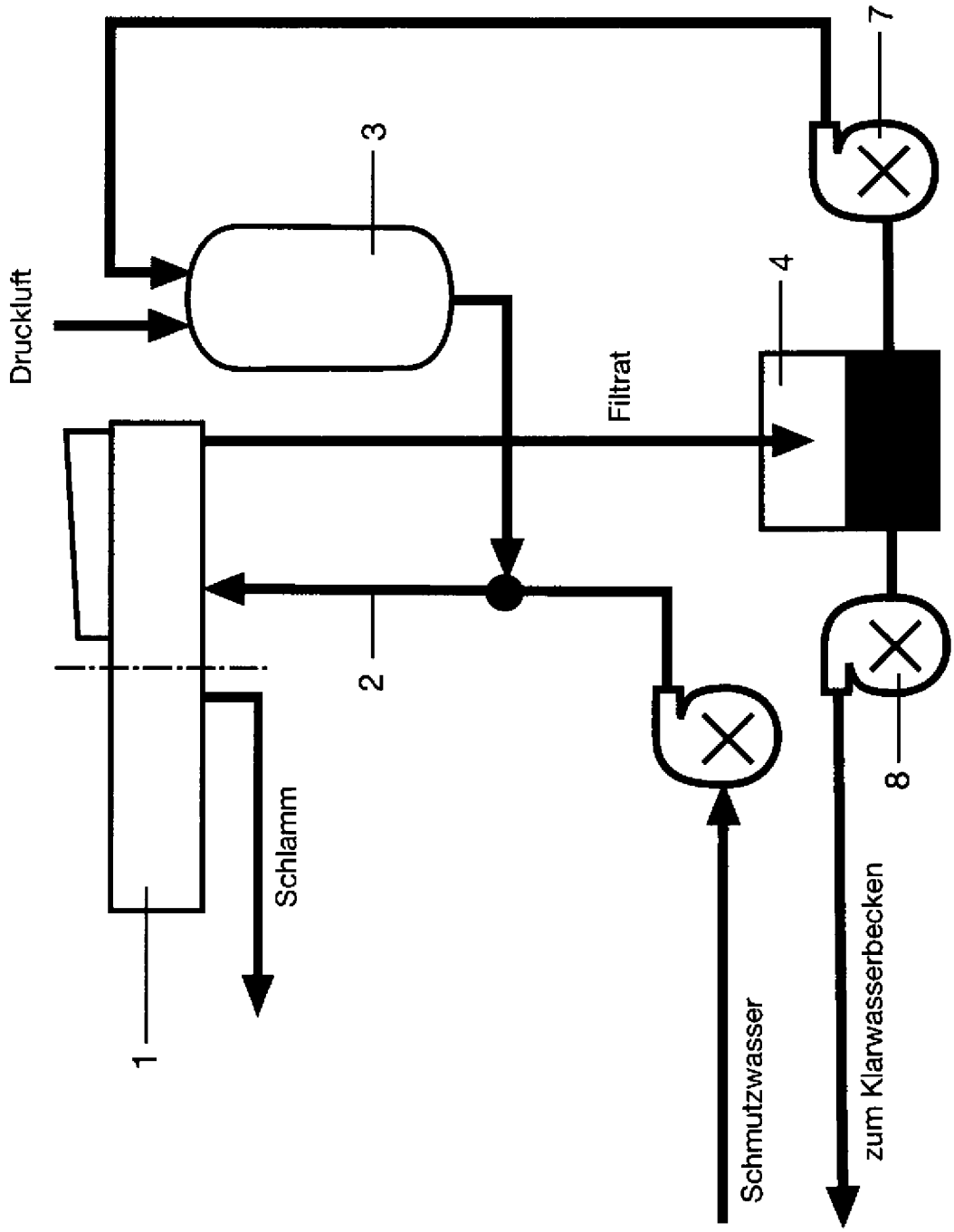


Fig. 1 (Stand der Technik)

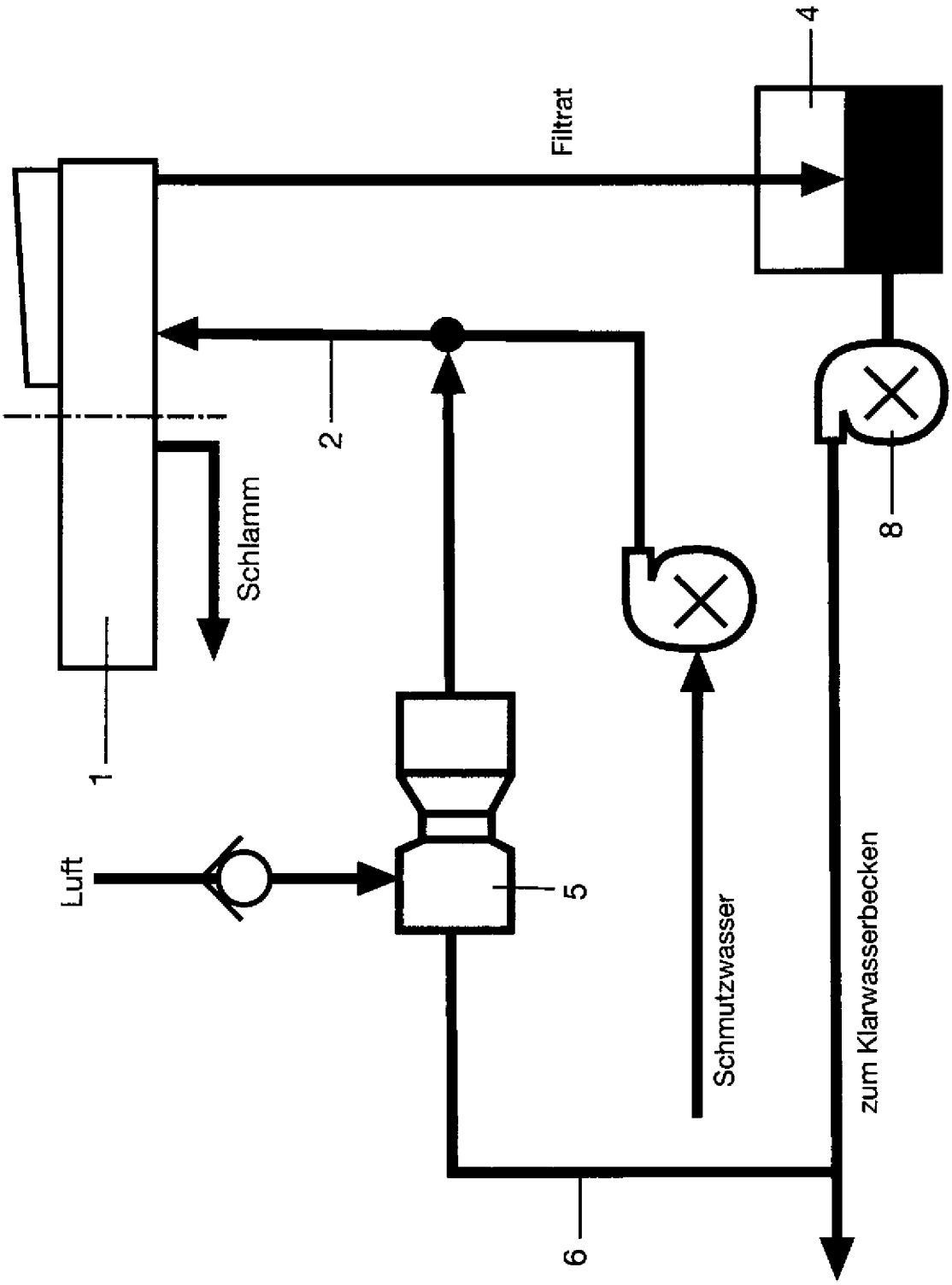

Filtrat
4
2
Schlamm
1
Luft
5
8
Schmutzwasser
zum Klarwasserbecken
6

Fig. 2