DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

(12) **Wirtschaftspatent**

(19) **DD** (11) **255 287 A1**

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

4(51) **B 03 D 1/14**
C 02 F 1/24

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP B 03 D / 298 229 3	(22)	23.12.86	(44)	30.03.88

(71) VEB Chemieanlagenbaukombinat Leipzig–Grimma, Außenstelle Böhlen, PSF 12, Böhlen, 7202, DD
(72) Bauer, Uwe, Dr.-Ing. Dipl.-Ing.; Haustein, Mathias, Dipl.-Ing.; Leesch, Erhard, Dipl.-Ing.; Stolpmann, Hartmut, Dipl.-Ing.; Büchner, Winfried, Dr. rer. nat. Dipl.-Chem., DD

(54) Flotationsvorrichtung

(55) Abwasserreinigung, Flotation, Entspannungsflotation, Schwebstoff, Schwimmschlamm, Sinkschlamm

(57) Die Erfindung betrifft eine liegende Flotationsvorrichtung zur Abtrennung von nichtgelösten Stoffen aus Flüssigkeiten, insbesondere Abwasser, und zur Eindickung von Schlämmen mit geringem Sinkstoffanteil, wie sie besonders in der Wasser- und Abwasserbehandlung anfallen, durch Flotation. Ziel und Aufgabe der Erfindung ist es, unter Beibehaltung des bekannten Aufschwimmeffektes die Nachteile der bekannten rechteckigen Flotationsapparate (Langbecken) auszuschalten und sowohl die Effektivität als auch die Rentabilität durch ein wartungsarmes Schlammberäumungssystem zu erhöhen. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß in in einem liegenden vorrangig halbkreiszylindrisch ausgebildeten Behälter, in dessen vorderen Teil der Abwasserzulauf und der Druckflüssigkeitszulauf rechtwinklig zueinander angeordnet sind, im mittleren Teil des Behälters durch seine gewählte Bodengeometrie der Sinkschlamm am Boden durch Saughebung möglich ist, während darüber an den Behälterwänden besonders geformte Schrägabscheider mit beiderseitig angeordneten Schlammsammelringen, die in einem an der vorderen Stirnwand angebrachten Schlammsammelbehälter einmünden, angeordnet sind, die eine Schwimmschlammberäumung ohne manuellen und maschinellen Aufwand ermöglicht. Die Klarflüssigkeit als Ergebnis des Flotationsvorganges wird über ein System von Tauchwänden am hinteren Ende des Behälters abgezogen.

ISSN 0433-6461

7 Seiten

Patentansprüche:

1. Flotationsvorrichtung zur Abtrennung von nichtgelösten Stoffen aus Flüssigkeiten und zur Eindickung von Schlämmen, bestehend aus einem Langbecken, Medien- und Druckflüssigkeitszulauf, Überlaufwehr und Tauchwand sowie Schwimm- und Sinkschlammabscheider, **dadurch gekennzeichnet,** daß das Flotationsbecken über die gesamte Länge einen ununterbrochenen halbkreisförmigen Querschnitt (1), aufweist, an einer Stirnwand (2) der Medienzulauf (3) nicht höher als R/2 und darunter an der tiefsten Stelle der Druckflüssigkeitszulauf (4) mit seinen Zuflußsöffnungen (5) nicht weiter als 1/4 bis 1/3 L von dieser Stirnwand (2) entfernt angeordnet ist, dahinter, ebenfalls an tiefster Stelle, eine Bodenschlammauslaufvorrichtung (6), dessen Wirksamkeit bis an die den Flotationsraum (7) gegenüberliegende begrenzende Tauchwand (8) reicht und der Schwimmschlammabscheider (9) in teilweise bekannter Weise an den Beckenrändern mit damit verbundenen Schlammsammelrinnen (10) angeordnet ist.
2. Flotationsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Konturen des Beckens der Beziehung R/L = 1:4–1:8 mit R = 1,5–4 m bei einer Feststoffoberflächenbelastung von 3–20 kg/m^2h und bei Luft-Feststoffverhältnissen von 0,01–0,5 kg Luft/kg Feststoff folgen.
3. Flotationsvorrichtung nach Anspruch 1 und 2, **gekennzeichnet dadurch,** daß die Bodenschlammauslaufvorrichtung (6) in Längsrichtung eine Überdachung (13) aufweisen kann.
4. Flotationsvorrichtung nach Anspruch 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch,** daß der Schwimmschlammräumer (14) ein stationärer Bandräumer mit querliegender Schlammabführungsrinne (17) ist und vor dieser Rinne (17) unterhalb der Schwimmschlammschicht Schrägeinbauten (18) angeordnet sind.
5. Flotationsvorrichtung nach Anspruch 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch,** daß die stationäre Schwimmschlammberäumung durch querliegende Schrägabscheider, die mit in Fließrichtung voneinander ansteigenden Abstand angeordnet und sowohl in Fließrichtung als auch beidseitig zur Beckenwand geneigt sind, erfolgt.
6. Flotationsvorrichtung nach Anspruch 1 bis 3 und 5, **gekennzeichnet dadurch,** daß die Schlammrinnen (10) an beiden Längsseiten des Beckens (1) angeordnet sind.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Flotationsvorrichtung zur Abtrennung von nichtgelösten Stoffen aus Flüssigkeiten, insbesondere Abwasser, und zur Eindickung von Schlämmen mit geringem Feststoffgehalt, wie sie besonders in der Wasser- und Abwasserbehandlung anfallen, durch Flotation.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bei der Abtrennung von nichtgelösten Stoffen aus Flüssigkeiten durch Flotation werden nach der Art der Gasblasenerzeugung die bekannten Verfahren der Druckluft-, Vakuum-, Entspannungs-, Elektro- und Mikroflotation unterschieden. Die Träger der Flotation, feinste Gasbläschen, können einmal im Apparat selbst oder in den entsprechenden Flüssigkeitszuführungsleitungen verschiedenartig erzeugt werden. Diese zugeführten Flüssigkeiten sind in der Regel der gesamte zu behandelnde Flüssigkeitsstrom (Vollstromverfahren) oder ein Teil davon (Teilstromverfahren) bzw. ein Teil des behandelten Flüssigkeitsstromes als Rückführung (Kreislauf- oder Rücklauf- bzw. Recycle-Verfahren).
Es sind rechteckige Flotationsapparate in Form sogenannter Langbecken bekannt, in denen im folgenden als Inhaltsstoffe bezeichnete nichtgelöste Stoffe, die besonders von flockiger, faseriger, fettiger bzw. öliger Beschaffenheit sind und deren Dichten sich von der sie umgebenden Flüssigkeit nur wenig unterscheiden, aus der Flüssigkeit abgetrennt werden.
Der Trennwirkungsgrad und damit die Effektivität dieser bekannten Apparate werden durch die konstruktiv bedingten hydrodynamischen Vorgänge begrenzt, was zu erhöhten Material- und Betriebskosten führt.
Hinsichtlich der Bildung flotierbarer Aggregationen aus Inhaltsstoffen und anhaftenden Gasbläschen sind bei der Entspannungsflotation Flotationsapparate bekannt, die in der Regel das Gleichstromprinzip zwischen den zu entfernenden Inhaltsstoffen und den Gasbläschen beinhalten, was nicht zu optimalen Kontaktbedingungen führt. Die für die Entfernung der Inhaltsstoffe benötigten feinen Gasbläschen können somit bei Verwendung des Kreislaufverfahrens nur mit einem vergrößerten Rücklauf und damit mit mehr Energie in die bekannten Flotationsapparate gebracht werden. Bei Verwendung des Vollstromverfahrens sinkt durch das begrenzte Gasbläschenangebot die Trennwirksamkeit.

Bei bekannten Flotationsapparaten, die als Langbecken mit rechteckigen Querschnitt ausgebildet sind, entstehen in der Flotationszone Bereiche, die von den Gasbläschen nicht erreicht und damit nicht genutzt werden können. Dies führt zu einem Verlust von Flotationsvolumen.
Nach DE-OS 3223170 ist auch ein Langbecken mit halbkreisförmigen Querschnitt bekannt, das aber in Zellen mit selbständiger Flotationswirkung unterteilt wird. Das zu behandelnde Medium wird von Zelle zu Zelle gefördert und dabei begast und jeweils an der tiefsten Stelle eingeleitet. Die angestrebte flache Bauausführung wird mit hohem energetischen Aufwand durch das Pumpen von Zelle zu Zelle und die relativ geringe Gasausnutzung erkauft.
Weiterhin ist nach DD-PS 68462 eine quer durchströmte Zelle mit konisch ausgebildetem Boden und Bodenschlammabzug bekannt, in welcher durch einen vertikalen Kreislauf die Feststoffe mit den Gasbläschen kontaktieren und nach oben transportiert werden sollen. Diese Einrichtung hat sich offensichtlich durch den nicht eintretenden Kreislauf in der Praxis nicht bewährt.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, zumindest mit geringen Sinkstoffanteil belastete Flüssigkeiten, das apparative Nutzvolumen und den energetischen Aufwand für die Flotation zu verringern.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Kontakt des aus der Gelöstphase in die Gasphase übertretenden Gases mit den Feststoffteilchen zu verbessern, um damit den gespannten Medienstrom und den Flotationsbehälter klein zu halten.
Erfindungsgemäß wird die Aufgabe daher dadurch gelöst, daß ein Langbecken mit halbkreisförmigen Querschnitt, dessen Konturen der Beziehung L (Länge):R (Radius) = 1:4 bis 1:8 folgt, an einer Stirnseite mittig oder am Mantel beidseitig in der Höhe von etwa R/3 einen Medienzulaufstutzen und darunter an der tiefsten Stelle einen Druckflüssigkeitsverteiler aufweist. In Fließrichtung hinter dem Druckflüssigkeitsverteiler, der im Falle eines perforierten Rohres die Länge 1/4 bis 1/3 L nicht überschreiten sollte, ist ein überdachtes Sinkschlammabzugsrohr angeordnet. Den Klarwasserabzug bildet ein an sich bekanntes Überlaufwehr mit anschließender Tauchwand.
Oben am Becken sind an sich bekannte Schrägabscheider angeordnet, die entgegen der Fließrichtung und von der Mitte nach beiden Seiten zur Querachse in Fließrichtung geneigt sind. Die Abstände zwischen den Schrägabscheidern können sich dabei in Fließrichtung vergrößern. Seitlich sind zur Abführung des Schwimmschlammes geneigte Rinnen angebracht, die zu einem Schlammsammelraum führen. Die Anwendung eines Bandräumers mit querliegender Schlammsammelrinne ist nicht ausgeschlossen und von der Art des Schlammes abhängig.
Die Schlammräumung erfolgt in der Regel in Fließrichtung, eine Räumung entgegen der Fließrichtung ist ebenfalls möglich. Bei der Räumung in Fließrichtung ist vor der Schlammsammelrinne die Anordnung von einer mehreren entgegen der Fließrichtung geneigten Gleitflächen zur Rückführung des abfallenden Sinkschlammes notwendig.
Der erfindungsmäßige Effekt tritt ein, wenn die Konturen des Flotationsbeckens der Beziehung

$$R/L = 1:4–1:8$$

mit R = 1,5–4 m bei einer Feststoffoberflächenbelastung im Regelfall von 3–6 kg/m^{2}h folgen. Bei zu flotierenden biologischen Schlämmen sind — je nach Art des biologischen Schlammes (Belebt- bzw. Überschußschlamm) — Feststoffoberflächenbelastungen bis 20 kg/m^{2}h möglich. Hierbei ist jedoch anstelle des halbkreisförmigen Beckens ein konisches Becken mit einer Beckenneigung von ca. $\alpha = 60°$ notwendig. Die Luft-Feststoffverhältnisse bewegen sich im Bereich von 0,01–0,5 kg Luft/kg Feststoff.
Die Wirkungsweise der erfindungsgemäßen Lösung besteht darin, daß die zu behandelnde Flüssigkeit über das Zulaufrohr in das Flotationsbecken gelangt und den darunter über die Verteileinrichtung eintretenden Druckflüssigkeitsstrom kreuzt und anschließend gut vermischt das Flotationsbecken durchströmt. Das ausgasende Überschußgas lagert sich dabei an die Feststoffpartikel an und transportiert sie nach oben. Hat das Medium das Becken durchflossen, ist der Entgasungsprozeß annähernd abgeschlossen und die geklärte Flüssigkeit verläßt über Tauchung und Wehr das Becken. Die sich aufbauende Schwimmschlammschicht wird durch die Schrägableiter in die beidseitig des Beckens angeordneten Schlammrinnen abgeleitet oder durch einen Bandräumer entfernt. Der Sinkschlamm sammelt sich beidseitig am überdachten und in geringer Höhe über dem Boden angeordneten und ca. 2/3 bis 3/4 die Länge des Beckens erfassenden Schlammabführungsrohr und wird über die darin befindlichen Öffnungen kontinuierlich oder diskontinuierlich abgeführt.
In Abhängigkeit von Feststoffbelastung kann der gashaltige Druckflüssigkeitsstrom entweder der Gesamtstrom der Behandlungsflüssigkeit bzw. ein Teilstrom davon oder ein rückgeführter Klarflüssigkeitsstrom sein. Es ist auch möglich, den Druckflüssigkeitsstrom über sein Lösungsvermögen hinaus zu begasen, um bereits im Bereich des Kreuzstromes einen Großteil des Feststoffes zu flotieren.
In Abhängigkeit der Flotatschicht (Schlammanfall) kann der Flüssigkeitsspiegel durch das verstellbare Wehr gehoben oder gesenkt werden. Die wesentlichen Vorteile der erfindungsgemäßen Lösung bestehen darin, daß der Durchsatz ohne Beeinträchtigung der Klärqualität in bestimmten Grenzen schwanken kann, nur so viel Gas und Druckflüssigkeit eingetragen wird, wie für das Aufschwimmen des Schlammes notwendig ist. Ungenutztes Gas kann entweichen, und der apparatetechnische Aufwand ist gering.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

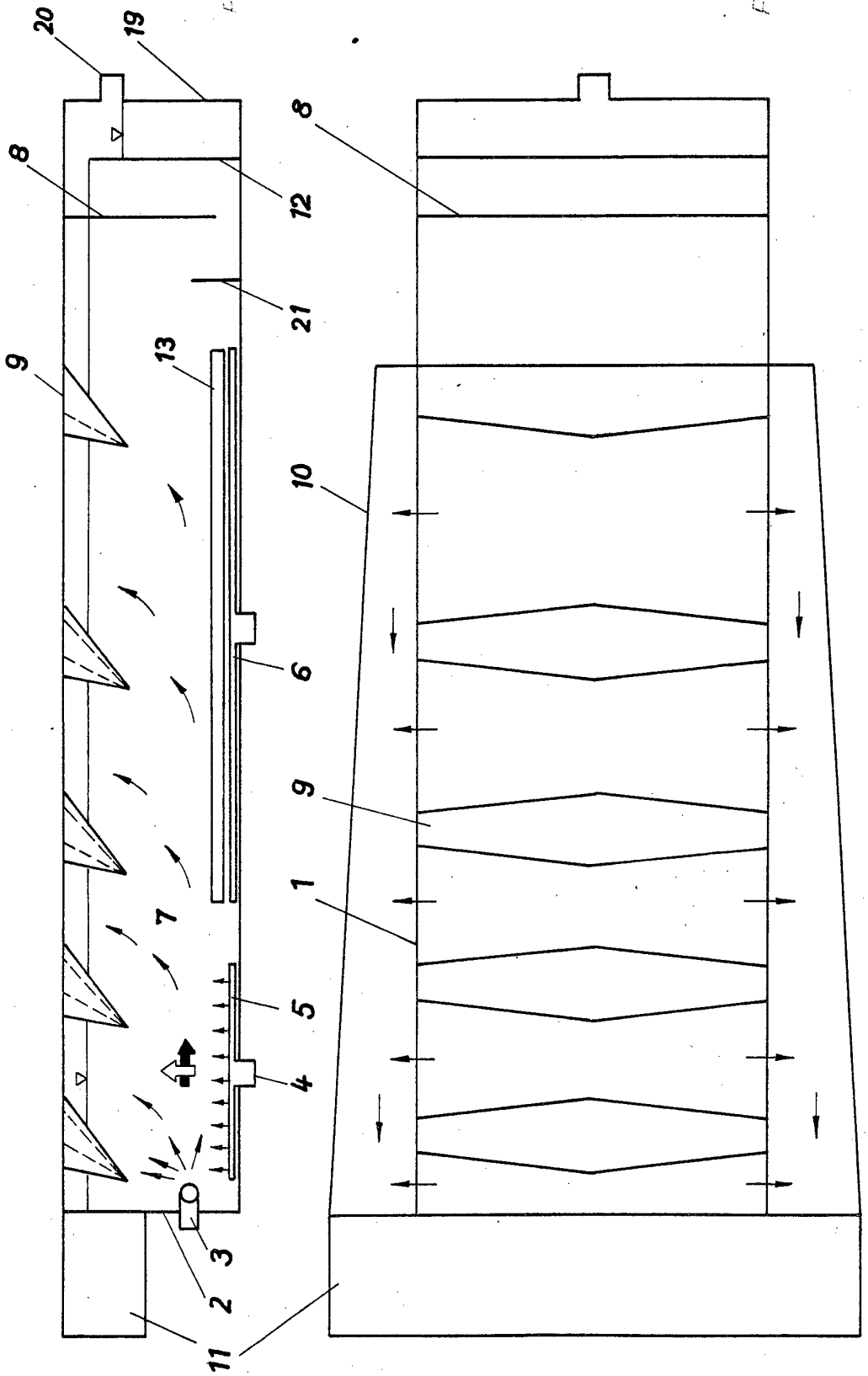
Fig. 1: den vertikalen Längsschnitt (Vorderansicht) der erfindungsgemäßen Flotationsvorrichtung mit Schrägabscheider
Fig. 2: die Draufsicht der erfindungsgemäßen Flotationsvorrichtung mit Schrägabscheider
Fig. 3: den vertikalen Längsschnitt (Vorderansicht) der erfindungsgemäßen Flotationsvorrichtung mit Bandräumer
Fig. 4: den Bereich der Druckflüssigkeitsverteilung als Vertikalschnitt (Seitenansicht) der erfindungsgemäßen Flotationsvorrichtung
Fig. 5: den Bereich der Druckflüssigkeitsverteilung mit seitlichen Zuflüssen als Vertikalschnitt (Seitenansicht) der erfindungsgemäßen Flotationsvorrichtung
Fig. 6: den Bereich der Sinkschlammabscheidung als Vertikalschnitt (Seitenansicht) der erfindungsgemäßen Flotationsvorrichtung
Fig. 7: den Bereich der Sinkschlammabscheidung bei konischer Beckenform der erfindungsgemäßen Flotationsvorrichtung

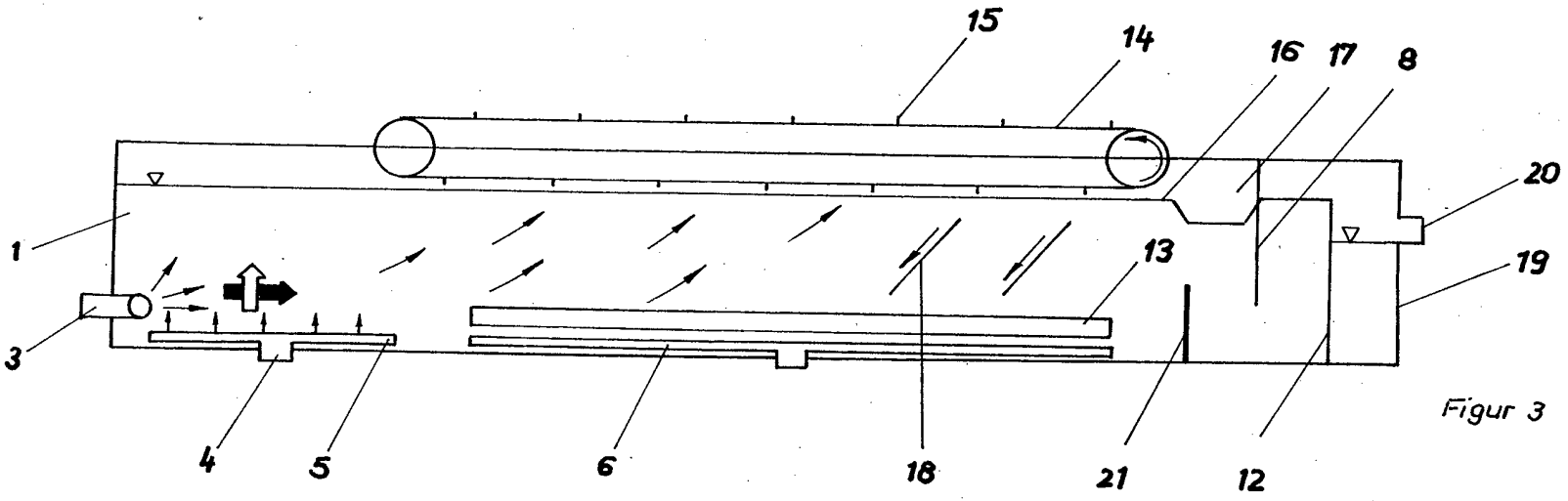
Die erfindungsgemäße Flotationsvorrichtung gemäß Fig. 1 ist ein oben offener Behälter von rechteckigem Grundriß. Bei niedrigen Feststoffoberflächenbelastungen ist der Querschnitt halbkreisförmig ausgebildet, dagegen bei hohen Feststoffoberflächenbelastungen bis ca. 20 kg/m^{2}h ist der Querschnitt konisch gemäß Fig. 7 mit einem Winkel von ca. $\alpha \approx 60°$.
Am Boden der Flotationsvorrichtung ist das Druckflüssigkeitseintrittsrohr 5 für die Zugabe der Druckflüssigkeit und die Entspannung des in der Druckflüssigkeit gelösten Gases angebracht. Die Länge des Druckflüssigkeitseintrittsrohres beträgt 1/4 bis 1/3 der Länge der Flotationsvorrichtung. An der vorderen Stirnwand 2 oder beidseitig an den Beckenwänden 1 ist das Medienzulaufrohr befestigt.
Am Boden befindet sich die Bodenschlammauslaufvorrichtung 6 mit einer Überdachung 13. Am oberen Teil des Behälters sind beiderseitig fest angeordnete, sich sowohl nach oben und nach der Mitte verstärkende Schwimmschlammabscheider 9. Seitlich davon sind versehene Schlammsammelrinnen 10 angebracht, die in den Schlammsammelbehälter 11 münden, der sich an der Stirnwand 2 der Flotationsvorrichtung befindet.
Alternativ dazu kann auch der an der Flüssigkeitsoberfläche schwimmende Schlamm durch Schwimmschlammabstreifer 15 des Bandräumers 14 in die Schwimmschlammsammelrinne 17 mit dem dazugehörigen Schwimmschlammauslauf gefördert werden. Unterhalb des Bandräumers in der Nähe der Tauchwand 8 sind Schrägeinbauten 18, die mit den Seitenwänden fest verbunden sind, angebracht. An der Stirnwand 19 der Flotationsvorrichtung befindet sich eine die Flüssigkeitshöhe regulierende verstellbare Stauwand 12. Die Klarflüssigkeit gelangt durch dieses System von Tauchwänden und verläßt die Flotationsvorrichtung über den Klarflüssigkeitsauslauf 20.
Die Erfindung wird im weiteren in ihrer Funktion näher erläutert. Hierbei ist die reinigende Flüssigkeit ein mit suspendierten Feststoffen verunreinigtes Abwasser.
Das Abwasser gelangt durch das Flüssigkeitszulaufrohr 3 in den vorderen Teil der Flotationsvorrichtung, wo der Kontakt zwischen Gasbläschen und Feststoffteilchen erfolgt. Von dort strömt es vorwiegend weiter in horizontaler Richtung. Anschließend strömt das von den Feststoffteilchen gereinigte Abwasser über die Tauchwände 21 und 8, wo es umgelenkt wird, um noch eventuell mitgerissene Feststoffteilchen abzuscheiden, und gelangt über die Stauwand 12 zum Klarflüssigkeitsauslauf 20, wo es die erfindungsgemäße Flotationsvorrichtung als Klarwasser verläßt.
Bei Anwendung des Kreislaufverfahrens wird ein Teil des Klarwassers unter Druck mit Luft versetzt, wobei sich die Luft im Wasser löst. Dieses Druckwasser wird entspannt und gelangt über die Öffnungen des Druckflüssigkeitseintrittsrohres 5 in den anderen Teil der Flotationsvorrichtung.
Die sich bei der Entspannung bildenden feinsten Luftbläschen breiten sich zuerst strahlenförmig nach oben in vertikaler Richtung und dann schräg nach oben in horizontaler Richtung aus. Das Düsensystem des Druckflüssigkeitseintrittsrohres und die halbkreisförmig ausgebildeten Beckenwände gewährleisten eine gleichmäßige Luftblasenverteilung über den gesamten Querschnitt. Die aufwärts steigenden Luftbläschen stoßen auf die horizontal druchströmten Feststoffteilchen. In diesem Bereich findet durch die konsequent angewendete Kreuzstromführung der Luftbläschen und Feststoffteilchen sowie durch die Vermeidung von Toträumen durch die erfindungsgemäße Ausbildung der Beckenwände die optimale Kontaktierung zur Bildung flotierbarer Feststoff-Luftbläschen-Aggregationen statt. Durch die gewählte Strömungsführung infolge der gewählten Beckengeometrie wird eine schonende Behandlung gebildeter Feststoff-Gasbläschen-Aggregationen und flockiger Partikel erreicht.
Bei gleichbleibender Oberflächenbeschickung und Feststoffoberflächenbelastung wird somit das Flotationsvolumen verringert, und die Rücklaufverhältnisse beim Kreislaufverfahren sind geringer. Nach der Kontaktierung können die mit Luftbläschen behafteten Feststoffteilchen aufschwimmen.
Die schweren Feststoffteilchen gelangen besonders durch die gewählte Beckengeometrie und die Überdachung 13 nach unten, wo sie über das Bodenschlammablaufrohr 6 entweder abgesaugt oder durch den hydrostatischen Druck abgezogen werden. Der aufschwimmende Schlamm gelangt in die Zwischenräume zwischen die Schrägabscheider 9, sammelt sich dort und gelangt durch den sich verengenden Querschnitt der Räume zwischen den Schrägabscheidern ohne manuellen oder maschinellen Aufwand in die Schlammsammelrinne 10, wo er dann weiterhin selbständig in den Schlammsammelbehälter 11 gelangt.
Alternativ dazu kann der aufschwimmende Schlamm mittels Schwimmschlammabscheider 15 des Bandräumers 14 horizontal über den Skimmtisch 16 in die sich am Ende des Bandräumers befindende Schwimmsammelrinne 14 transportiert und von dort über den Schwimmschlammauslauf abgezogen werden. Die sich in diesem Bereich noch befindenden schweren Feststoffteilchen sinken nach unten, von wo sie an den Schrägeinbauten 18 zum Boden gleiten. Bei dieser Schwimmschlammberäumung wird ein etwas höherer Feststoffanteil im Schwimmschlamm erreicht.
Durch die Erfindung ergeben sich folgende Vorteile:
Die gleichmäßige Gasblasenverteilung sowohl infolge der Druckflüssigkeitsentspannung und Gasblasenbildung am Düsensystem der Flotationsvorrichtung als auch durch die gewählte Beckengeometrie führt zu einem verbesserten Kontaktierungseffekt und damit zu einer Erhöhung der Flotationsleistung. Bei gleichbleibender Oberflächenschickung und Feststoffoberflächenbelastung kann durch den Wegfall der Toträume bedingt durch die erfindungsgemäße Beckengeometrie

beim Kreislaufverfahren mit einem niedrigen Rücklauf gefahren werden, d. h. es wird Energie und Flotationsvolumen eingespart. Durch den ebenfalls durch die Beckengeometrie bedingten Bodenschlammablagerungsbereich ist ein einfaches, wartungsarmes und energiegünstiges Bodenschlammabzugssystem einsetzbar. Der gewählte Schwimmschlammabzug ist ebenfalls einfach, wartungsarm und ohne manuellen und maschinellen Aufwand betreibbar.
Bei dem alternativ einsetzbaren Schwimmschlammabzug mittels Bandräumer wird durch die gewählten Schrägeinbauten eine Verbesserung des Absetzen der erhaltenen Feststoffteilchen erreicht.
Die erfindungsgemäße Flotationsvorrichtung können in den benötigten Abmessungen in Kunststoff ausgeführt werden, wodurch erhebliche Baukosten eingespart werden.
Die Flotationsvorrichtung gemäß der Erfindung wurde vorstehend in Verbindung mit der Behandlung eines mit suspendierten Feststoffen verunreinigten Abwassers beschrieben.
Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf die Abscheidung von suspendierten Feststoffen aus Abwasser beschränkt. Sie kann auch vielmehr dazu verwendet werden, Inhaltsstoffe von fettiger und öliger Beschaffenheit und kolloidale Inhaltsstoffe aus industriellen und kommunalen Abwässern abzutrennen.
Weiterhin können in der erfindungsgemäßen Flotationsvorrichtung auch Abwässer behandelt werden, deren Inhaltsstoffe mittels anorganischer oder organischer Flockungsmittel ausgeflockt werden.
Auch ist die erfindungsgemäße Vorrichtung bei der biologischen Abwasserbehandlung, und zwar besonders in der Nachklärung und Schlammeindickung einsetzbar. Hierbei ergibt sich der spezielle Einsatz als Nachklärstufe für die Tiefschachtbiologie, wobei die Druckwassererzeugung und damit das Druckflüssigkeitseintrittsrohr wegfällt. An dieser Stelle wird dann das Flüssigkeitszulaufrohr angebracht.
In alternativer Weise kann die Erfindung verwendet werden, spezielle flüssige Medien in der Industrie zu behandeln, wie z. B. die Reinigung von Spinnbädern aus der Viskosefaserindustrie, die Reinigung von Zuckerlösungen und die Abtrennung von Ionenaustauschpartikeln.

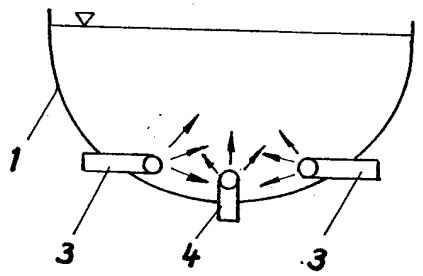
Figur 1

Figur 2

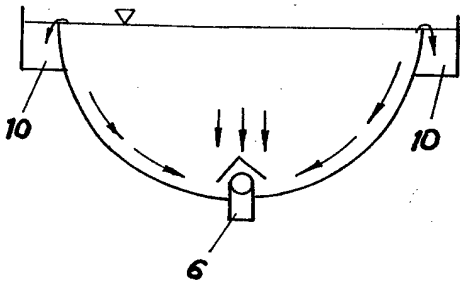




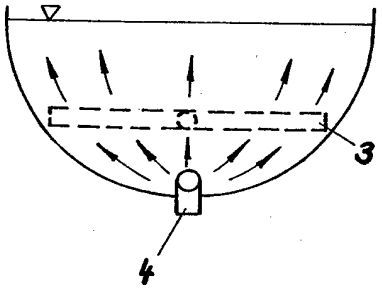
Figur 3



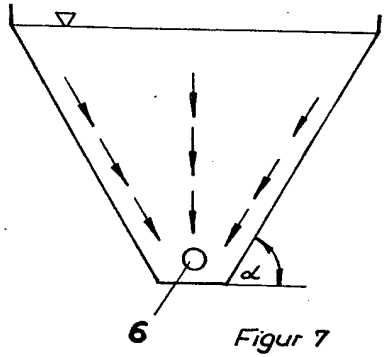
Figur 5



Figur 6



Figur 4



Figur 7