



CH 688 957 A5



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 688 957 A5

51 Int. Cl.<sup>6</sup>: B 01 F 003/04  
B 01 F 005/04  
C 02 F 011/04  
B 01 D 019/02

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 00186/95

22 Anmeldungsdatum: 24.01.1995

30 Priorität: 28.01.1994 DE A4402566.1

24 Patent erteilt: 30.06.1998

45 Patentschrift veröffentlicht: 30.06.1998

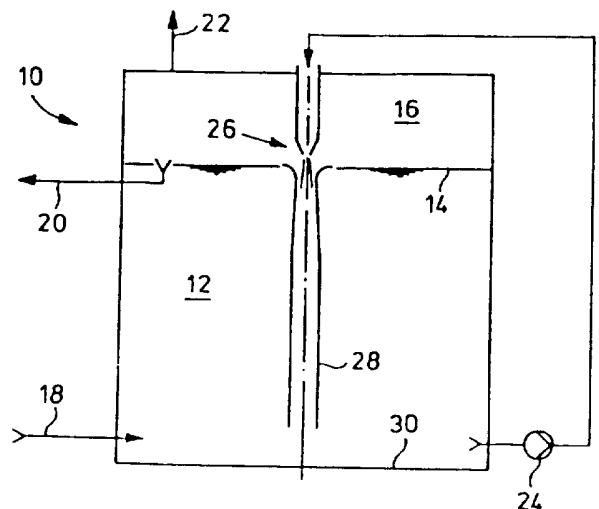
73 Inhaber:  
Roediger Anlagenbau GmbH, Kinzigheimer Weg 104,  
D-63450 Hanau (DE)

72 Erfinder:  
Roediger, Markus Dr., Alzenau (DE)

74 Vertreter:  
Bosshard & Luchs Patentanwälte,  
Schulhausstrasse 12, 8002 Zürich (CH)

54 Verfahren und Vorrichtung zum Einbringen von Gas in eine Flüssigkeit und/oder zumindest teilweise Entfernen von Schaum von dieser.

57 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Einbringen von Gas in eine Flüssigkeit und/oder zumindest teilweise Entfernen von Schaum von einer Oberfläche (14) der in einem Behälter (10) wie Faulbehälter vorhandenen Flüssigkeit (12). Um mit konstruktiv einfachen Massnahmen das Gas einzubringen bzw. Schaum zu zerstören, wird vorgeschlagen, dass in die Flüssigkeit (12) ein sowohl Gas als auch auf der Flüssigkeit vorhandenen Schaum (44) mitreissender Treibstrahl in den Behälter (10) bis in Nähe seines Bodens (30) eingepresst wird.



CH 688 957 A5

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Einbringen von Gas in eine Flüssigkeit und/oder zumindest teilweise Entfernen von Schaum von einer Oberfläche der in einem Behälter vorhandenen Flüssigkeit. Ferner bezieht sich die Erfindung auf eine Vorrichtung zum Einbringen von Gas und/oder zumindest teilweise Entfernen von Schaum von einer Oberfläche der in einem Behälter vorhandenen Flüssigkeit, der oberhalb der Flüssigkeit einen umfangsseitig geschlossenen Gasraum aufweist.

Insbesondere in Faulbehältern oder Belebungsbecken ist es erforderlich, Flüssigkeiten zu begasen und/oder zu durchmischen. Zum Begasen bzw. Durchmischen kommen häufig Kompressoren zum Einsatz. Dabei kann die unangenehme Begleiterecheinung auftreten, dass sich auf der Flüssigkeitsoberfläche Schaum bildet, der entweder über den Rand offener Becken austritt oder in Leitungen zum Abführen des Gases gelangt. Deshalb sind häufig besondere Vorkehrungen oder Vorrichtungen erforderlich, um den Schaum zu zerstören.

Problem der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art derart weiterzuentwickeln, bei dem bzw. der in hinreichendem Umfang Gas eingebracht und/oder auf der Flüssigkeit aufschwimmender Schaum zerstört wird, ohne dass es hierfür besonderer zusätzlicher Massnahmen oder Vorkehrungen bedarf.

Erfindungsgemäss wird das Problem dadurch gelöst, dass in die Flüssigkeit ein sowohl Gas als auch auf der Flüssigkeit vorhandenen Schaum mitreissender Treibstrahl eingepresst wird. Vorzugsweise wird der Treibstrahl in den Behälter bis in Nähe seines Bodens eingepresst.

Erfindungsgemäss kann ein z.B. zum Belüften hinreichend bekannter Treibstrahlinjektor zum Erzeugen eines Flüssigkeits-Gas-Gemisches benutzt werden, um gleichzeitig Schaum mitzureissen und zu zerstören, wobei allerdings der Injektor einer besonderen Ausgestaltung bzw. speziellen Ausrichtung auf die Flüssigkeit bedarf.

Vorrichtungsmässig zeichnet sich die Erfindung dadurch aus, dass die Vorrichtung entsprechend dem Kennzeichen nach Anspruch 7 ausgebildet ist.

Insbesondere ist vorgesehen, dass sich der in der Treibstrahldüse erzeugte Treibstrahl spitzwinklig aufweitet, um sich innen an die Wand des Mischrohres anzulegen. Im Zentrum des Strahles entsteht ein Unterdruck, so dass Gas bzw. Schaum hineinströmt. Ausserdem wird beim spitzwinkligen Auftreffen des Strahles an dem Mischrohr Gas bzw. Schaum in der Flüssigkeit eingeschlossen und mitgerissen. Im Mischrohr wird ein Flüssigkeits-Gas-Gemisch erzeugt, der Treibstrahl wird gebremst, sein Impuls wird umgewandelt in Druck, der das erzeugte Flüssigkeits-Gas-Gemisch im Leitrohr nach unten treibt.

In Ausgestaltung der Erfindung ist das Mischrohr des Treibstrahlinjektors im Inneren des Behälters in Höhe der Flüssigkeitsoberfläche so angeordnet, dass auf der Flüssigkeitsoberfläche schwimmender

Schaum in das Mischrohr fließen kann. Der Treibstrahlinjektor ist also saugseitig offen ausgebildet. Das Mischrohr hat ein oberes, zum oberhalb der Flüssigkeit befindlichen Gas hin offenes Ende. Das obere Ende des Mischrohres befindet sich in der Nähe der Flüssigkeitsoberfläche, so dass Schaum über das Ende in das Mischrohr fließen kann.

Bei einer besonderen Ausführungsform der Erfindung ragt das obere Ende des Mischrohres aus der Flüssigkeit hervor. Das obere Ende wirkt als Überlaufschwelle für den Schaum. Hiermit wird erreicht, dass erst dann Schaum eingesaugt wird, wenn dieser sich auf der Flüssigkeit bis über die Höhe der Überlaufschwelle aufgebaut hat. Die Bildung einer Schaumschicht wird nicht verhindert, ihre Höhe wird aber begrenzt.

Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung liegt das obere Ende des Mischrohres geringfügig unterhalb der Flüssigkeitsoberfläche. Somit wird nicht nur Gas, sondern auch Flüssigkeit von der Oberfläche, die über das obere Mischrohrende einfließt, in den Injektor eingesaugt. Folglich werden auf der Flüssigkeit schwimmender Schaum und andere Schwimmstoffe zum Injektor hin gezogen. Dadurch wird die Bildung einer Schaumschicht weitestgehend unterbunden. Allerdings muss die Menge der in das Mischrohr fließenden Flüssigkeit geringer sein als der vom Treibstrahlinjektor eingesaugbare Volumenstrom, so dass neben der Flüssigkeit eine ausreichende Menge an Gas und/oder Schaum eingesaugt wird.

Vorzugsweise ist das Mischrohr höhenverstellbar, um je nach Bedarf die Schaumhöhe auf der Flüssigkeit begrenzen zu können. Ausserdem ist so eine Anpassung an sich verändernde Füllstände im Behälter möglich.

Selbstverständlich fallen unter die erfindungsgemässe Lehre auch andere Lösungen, die Eintrittsöffnungen für das Gas bzw. den Schaum auf die Flüssigkeitsoberfläche auszurichten, ohne dass das Mischrohr höhenverstellbar oder besonders ausgebildet sein muss.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist das Mischrohr über einen Diffusor nach unten mit dem Leitrohr verbunden. Durch den Diffusor, dessen Konusmantel zur Vertikalen einen Winkel von nicht mehr als 15° bilden soll, um starke Energieverluste durch Wirbelbildung zu vermeiden, wird die im Mischrohr noch hohe kinetische Energie in Druckenergie umgewandelt.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist das Leitrohr flexibel ausgebildet, beispielsweise als Kunststoffrohr. Sein unteres Ende kann sich dann horizontal bewegen. Hierdurch wird erreicht, dass das aus dem Leitrohr austretende Flüssigkeits-Gas-Gemisch Ablagerungen auf einer grossen Fläche des Behälterbodens aufwirbeln kann.

Vorzugsweise ist zumindest ein Teil des Leitrohres als flexibler Schlauch ausgebildet. Insbesondere sollte das untere Ende des Leitrohres so ausgebildet sein, dass zumindest ein Teil des Flüssigkeits-Gas-Gemisches aus ihm mit einer horizontalen Geschwindigkeitskomponente austritt. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass das Leit-

rohr am unteren Ende gekrümmt ist. Dadurch wird auf das Leitrohr ein horizontaler Impuls erzeugt, um es in horizontale Bewegung zu versetzen.

Insbesondere dann, wenn ein Abschnitt des Leitrohres ein Schlauch ist, wird sich das untere Leitrohrende horizontal kreisförmig bewegen. Um die horizontale Bewegungsfreiheit zu begrenzen, kann das untere Ende durch ein Gewicht beschwert oder es kann über ein Zugelement wie Seil mit dem Behälterboden verbunden sein.

In grösseren Behältern können mehrere Injektoren angeordnet werden, um jede Zone im Behälter ausreichend begasen bzw. durchmischen zu können. Für ein intensives Durchmischen ist es besser, periodisch eine hohe Mischenergie zu erzeugen als ständig eine geringe. Deshalb werden mehrere Injektoren vorzugsweise abwechselnd benutzt. Für mehrere Injektoren genügt dann eine einzige Pumpe.

Mehrere Treibstrahlinjektoren werden vorzugsweise in einem Abstand zwischen 3 und 8 m angeordnet. Dabei wird der geringere Abstand bei Treibstrahlinjektoren mit einer Gasansaugleistung von etwa 10 m<sup>3</sup>/h gewählt und der grössere bei etwa 100 m<sup>3</sup>/h. Diese Gasdurchsätze genügen, um den Behälterboden von Sandablagerungen weitgehend freizuhalten, wenn das Leitrohr kurz über dem Boden endet.

In Behältern mit kreisförmigem Grundriss und einem Radius R werden die Injektoren vorzugsweise am Umfang eines konzentrischen Kreises mit einem Radius r angeordnet, wobei  $0,5 \leq r/R \leq 0,8$  eingehalten werden sollte. Auch kann zusätzlich im Bereich der Behälterachse ein weiterer Injektor angeordnet werden. Bei Behältern mit sehr grosser Grundfläche können die Injektoren auch am Umfang mehrerer konzentrischer Kreise angeordnet werden.

Der Wirkungsgrad eines Injektors steigt mit der Treibstrahlgeschwindigkeit. Andererseits kann die Treibstrahlöse wegen der Gefahr von Verstopfungen nicht beliebig eng ausgeführt und der Flüssigkeitsdurchsatz nicht beliebig gesteigert werden. Vorzugsweise sollen deshalb Treibstrahlgeschwindigkeiten zwischen 10 und 20 m/s gewählt werden.

Für den Wirkungsgrad ist weiterhin das Verhältnis der Geschwindigkeit des Flüssigkeits-Gas-Gemisches am Ende des Mischrohres zur Treibstrahlgeschwindigkeit wichtig. Dieses Verhältnis sollte bei etwa 0,5 liegen.

Die Geschwindigkeit des Flüssigkeits-Gas-Gemisches sollte im Leitrohr zwischen 1 und 3 m/s sein. Einerseits sollte sie nicht zu gross sein, wegen der damit verbundenen hohen Rohrreibungsverluste, andererseits muss sie gross genug sein, um die Gasblasen mit der Flüssigkeit im Leitrohr nach unten zu treiben und grossflächig über dem Behälterboden zu verteilen.

Das Verhältnis der Volumenströme von Gas und Flüssigkeit soll vorzugsweise zwischen 0,5:1 und 1,5:1 sein. Ein grosses Verhältnis ist bei einer Eintauchtiefe des Leitrohres von ca. 5 m und ein geringes bei ca. 25 m anzustreben.

Um die Treibstrahlöse reinigen und insbesondere Verstopfungen beseitigen zu können, ohne dass

aus Faulbehältern Gas ausströmen kann, wird in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgeschlagen, dass die Treibstrahlöse in die Flüssigkeit eintaucht, wenn keine Flüssigkeit durch sie hindurchströmt. Mit anderen Worten soll das untere Ende der Düse unter der Flüssigkeitsoberfläche im Behälter liegen. In diesem Fall kann die Zuleitung für die Flüssigkeit geöffnet werden, um Zugang zu der Treibstrahlöse zu erlangen, ohne dass Gas aus dem Behälter ausströmen kann.

Auch besteht die Möglichkeit, die Treibstrahlöse aus dem Injektor herauszunehmen, um sie reinigen oder erforderlichenfalls austauschen zu können. Hierfür ist nach einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung die Treibstrahlöse in einer Hülse angeordnet, die in die Flüssigkeit eintaucht, wenn der Injektor nicht beaufschlagt ist. Dann wirkt die Hülse, die ein vom Dach des Behälters herabhängendes Rohr sein kann, als Sperre gegen das Ausströmen von Gas.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung weist das Mischrohr ein erweitertes oberes Ende auf, innerhalb dessen die Treibstrahlöse angeordnet ist. Das obere Ende kann insbesondere trompetenförmig ausgebildet sein. Der Schaum und eventuell Flüssigkeit fliesst über den Rand des oberen Endes in das Mischrohr hinab. Das Gas wird durch das obere Ende hindurch zum Treibstrahl hin gesaugt.

In einer besonderen Ausführungsform der Erfindung, die insbesondere bei Belebungsbecken einsetzbar ist, weist der Injektor zwei Mischrohre auf und zwar ein oberes und ein unteres. In das obere Mischrohr, das vorzugsweise ausserhalb des Behälters angeordnet ist, wird Gas eingesaugt. In das untere Mischrohr, das im Behälter etwa in Höhe der Flüssigkeitsoberfläche angeordnet ist, wird auf der Flüssigkeitsoberfläche schwimmender Schaum eingesaugt. Das Flüssigkeits-Gas-Gemisch, das aus dem oberen Mischrohr nach unten strömt, wirkt als Treibstrahl für das untere Mischrohr. Diese Ausführungsform ist besonders vorteilhaft, wenn die Flüssigkeit belüftet werden soll. Von ausserhalb des Behälters wird frische, sauerstoffhaltige Luft eingesaugt, wohingegen sich im Behälter aus der Flüssigkeit ausgetretene weniger sauerstoffhaltige Abluft sammelt, die abgeführt und eventuell desodoriert wird.

Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich nicht nur aus den Ansprüchen und ihren Merkmalen – für sich oder in Kombination miteinander –, sondern sind auch aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Figuren ersichtlich. Diese zeigen:

Fig. 1 einen Behälter mit einem eingebauten Treibstrahlinjektor in schematischer Darstellung,

Fig. 2 einen Treibstrahlinjektor,

Fig. 3 einen Treibstrahlinjektor mit einer Treibstrahlöse in einer Hülse,

Fig. 4 einen Treibstrahlinjektor mit einem oberen und einem unteren Mischrohr.

In einem Behälter (10) befindet sich Flüssigkeit (12). Oberhalb der Flüssigkeitsoberfläche (14) befin-

det sich Gas in einem Gasraum (16). Über einen Zulauf (18) wird der Behälter mit Flüssigkeit beschickt und über einen Überlauf (20) läuft Flüssigkeit aus dem Behälter (10) ab. Durch eine Gasleitung (22) wird Gas aus dem Gasraum (16) abgeführt.

Der Behälter (10) kann beispielsweise ein anaerober Fermentationsbehälter (Faulbehälter) sein. In diesem Fall handelt es sich bei dem Gas um im Behälter erzeugtes Biogas. Der Behälter (10) kann aber auch ein aerob betriebener Bioreaktor sein. In diesem Fall handelt es sich bei dem Gas um ein sauerstoffhaltiges Gas wie insbesondere Luft.

Über eine Pumpe (24) wird Flüssigkeit durch einen Treibstrahlinjektor (26) umgepumpt. Gas und auf der Flüssigkeit schwimmender Schaum wird dabei in den Injektor (26) eingesaugt. Im Injektor (26) wird der Schaum durch hohe Scherspannungen zerstört und ein Flüssigkeits-Gas-Gemisch (40) gebildet, das durch ein Leitrohr (28) nach unten bis kurz über den Behälterboden (30) gedrückt wird, so dass dort Ablagerungen aufgewirbelt werden. Das eingepresste Gas steigt in der umgebenden Flüssigkeit (12) nach oben und erzeugt dabei turbulente Verwirbelungen und eine die Flüssigkeit (12) im Behälter (10) umwälzende Aufwärtsströmung.

Fig. 2 zeigt einen im Behälter (10) eingebauten Injektor (26). Der Injektor (26) umfasst eine Treibstrahldüse (30) und ein Mischrohr (32). Das Mischrohr geht nach unten über einen Diffusor (34) in das Leitrohr (28) über.

Durch die Treibstrahldüse wird ein nach unten gerichteter Treibstrahl (36) erzeugt, der sich in Form eines spitzwinkligen Kegels erweitert. Der Treibstrahl (36) legt sich von innen an das Mischrohr (32) an und füllt dieses aus. Gas wird sowohl in das Zentrum des sich aufweitenden Treibstrahles (36) als auch in den Zwickel (38) zwischen dem Treibstrahl (36) und dem Mischrohr (32) eingesaugt. Es entsteht ein Flüssigkeits-Gas-Gemisch (40). Im Mischrohr (32) und im sich daran anschliessenden Diffusor (34) wird der Impuls des Treibstrahles (36) umgesetzt in Druck. Während am oberen Ende des Mischrohres (32) ein gegenüber dem Gasraum (16) leichter Unterdruck herrscht, besteht am unteren Ende des Diffusors (34) ein Überdruck. Dieser Überdruck drückt das erzeugte Flüssigkeits-Gas-Gemisch (40), das ein geringeres spezifisches Gewicht hat als die Flüssigkeit (12) im Behälter (10), durch das Leitrohr (28) bis tief in die im Behälter (10) befindliche Flüssigkeit (12) hinab.

Das Mischrohr (32) weist ein erweitertes oberes Ende (42) mit einer trompetenartigen Form auf. Über dessen Rand fließen auf der Flüssigkeitsoberfläche (14) schwimmender Schaum (44) und andere Schwimmstoffe in das Mischrohr (32) hinab. Wenn das obere Mischrohrende (42) knapp unterhalb der Flüssigkeitsoberfläche (14) liegt, so fließt auch Flüssigkeit von der Oberfläche (14) in das Mischrohr (32). Diese einfließende Flüssigkeit transportiert auf ihr schwimmenden Schaum (44) zum Mischrohr (32) hin.

Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Treibstrahlinjektors (26), der im Behälterdach (46)

integriert ist. Die Treibstrahldüse (30) befindet sich innerhalb einer Hülse (48). Die Hülse (48) reicht vom Behälterdach (46) bis unterhalb der Flüssigkeitsoberfläche (14). Wenn die Düse (30) aus der Hülse (48) nach oben gezogen wird, dichtet die Hülse (48) den Gasraum (16) gegenüber der Umgebung ab.

Das Mischrohr (32) hat ein oberes kegelförmig erweitertes Ende (42), das über ein Halterrohr (50) mit dem Behälterdach (46) verbunden ist. Das Halterrohr (50) weist oberhalb der Flüssigkeitsoberfläche (14) angeordnete Durchbrechungen (52) zum Durchlassen von Gas und Schaum auf.

Fig. 4 zeigt einen Treibstrahlinjektor (45) mit einem oberen Mischrohr (54) und einem unteren Mischrohr (56). In das obere Mischrohr (54) wird durch eine Öffnung (57) Gas eingesaugt. Bei diesem Gas kann es sich beispielsweise um Umgebungsluft handeln. Vorzugsweise ist die Treibstrahldüse (58) für das obere Mischrohr (54) oberhalb des Behälterdaches (46) angeordnet, so dass sie leicht auswechselbar ist. Aus dem oberen Mischrohr (54) strömt ein Flüssigkeits-Gas-Gemisch als Treibstrahl (60) nach unten in das untere Mischrohr (56), in das Schaum von der Flüssigkeitsoberfläche (14) eingesaugt wird. Das untere Mischrohr ist im Behälter ungefähr in Höhe der Flüssigkeitsoberfläche (14) angeordnet. Das im unteren Mischrohr (56) erzeugte Flüssigkeits-Gas-Schaum-Gemisch (64) wird durch das Leitrohr (28) nach unten in die Flüssigkeit gepresst.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Einbringen von Gas in eine Flüssigkeit und/oder zumindest teilweise Entfernen von Schaum (44) von einer Oberfläche (14) der in einem Behälter (10) vorhandenen Flüssigkeit (12), dadurch gekennzeichnet, dass in die Flüssigkeit (12), ein sowohl Gas als auch auf der Flüssigkeit vorhandenen Schaum (44) mitreissender Treibstrahl (36, 60) eingepresst wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Treibstrahl (36, 60) bis in Nähe des Bodens des Behälters (30) eingepresst wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der ein Flüssigkeits-Gas-Gemisch (40) erzeugende Treibstrahl (36, 60) derart in die Flüssigkeit (12) eingepresst wird, dass sich eine Schaum zerschlagende Scherspannung ausbildet.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schaum (44) mitreissende und zerschlagende Treibstrahl (36, 60) eine Geschwindigkeit von 5 bis 25 m/s, vorzugsweise 10 bis 20 m/s aufweist.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der das Flüssigkeits-Gas-Gemisch (40) erzeugende Treibstrahl (36, 60) in einer Menge und/oder mit einer Geschwindigkeit in die Flüssigkeit (12) eingepresst wird, dass sich eine in etwa gleichbleibende Schaumhöhe auf der Flüssigkeitsoberfläche (14) ausbildet.

6. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Treibstrahl (36, 60) durch Umpumpen von Flüssigkeit (12) und das Flüssigkeits-

Gas-Gemisch (40) durch Einsaugen von Gas bzw. Schaum in den durch die Flüssigkeitsoberfläche (14) strömenden Treibstrahl (36, 60) erzeugt wird.

7. Vorrichtung zum Einbringen von Gas in eine Flüssigkeit und/oder zumindest teilweise Entfernen von Schaum (44) von einer Oberfläche (14) der in einem Behälter (10) vorhandenen Flüssigkeit (12), der oberhalb der Flüssigkeit (12) einen umfangsseitig geschlossenen Gasraum (16) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung einen Gas- und/oder Schaumeintrittsöffnung (52) vom Gasraum (10) aufweisenden Treibstrahlinjektor (26, 45) mit einer in dem Behälter (10) angeordneten Treibstrahldüse (30, 62) und zumindest einem Mischrohr (32, 56) aufweist, welches sich unmittelbar oder mittelbar über ein von diesem ausgehendes Leitrohr (28) nach unten in die Flüssigkeit (12) erstreckt, wobei der Treibstrahlinjektor (26, 54) in einem Flüssigkeit aus dem Behälter (10) führenden offenen oder geschlossenen Kreislauf angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Gas- bzw. Schaumeintrittsöffnung (42, 52) unterhalb, oberhalb oder im Bereich der Flüssigkeitsoberfläche (14) angeordnet ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Eintrittsöffnungen (52) im vorbestimmten Umfang auf die Flüssigkeitsoberfläche (14) einstellbar sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Mischrohr (32, 56) in ein behälterbodenseitiges Leitrohr (28) übergeht.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Leitrohr (28) einen größeren Innendurchmesser aufweist als das Mischrohr (32, 56) und zwischen dem Mischrohr (32, 56) und dem Leitrohr (28) ein Diffusor (34) angeordnet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Leitrohr (28) zumindest abschnittsweise flexibel ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Leitrohr (28) zumindest abschnittsweise ein Schlauch ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Leitrohr (28) eine Austrittsöffnung bzw. einen Austrittskanal derart aufweist, dass dem Flüssigkeits-Gas-Gemisch (40) eine horizontale Kraftkomponente aufgeprägt ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Leitrohr (28) über zumindest ein Zugelement mit dem Behälter (10) verbunden ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Leitrohr (28) durch ein Gewicht beschwert ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Behälter (10) mehrere Treibstrahlinjektoren (26, 45) angeordnet sind, die gleichzeitig oder zeitlich versetzt betreibbar sind.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Behälter (10) mit kreisförmiger Grundfläche und einem Radius R mehrere Treibstrahlinjektoren auf einem konzentrischen Kreis mit einem Radius r angeordnet sind, wobei  $0,5 \leq r/R \leq 0,8$  ist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Geschwindigkeit der die Treibstrahldüse (30, 58) verlassenden Flüssigkeit zwischen 5 und 25 m/s, vorzugsweise zwischen 10 und 20 m/s liegt.

20. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Flüssigkeits-Gas-Gemisch (40) am unteren Ende des Mischrohrs (32, 56) eine Geschwindigkeit hat, die zwischen 30 und 70% der Geschwindigkeit der die Treibstrahldüse (30, 62) verlassenden Flüssigkeit des Treibstrahls (36) liegt.

21. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Diffusor (34) einen sich behälterbodenseitig erweiternden Kegelabschnitt umfasst, dessen Öffnungswinkel vorzugsweise  $10-30^\circ$  beträgt.

22. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Flüssigkeits-Gas-Gemisch (40) im Leitrohr (28) unterhalb des Diffusors (34) eine Geschwindigkeit zwischen 1 und 3 m/s aufweist.

23. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Volumenstromverhältnis von Gas zu Flüssigkeit im Mischrohr (32, 56) zwischen 0,5:1 und 1,5:1 beträgt.

24. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Leitrohr (28) in die Flüssigkeit (12) bis zu einer Tiefe zwischen 5 und 25 m eintaucht.

25. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Treibstrahldüse (30, 62) bei fehlender Flüssigkeitsströmung in die Flüssigkeit eintaucht.

26. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Treibstrahldüse (30) herausnehmbar innerhalb einer, gegebenenfalls in die Flüssigkeit eintauchender Hülse (48) angeordnet ist.

27. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Mischrohr (32, 56) als Gas- bzw. Schaumeintrittsöffnung ein sich treibstrahl-düsenseitig erweiterndes freies Ende (42) aufweist.

28. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Treibstrahlinjektor (45) ein oberes Mischrohr (54) und ein unteres Mischrohr (56) aufweist, dass in das obere Mischrohr (54) Gas und in das untere Mischrohr (56) Schaum eingesaugbar ist und dass das aus dem oberen Mischrohr (54) ausströmende Flüssigkeits-Gas-Gemisch (60) Treibstrahl für das untere Mischrohr (56) ist.

29. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Behälter ein Faulbehälter (10) ist.

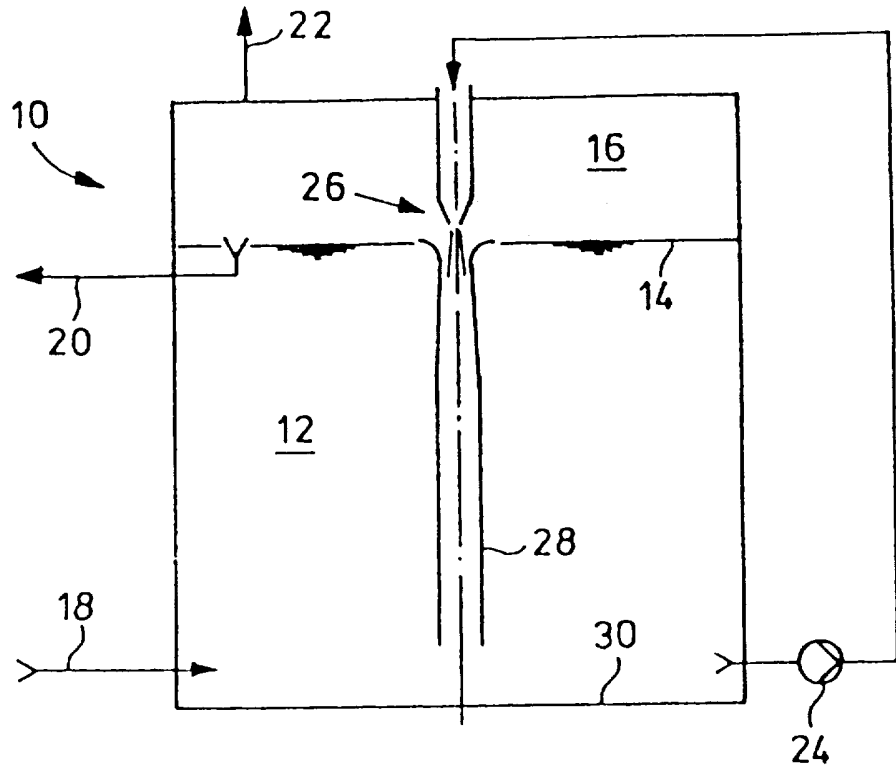


Fig. 1

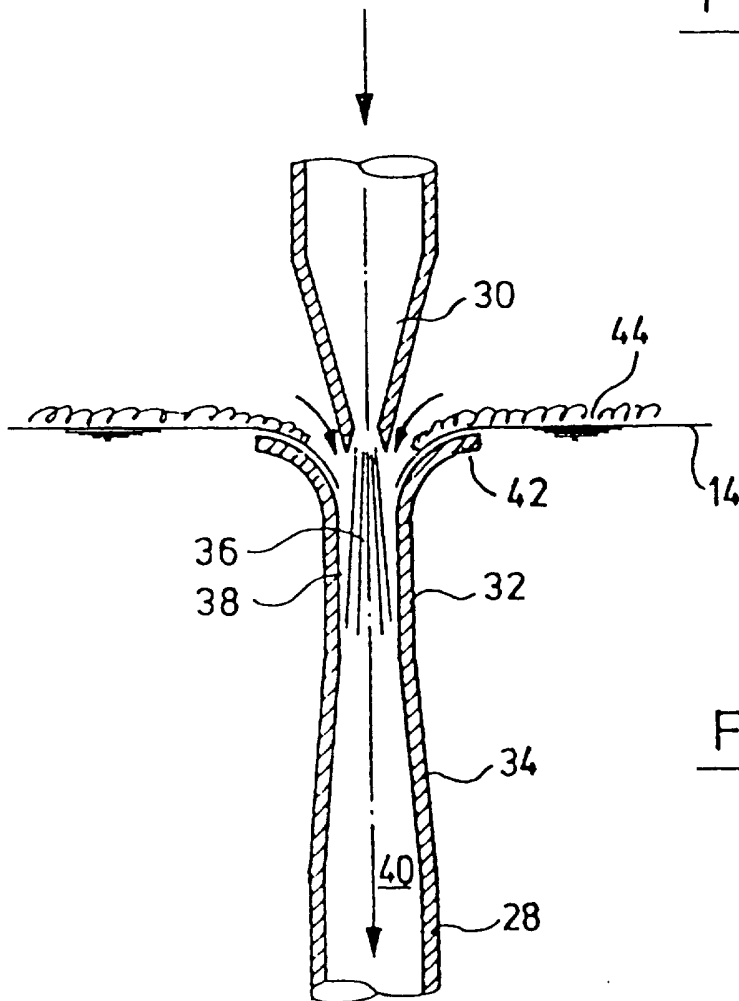


Fig. 2

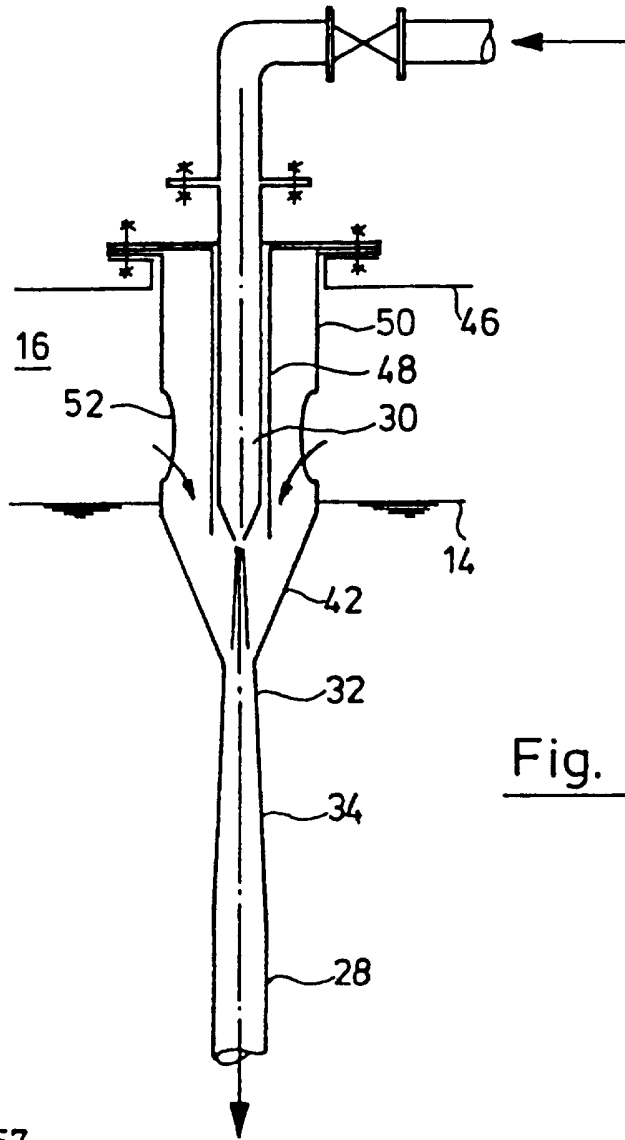


Fig. 3

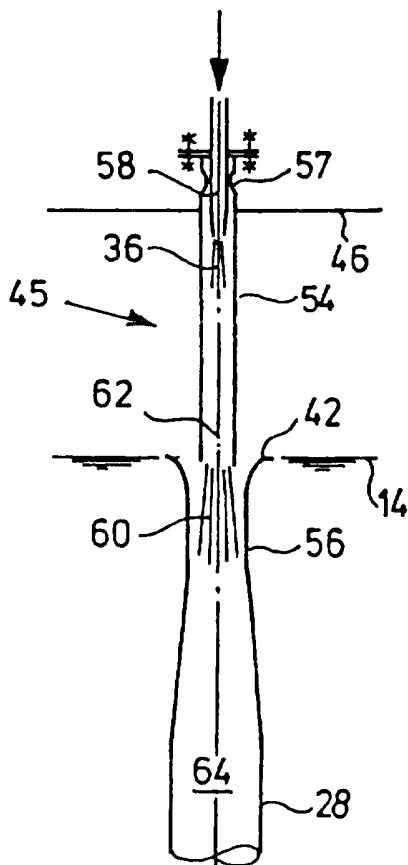


Fig. 4