



AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP B 01 F / 287 637 1

(22) 06.03.86

(44) 04.03.87

(31) 850918

(32) 07.03.85

(33) FI

(71) siehe (73)

(72) Sivonen, Markus, FI

(73) PLAN-SELL OY, 00250 Helsinki, FI

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Einführen eines Gases oder Gasgemisches in eine Flüssigkeit

(57) Ein senkrechtes Rohr ist in einem Tank in einer Flüssigkeit angeordnet, welche mittels einer im Rohr angeordneten Flüssigkeitsfördevorrichtung mit einem Flügelrad von oben nach unten durch das Rohr gedrückt wird. Mittels einer in Richtung der Flüssigkeitsströmung dem Flügelrad nachgeschalteten Gaszufuhrvorrichtung wird Gas in die Flüssigkeit eingeleitet. Die vom Flügelrad verursachte turbulente Bewegung der Flüssigkeit wird gedämpft, indem im Rohr nach dem Flügelrad und in der Nähe desselben Umlenkglieder in radialer Ausrichtung und hauptsächlich parallel zum Rohr eingepaßt sind. Das Gas wird in die Flüssigkeit auf der frühesten Stufe in bezug auf die Richtung der Flüssigkeitsströmung nach dem Dämpfen der turbulenten Bewegung, wenn die Flüssigkeit hauptsächlich in Richtung des Rohres fließt, eingeführt. Das Flügelrad und die Umlenkglieder sind aneinander angepaßt, so daß die Richtung der Flüssigkeitsströmung, die den Flügel des Flügelrades verläßt, im wesentlichen parallel zur Tangente an der angeströmten Kante des Umlenkgliedes verläuft. Fig. 1

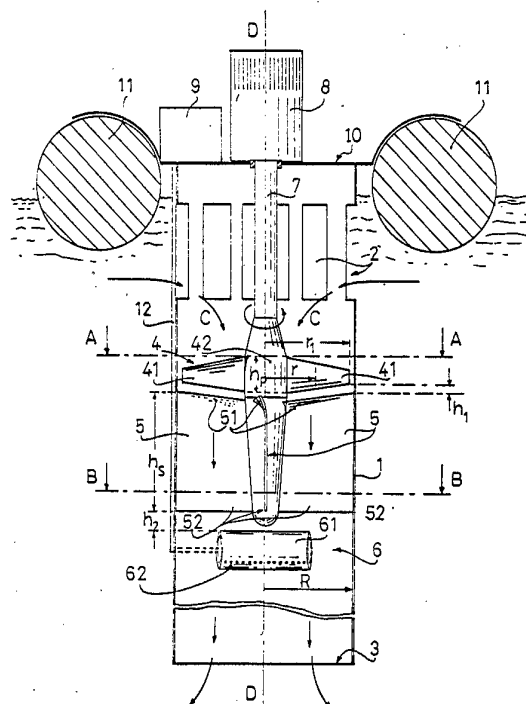


FIG. 1

Erfindungsanspruch:

1. Verfahren zum Einführen eines Gases oder Gasgemisches in eine Flüssigkeit, bei dem ein vorzugsweise senkrecht in einer Flüssigkeit angeordnet ist, die in seinem Tank oder einem gleichwertigen Raum enthalten ist, und die Flüssigkeit mittels einer innerhalb des Rohres eingebauten und mit einem Flügelrad versehenen Flüssigkeitsfördevorrichtung veranlaßt wird, in dem Rohr von oben nach unten zu fließen und Gas in Strömungsrichtung gesehen nach dem Flügelrad in die Flüssigkeit eingeleitet wird, **gekennzeichnet dadurch**, daß die vom Flügelrad in der Flüssigkeit erzeugte turbulente Bewegung geschwächt wird, indem nach dem Flügelrad und in der Nähe desselben Umlenkglieder in dem Rohr vorgesehen sind, die radial und hauptsächlich parallel zum Rohr angeordnet sind, und das Gas in die Flüssigkeit an der frühesten Stufe in bezug auf die Strömungsrichtung eingeführt wird, nachdem die turbulente Bewegung gedämpft wurde und die Flüssigkeit hauptsächlich in Richtung des Rohres fließt.
2. Verfahren nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Flügelrad und die Umlenkglieder so aneinander angepaßt sind, daß die Richtung der Wasserströmung, die den Flügel des Flügelrades verläßt, etwa parallel zur Tangente der angeströmten Kante des Umlenkgliedes verläuft.
3. Verfahren nach Punkt 1 und 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Flügelrad in dem Rohr so angeordnet ist, daß der Drehbereich des Flügelrades mindestens 80% des Rohres bedeckt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Punkte, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Umlenkglieder der so in dem Rohr angeordnet sind, daß sie sich in Richtung des Radius des Rohres vorteilhafterweise über den ganzen Drehbereich des Flügelrades erstrecken.
5. Verfahren nach Punkt 3 oder 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Gas in die Flüssigkeit in demjenigen Bereich eingeführt wird, der zwischen den Umlenkgliedern oder deren denkbaren Fortsetzungen frei geblieben ist, und so daß die Gasströmung in die Flüssigkeit hauptsächlich in Richtung der Flüssigkeitsströmung gerichtet ist.
6. Verfahren nach Punkt 3 oder 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß Gas in die Flüssigkeit durch die Umlenkglieder und so eingeführt wird, daß die Gasströmung in die Flüssigkeit hauptsächlich in Richtung der Flüssigkeitsströmung gerichtet ist.
7. Vorrichtung zum Einführen eines Gases oder Gasgemisches in eine Flüssigkeit mit einem Rohr, welches vorzugsweise in vertikaler Stellung in einem eine Flüssigkeit enthaltenden Tank oder einem gleichwertigen Behälter eingebaut ist und welches mit einem Einlaß und einem Auslaß für Flüssigkeit versehen ist und innerhalb dessen eine Flüssigkeitsfördevorrichtung eingebaut ist, die mit einem Flügelrad versehen ist, sowie in Strömungsrichtung dahinter mit einer Gaszufuhrvorrichtung, durch die Gas in die Flüssigkeitsströmung eingeführt wird, wobei das Flügelrad dazu benutzbar ist, die Flüssigkeit und das Gemisch aus Flüssigkeit und Gas von oben nach unten durch das Rohr fließen zu lassen, **gekennzeichnet dadurch**, daß zwischen dem Flügelrad (4) und der Gaszufuhrvorrichtung (6) Umlenkglieder (5) vorgesehen sind, die radial und hauptsächlich parallel zum Rohr (1) angeordnet sind, und daß die Abgabeöffnungen (62) der Gaszufuhrvorrichtung (6) an die Innenseite des Rohres (1) auf der frühesten Stufe in bezug auf die Strömungsrichtung in der Ebene senkrecht zur Achse (D-D) des Rohres (1) angeschlossen sind, wo die Flüssigkeit bereits hauptsächlich in Richtung der Achse (D-D) des Rohres (1) fließt.
8. Vorrichtung nach Punkt 7, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Umlenkglieder (5) an demjenigen Ende (51) gekrümmt sind, welches der Flügelradseite in Richtung des Rohres (1) zugewandt ist, und am anderen Ende (52) an der Ausgangsseite vorzugsweise parallel zur Achse (D-D) des Rohres (1) verlaufen, und daß die Tangente (E) an der inneren Oberfläche des Flügels an einem Punkt der nachlaufenden Kante (41 a) jedes Flügels (41) des Flügelrades (4), die die Richtung ($\vec{v}_2$) der diesen Punkt verlassenden Wasserströmung bestimmt, und die Tangente (F), die an jedem entsprechenden Punkt der an der Flügelradseite liegenden angeströmten Kante (51 a) jedes Umlenkgliedes (5) gedacht ist, so aneinander angepaßt sind, daß die Richtung ($\vec{v}_2$) der den Flügel (41) des Flügelrades verlassenden Wasserströmung etwa parallel zur Tangente (F) an der angeströmten Kante (51 a) des Umlenkgliedes (5) verläuft, wobei die beiden Punkte im gleichen Abstand (r) von der Achse (D-D) des Rohres in bezug auf die Querschnittsebene des Rohres liegen.
9. Vorrichtung nach Punkt 7 oder 8, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Verhältnis zwischen dem Drehbereich (πr^2) des Flügelrades (4) und dem Querschnittsbereich (πR^2) des Rohres (1) $\geq 0,8$ ist.
10. Vorrichtung nach den Punkten 7, 8 oder 9, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Breite der Umlenkglieder (5) in der Ebene senkrecht zur Achse (D-D) des Rohres (1) vorzugsweise ungefähr gleich dem Radius (R) des Rohres ist, und daß der größte Abstand (h_1) zwischen dem Flügelrad und den Umlenkgliedern in Rohrrichtung kürzer ist als die maximale Höhe (h_p) des Flügelrades.
11. Vorrichtung nach Punkt 9 oder 10, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Gaszufuhrvorrichtung (6) aus mindestens einem Glied (61) mit klingenartigem Profil besteht, an dessen Seiten, vorzugsweise an den nach unten gekrümmten Teilen und/oder der nachlaufenden Kante Abgabeöffnungen (62) in bestimmten Abständen voneinander vorgesehen sind, und daß die Gaszufuhrvorrichtung (6) mittels einer Leitung (12) oder eines gleichwertigen Gliedes an ein Gasgebläse (9) oder dgl. angeschlossen ist.
12. Vorrichtung nach Punkt 9, 10 oder 11, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Abstand (h_2) der klingenartigen Glieder (61) der Gaszufuhrvorrichtung (6) von den Umlenkgliedern (5) in Richtung der Achse (D-D) des Rohres (1) kürzer ist als die Länge (h_s) der Umlenkglieder (5) in Richtung des Rohres.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einführen eines Gases oder Gasgemisches in eine Flüssigkeit. In der in einem Tank oder ähnlichen Raum enthaltenen Flüssigkeit ist ein vorzugsweise senkrecht in einer Flüssigkeit angeordnet, durch welches die Flüssigkeit mit Hilfe einer im Rohr angeordneten Vorrichtung zum Fördern der Flüssigkeit von oben nach unten durch das Rohr geleitet wird. Die Vorrichtung zum Transport der Flüssigkeit ist mit einem Laufrad versehen, und in Strömungsrichtung hinter diesem Laufrad wird der Flüssigkeit ein Gas zugeführt.

Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zum Einführen eines Gases oder Gasgemisches in eine Flüssigkeit. Die Vorrichtung weist ein vorzugsweise senkrecht in einem eine Flüssigkeit enthaltenden Tank o. dgl. angeordnetes Rohr auf, welches einen Flüssigkeitseinlaß sowie einen Flüssigkeitsauslaß hat. Innerhalb des Rohres ist eine mit einem Laufrad versehene Vorrichtung zum Transport der Flüssigkeit sowie eine Gaszufuhrvorrichtung angeordnet, die in Strömungsrichtung unterhalb des Laufrades vorgesehen ist und durch die Gas in die Flüssigkeitsströmung eingeführt wird. Das Laufrad veranlaßt die Flüssigkeit sowie das Gemisch aus Flüssigkeit und Gas durch das Rohr abwärts, d. h. von oben nach unten zu fließen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bei einem bekannten Verfahren wird ein Gas oder Gasgemisch auf den Boden eines Flüssigkeit enthaltenden Tanks geblasen und steigt von dort in Bläschen unmittelbar und rasch an die Oberfläche der Flüssigkeit an, von wo aus es an die Umgebung abgegeben wird. Dabei wird nur ein geringer Teil des Gases in die Flüssigkeit übertragen, so daß ständig und in großen Mengen Gas in die Flüssigkeit eingeblasen werden muß. Bei diesem Verfahren steigt deshalb der Energieverbrauch unmaßig an, während der Wirkungsgrad der Gassübertragung niedrig bleibt.

Bei einem anderen, verbesserten Verfahren wird ein Gas oder Gasgemisch auf den Boden eines eine Flüssigkeit enthaltenden Tanks geblasen, und die vom Boden aufsteigenden Gasblasen werden mittels eines Rührwerks in Form eines rasch umlaufenden Läufers mit ebener Schaufel in die Flüssigkeit eingemischt. Bei Anwendung dieses Verfahrens kann der Wirkungsgrad der Gasübertragung etwas verbessert werden; aber der Energieverbrauch im Vergleich zur übertragenen Gasmenge ist immer noch hoch.

Durch die finnische Patentveröffentlichung Nr. 35233 wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Belüften von Ablaufflüssigkeiten in einem biologischen Behandlungsprozeß eingeführt. Bei diesem Verfahren wird Wasser veranlaßt, an einer oder mehreren Stellen durch ein zylindrisches Rohr von oben nach unten innerhalb des Tanks im wesentlichen in senkrechter Richtung zu fließen, und zwar zunächst in der Nähe des Bodens des Tanks und anschließend seitlich.

Dem im Rohr nach unten fließenden Wasser wird Luft zugemischt, so daß das Wasser gemeinsam mit der eingemischten Luft nach unten fließt. Gemäß dieser Abwandlung dieses Verfahrens wird das Abwärtsfließen des Wassers im Rohr und das Einmischen der Luft mit Hilfe eines Flügelrades, eines Pulsators oder dgl. durchgeführt und Luft durch eine rohrförmige Leitung entweder oberhalb oder unterhalb des Flügelrades zugeführt.

Was den Energieverbrauch betrifft, ist das vorstehend beschriebene Verfahren günstiger als andere bekannte Verfahren. Es braucht keine Luft oder Gas gegen hohen Flüssigkeitsdruck nach unten zum Tankboden gepreßt zu werden, was viel Energie kostet. Statt dessen wird das Gemisch aus Luft, Wasser oder Gas und Flüssigkeit mit Hilfe des Flügelrades tiefer nach unten gepumpt, so daß der Energieverbrauch verhältnismäßig gering bleibt.

Allerdings hat auch dieses Verfahren seine Nachteile. Wenn das Flügelrad, der Pulsator oder dgl. in Betrieb ist, wird auch das Umgebungswasser und/oder Luft und Wassergemisch in turbulente Bewegung versetzt. Folglich können die im Wasser enthaltenen oder nach dem Flügelrad zugeführten Luftbläschen, da sie leichter sind als Wasser, zur Nähe der Mittelachse des Rohres abgetrennt und sogar zu großen Blasen vereinigt werden. Eine homogene Verteilung der Luft in das im Rohr strömende Wasser wird unabhängig von der Art, in der Luft eingeführt wird, verhindert. Folglich nimmt der Wirkungsgrad der Luftübertragung in die Flüssigkeit ab.

Eine weitere Vorrichtung zum Belüften von Ablaufflüssigkeiten, bei der das vorstehend beschriebene Verfahren angewandt wird, geht aus der britischen Patentveröffentlichung 1 421 668 hervor. Diese Vorrichtung weist eine längliche Kammer am oberen Ende auf, sowie ein Flügelrad, ein Schaufelrad oder dgl., eine Luftzufuhreinrichtung und Umlenkplatten, die in der Kammer angeordnet sind. Das Rohr ist schmaler als die Kammer und erstreckt sich in Strömungsrichtung nach unten zum Boden der Kammer. In die Ablaufflüssigkeit wird Luft innerhalb der Kammer eingelassen, wo das Flügelrad das Wasser und die Luft aufrührt und das Gemisch nach unten in das anschließende Rohr schiebt. In den Innenwänden der Kammer sind sowohl oberhalb als auch unterhalb des Flügelrades ebene Umlenkplatten angeordnet, die parallel zur Längsachse des Rohrs ausgerichtet sind. Aufgabe dieser Umlenkplatten ist es, zu verhindern, daß das vom Flügelrad aufgerührte Gemisch aus Luft und Wasser eine turbulente Bewegung annimmt und dessen Bewegung so umzuwandeln, daß sie axial nach unten gerichtet ist.

Zu den Nachteilen der Vorrichtung der genannten britischen Patentschrift sei darauf hingewiesen, daß das Flügelrad oder dgl. so angeordnet ist, daß es sich in dem Gas- und Flüssigkeitsgemisch dreht. Ein wirksamer und rentabler Flüssigkeitstransport im Vergleich zum Energieverbrauch wird nur dann erzielt, wenn das Flügelrad in Flüssigkeit allein arbeitet. Ein weiterer nennenswerter Nachteil besteht in der Tatsache, daß die Umlenkplatten ihre angedeutete Funktion nicht erfüllen. Die oberhalb des Flügelrades angeordneten Umlenkplatten sind in der Innenwand der Kammer in der Nähe des Bodens derselben an der Verbindungsstelle der Kammer mit dem Rohr eingebaut. Diese Umlenkplatten und das Flügelrad haben keine klar definierte gegenseitige Verbindung, die zum Verhindern turbulenter Ströme wesentlich wäre.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, ein verbessertes Verfahren und eine verbesserte Vorrichtung zum Einführen eines Gases oder Gasgemisches in Flüssigkeit zu schaffen, bei denen die Nachteile der vorstehend beschriebenen Verfahren und Vorrichtungen vermieden sind.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Einführen eines Gases oder Gasgemisches in eine Flüssigkeit zu schaffen, die bei hohem Wirkungsgrad ein gutes Einmischen ermöglicht.

Das Verfahren gemäß der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß die vom Flügelrad erzeugte turbulente Bewegung abgeschwächt wird, indem das Rohr mit Umlenkgliedern versehen ist, die radial im Rohr nach dem Flügelrad und in der Nähe

desselben im wesentlichen parallel zum Rohr eingebaut sind, und daß Gas in Strömungsrichtung gesehen auf der frühesten Stufe erst dann in die Flüssigkeit eingeführt wird, wenn die turbulente Bewegung gedämpft ist und die Flüssigkeit hauptsächlich in Richtung des Rohres fließt.

Hinsichtlich des Wirkungsgrades bei der Zufuhr des Gasgemisches in die Flüssigkeit ist es wesentlich, daß der Flüssigkeit die Maximalmenge an Gas zugemischt wird, daß das Gas in der Flüssigkeit homogen verteilt wird, und daß bei dem Betrieb nur eine minimale Menge an Energie verbraucht wird. Diese Gesichtspunkte werden bei dem Verfahren und der Vorrichtung gemäß der Erfindung optimal berücksichtigt.

Durch die gegenseitige Anpassung der Schaufeln oder Flügel des Flügelrades und der Umlenkglieder in der erfindungsgemäßen Weise kann die vom Flügelrad erzeugte turbulente Bewegung wirksam gedämpft werden. Damit wird die in der turbulenten Bewegung der Flüssigkeit gebundene kinetische Energie in kinetische Energie der Strömung umgewandelt, die parallel zur Rohrachse gerichtet ist.

Durch das Einstellen des Flügelrades und der Umlenkglieder in solcher Weise, daß die Richtung der das Flügelrad verlassenden Flüssigkeitsströmung etwa parallel zur Tangente an der angeströmten Kante des Umlenkgliebes verläuft, wird ein neues Verfahren zum Dämpfen von Turbulenz erzielt, welches viel wirkungsvoller ist als bei Anwendung bekannter Verfahren.

Nach dem Dämpfen turbulenter Ströme auf die vorstehend beschriebene Weise können merklich größere Gasmengen als früher in die Flüssigkeitsströmung eingeführt werden, die nunmehr hauptsächlich in Richtung des Rohres fortschreitet.

Eine wesentliche Erhöhung der Gasmengen wird allerdings nur unter günstigen Bedingungen erreicht. Um solche Bedingungen zu schaffen, wird zunächst das Flügelrad so ins Innere des Rohres eingepaßt, daß der Drehbereich des Flügelrades mindestens 80% der Querschnittsfläche des Rohres bedeckt. Zweitens werden die Umlenkglieder so in das Rohr eingepaßt, daß sie sich in Richtung des Radius des Rohres vorteilhafterweise über den ganzen Drehbereich des Flügelrades erstrecken. Wenn die erste Bedingung nicht erfüllt ist, fließt Flüssigkeit im Rohr mit unregelmäßiger Geschwindigkeit, und ein Teil der in die Flüssigkeit eingeführten großen Gasmenge kann nach oben durch die ringförmige Öffnung entweichen, die zwischen den Spitzen der Flügel des Flügelrades und dem Rohrgehäuse frei geblieben ist. Dadurch kann sowohl der Transport der Flüssigkeit als auch die Zufuhr des Gases in die Flüssigkeit entscheidend gestört werden. Gemäß dem zweiten Erfordernis erstrecken sich die Umlenkglieder in vorteilhafter Weise über den ganzen Querschnittsbereich des Rohres, und ihr Einfluß in der strömenden Flüssigkeit an jeder speziellen Stelle innerhalb des Rohres ist gleich stark. Wenn sich die Anströmkanten der Umlenkglieder nahe zu den nachlaufenden Kanten der Flügel des Flügelrades erstrecken, ist der Einfluß des Anpaßvorganges am wirksamsten, und es werden keine turbulenten Ströme in der Flüssigkeit erzeugt.

Das Einführen von Gas in die Strömung kann erfolgen, unmittelbar nachdem die Flüssigkeitsströmung gerichtet wurde und der Strom im wesentlichen parallel zum Rohr fließt. Das kann beispielsweise so erfolgen, daß Gas in die Flüssigkeit in einem Bereich eingeführt wird, der zwischen den Umlenkgliedern oder ihren denkbaren Fortsetzungen frei geblieben ist oder so, daß Gas durch die Umlenkglieder selbst in die Flüssigkeit eingeführt wird. In beiden Fällen ist die Gasströmung in die Flüssigkeit hauptsächlich in Richtung der Flüssigkeitsströmung gerichtet, so daß die kinetische Energie des Gases genutzt wird, und den Strom aufrechtzuerhalten. Durch diese Anordnung wird der Gesamtenergieverbrauch herabgesetzt. Wird das Gas in der zuerst beschriebenen Weise in die Flüssigkeit eingeführt, d. h. in den Bereich, der zwischen den Umlenkgliedern verblieben ist, so kann eine homogene Verteilung von Gas in Flüssigkeit erreicht werden. Das zuletzt genannte Verfahren kann einfach durch Verwendung bestehender Konstruktionen angewendet werden.

Die Vorrichtung zum Einführen eines Gases oder Gasgemisches in eine Flüssigkeit mit einem Rohr, welches vorzugsweise in vertikaler Stellung in einem eine Flüssigkeit enthaltenden Tank oder einem gleichwertigen Behälter eingebaut ist und welches mit einem Einlaß und einem Auslaß für Flüssigkeit versehen ist und innerhalb dessen eine Flüssigkeitsvorrichtung eingebaut ist, die mit einem Flügelrad versehen ist, sowie in Strömungsrichtung dahinter mit einer Gaszufuhrvorrichtung, durch die Gas in die Flüssigkeitsströmung eingeführt wird, wobei das Flügelrad dazu benutzbar ist, die Flüssigkeit und das Gemisch aus Flüssigkeit und Gas von oben nach unten durch das Rohr fließen zu lassen, ist dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Flügelrad und der Gaszufuhrvorrichtung Umlenkglieder vorgesehen sind, die radial und hauptsächlich parallel zum Rohr angeordnet sind, und daß die Abgabeöffnungen der Gaszufuhrvorrichtung an die Innenseite des Rohres auf der frühesten Stufe in bezug auf die Strömungsrichtung in der Ebene senkrecht zur Achse (D–D) des Rohres angeschlossen sind, wo die Flüssigkeit bereits hauptsächlich in Richtung der Achse (D–D) des Rohres fließt.

Vorzugsweise sind die Umlenkglieder an demjenigen Ende gekrümmt, welches der Flügelradseite in Richtung des Rohres zugewandt ist. Am anderen Ende an der Ausgangsseite verlaufen sie vorzugsweise parallel zur Achse des Rohres. Weiterhin ist es zweckmäßig, wenn die Tangente an der inneren Oberfläche des Flügels an einem Punkt der nachlaufenden Kante jedes Flügels des Flügelrades, die die Richtung der diesen Punkt verlassenden Wasserströmung bestimmt, und die Tangente, die an jedem entsprechenden Punkt der an der Flügelradseite liegenden angeströmten Kante jedes Umlenkgliebes gedacht ist, so aneinander angepaßt sind, daß die Richtung der den Flügel des Flügelrades verlassenden Wasserströmung etwa parallel zur Tangente an der angeströmten Kante des Umlenkgliebes verläuft, wobei die beiden Punkte im gleichen Abstand von der Achse des Rohres in bezug auf die Querschnittsebene des Rohres liegen.

Das Verhältnis zwischen dem Drehbereich des Flügelrades und dem Querschnittsbereich des Rohres ist $\geq 0,8$.

Die Breite der Umlenkglieder in der Ebene senkrecht zur Achse des Rohres ist vorzugsweise ungefähr gleich dem Radius des Rohres und der größte Abstand zwischen dem Flügelrad und den Umlenkgliedern in Rohrrichtung ist kürzer als die maximale Höhe des Flügelrades.

Die Gaszufuhrvorrichtung besteht aus mindestens einem Glied mit klingenartigem Profil, an dessen Seiten, vorzugsweise nach den nach unten gekrümmten Teilen und/oder der nachlaufenden Kante in bestimmten Abständen voneinander Abgabeöffnungen vorgesehen sind, wobei die Gaszufuhrvorrichtung mittels einer Leitung oder eines gleichwertigen Gliedes an ein Gasgebläse oder dgl. angeschlossen ist.

Der Abstand der klingenartigen Glieder der Gaszufuhrvorrichtung von den Umlenkgliedern in Richtung der Achse des Rohres ist kürzer, als die Länge der Umlenkglieder in Richtung des Rohres.

Ausführungsbeispiel

Im folgenden ist die Erfindung mit weiteren vorteilhaften Einzelheiten anhand eines schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: ein teilweise geschnittenes Schema eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung zum Einführen von Gas in Flüssigkeit;

Fig. 2: eine schematische Erläuterung der gegenseitigen Anpassung des zum Leiten der Flüssigkeitsströmung konstruierten Flügels und Umlenkgliedes;

Fig. 3: den Schnitt A-A in Fig. 1 in Richtung der Rohrachse gesehen;

Fig. 4: den Schnitt B-B durch die Vorrichtung gemäß Fig. 1.

In Fig. 1 ist eine Vorrichtung gemäß der Erfindung dargestellt, die insbesondere zum Einführen von Luft in Wasser ausgelegt ist, wobei jedoch offenkundig ist, daß sich die Vorrichtung zum Einführen eines beliebigen Gases oder Gasgemisches in Flüssigkeit eignet.

Aus Fig. 1 geht hervor, daß Schwimmer 11 angeordnet sind, um die Vorrichtung in einem Wassertank abzustützen. Die Vorrichtung weist ein zylindrisches Rohrlauf, welches vorteilhafterweise senkrecht in dem Wassergefäß angeordnet ist. Das Rohr hat mindestens einen Einlaß 2 und einen Auslaß 3 für Wasser. Im Innern des Rohres 1 ist längs der Achse D-D ein Flügelrad 4 eingepaßt, welches das Wasser veranlaßt, in Richtung C von oben nach unten durch das Rohr 1 zu fließen, d. h. durch den Einlaß 2 herein und durch den Auslaß 3 hinaus. In Strömungsrichtung hinter dem Flügelrad 4 weist das Rohr 1 Umlenkglieder 5 sowie eine Gaszufuhrvorrichtung 6 auf. Die Umlenkglieder 5 sind in radialer Richtung und hauptsächlich parallel zum Rohr 1 angeordnet. Die Gaszufuhrvorrichtung 6 hat die Abgabeöffnungen für Gas, die so an Innere des Rohres 1 angeschlossen sind, daß sie in Strömungsrichtung an der frühestmöglichen Stufe in einer horizontalen Ebene im Rohr 1 münden, wo die Flüssigkeit bereits hauptsächlich in Richtung der Achse D-D im Rohr 1 fließt. Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Gaszufuhrvorrichtung 6 an ein Luftgebläse 9 angeschlossen. Aber die Gaszufuhrvorrichtung 6 kann auch an einem Sauerstoffbehälter oder ein sonstiges Gefäß oder eine Vorrichtung zum Übertragen oder Erzeugen von Sauerstoff angeschlossen sein.

Von den Schwimmern 11 abgestützt schwimmt ein Floß 10 im Wasser, an welchem ein Motor 8 sowie das Luftgebläse 9 angebracht ist. Der Motor 8 ist mit der Drehachse 42 des Flügelrades 4 mittels einer Welle 7 verbunden. Das Luftgebläse 9 ist über Leitungen 12 in Form von Rohren oder Schläuchen an die Luftzufuhrvorrichtung 6 angeschlossen, die innerhalb des Rohres 1 liegt.

Das Flügelrad 4 weist zwei oder mehr Flügel 41 auf, die um die Drehachse 42 herum symmetrisch befestigt sind. Die Maße des Flügelrades 4 sind in allgemein bekannter Weise so gewählt, daß der Druckunterschied über das Flügelrad 4 hinweg an jeder einzelnen Stelle desselben im Betrieb gleich groß ist. So kann das Flügelrad 4 Wasser im Rohr 1 mit gleicher Kraft über den ganzen Drehbereich des Flügelrades 4 hinweg drücken. Hierbei ist als Drehbereich des Flügelrades 4 die Fläche des Kreises bestimmt, den die Spitzen der Flügel 41 des Flügelrades 4 beim Drehen beschreiben, wobei die Spitzen von der Mittelachse den Abstand r_1 haben.

In der Praxis ist die Form des Flügels 41 des Flügelrades 4 so, daß der zwischen der Tangente E der nachlaufenden oder Hinterkante 41 a des Flügels 41 (Fig. 2) und der Drehebene P-P des Flügelrades 4 eingeschlossene Winkel, d. h. der Hinterkantenwinkel α sich als Funktion des Abstandes r (Fig. 1) ändert. Das beruht auf der Tatsache, daß sich beim Betrieb des Flügelrades 4 die Umfangsgeschwindigkeit an getrennten Punkten der Hinterkante 41 a des Flügels 41 im Abstand r ändert: In der Nähe der Spitze des Flügels 41 ist die Umfangsgeschwindigkeit hoch und der Hinterkantenwinkel α klein, während in der Nähe der Drehachse 42 des Flügelrades die Umfangsgeschwindigkeit gering und der Hinterkantenwinkel α groß ist.

Der Hinterkantenwinkel α der Hinterkante 41 a des Flügels 41 bestimmt den Winkel, unter dem Wasser den Flügel 41 verläßt. In Fig. 2 ist ein Querschnitt durch den Flügel 41 und das Umlenkglied 5 beispielsweise im Abstand r von der Flügelradachse gemäß Fig. 1 dargestellt. Die Drehrichtung des Flügelrades 4 ist mit P_p und die Richtung der Flügelradachse mit P_a bezeichnet, wobei die letztere parallel zur Achse D-D des Rohres 1 verläuft.

Der Umfangsgeschwindigkeitsvektor des Flügels 41 des Flügelrades 4 ist mit $\vec{v}_p$ bezeichnet, während $\vec{v}_1$ einen Geschwindigkeitsvektor des Wassers bezeichnet, der parallel zur Achse D-D des Rohres verläuft und die Richtung und Kraft der Wasserströmung vor dem Flügelrad 4 in Strömungsrichtung C gesehen, beschreibt. Wenn der Vektor $\vec{v}_1$ in zwei Komponenten unterteilt wird, d. h. $\vec{v}_{1E}$ parallel zur Tangente E des Flügels 41 und $\vec{v}_{1p}$ parallel zum Umfangsgeschwindigkeitsvektor $\vec{v}_p$ des Flügelrades 4 und der Umfangsgeschwindigkeit $\vec{v}_p$ des Flügelrades 4 berücksichtigt wird, ergibt sich ein Vektor $\vec{v}_2$, der etwa die Geschwindigkeit und Richtung der den Flügel 41 verlassenden Wasserströmung wiedergibt. Der Abgangswinkel der Wasserströmung in bezug auf die Drehebene P-P ist mit β bezeichnet.

Das Flügelrad 4 und die Umlenkglieder 5 sind so aneinander angepaßt, daß die Richtung der den Flügel 41 des Flügelrades 4 verlassenden Wasserströmung, die grob gesagt parallel zur Richtung des Vektors $\vec{v}_2$ verläuft, der Richtung F der Tangente an der angeströmten Kante 51 a des Umlenkgliedes 5 entspricht. Das bedeutet, daß die Umlenkglieder 5 mindestens an dem Ende 51, bei dem es sich um das andere Ende an der Flügelradseite in Richtung der Achse D–D gesehen handelt, Glieder sind, die eine vorteilhaft gekrümmte Oberfläche haben, wie das beispielsweise in Fig. 2 gezeigt ist. Die Tangente G an der Hinterkante 52 a des Umlenkgliedes 5 verläuft parallel zur Achse D–D des Rohres. So wird die turbulente Strömung, die durch das Flügelrad 4 verursacht wird und durch den Vektor $\vec{v}_2$ dargestellt ist, mittels der Umlenkglieder 5 so gleichgerichtet, daß sie parallel zur Achse D–D des Rohres wird, wie anhand von Pfeilen H in Fig. 2 gezeigt.

Die Umlenkglieder 5 können auch als sich parallel zur Achse D–D, d. h. zur Rohr 1 parallel erstreckende Glieder verwirklicht sein. Ein solches Ausführungsbeispiel ist in Fig. 2 gestrichelt angedeutet. In diesem Fall ist das erste Ende 51' des Umlenkgliedes 5 an der Flügelradseite gerade und parallel zum anderen Ende 52. Bei Verwendung eines Umlenkgliedes 5 dieser Art trifft die den Flügel 41 verlassene Flüssigkeitsströmung unter einem bestimmten Winkel $90^\circ - \beta$ in bezug auf die Achse D–D auf das Umlenkglied 5, wobei die Größe dieses Winkels $90^\circ - \beta$ auch von jedem getrennten Punkt auf dem Flügel 41 und dem Umlenkglied 5 abhängt, d. h. eine Funktion des Abstandes r ist. Das hat turbulente Strömungen zur Folge, und die Turbulenz wird nicht so leicht gedämpft, wie im Fall des oben beschriebenen, gekrümmten Umlenkgliedes 5.

Das Flügelrad 4 ist so in das Rohr 1 eingepaßt, so daß Verhältnis zwischen dem Drehbereich πR^2 des Flügelrades 4 und dem Querschnittsbereich πR^2 des Rohres, wobei R der innere Radius des Rohres 1 ist, einen Wert $\geq 0,8$ hat. Bei dieser Anordnung werden Rückströmungen in der Peripherie des Rohres 1 vermieden und infolgedessen der Wirkungsgrad erhöht.

Wenn die Umlenkglieder 5 ihre Aufgabe so gut wie möglich erfüllen sollen, muß ihre vertikale Breite grob gesagt dem Radius R des Rohres entsprechen. Ferner sollte der größte Abstand h_1 zwischen dem Flügelrad 4 und den Umlenkgliedern 5 in Richtung des Rohres 1 kürzer sein als die maximale Höhe H_p des Flügelrades (Fig. 1).

Bei dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel weist die Gaszufuhrvorrichtung 6 mindestens ein Glied 61 mit klingenartigen Profil auf. An den Seiten dieses Gliedes 61 sind vorzugsweise an den nach unten gekrümmten Teilen und/oder an der nachlaufenden Kante Abgabeöffnungen 62 in kurzen Abständen voneinander vorgesehen. Die Luftzufuhrvorrichtung 6 ist an das Luftgebläse 9 oder eine gleichwertige Einrichtung mittels der Leitung 12 oder dgl. angeschlossen.

Mindestens ein klingenartiges Glied 61 der Luftzufuhrvorrichtung 6 ist in Strömungsrichtung gesehen in einem Abstand von Umlenkgliedern 5 vorgesehen und mit Vorteil so angeordnet, daß klingenartige Glieder 61 zwischen den denkbaren Fortsetzungen der Umlenkglieder 5 parallel zur Rohrachse vorzugsweise in der Mitte dieser Bereiche liegen, wie in Fig. 4 gezeigt. In diesem Fall dienen die klingenartigen Glieder 61 auch zum Stabilisieren der Strömung. Mit dieser Anordnung kann Luft in die Wasserströmung homogen im ganzen Querschnittsbereich des Rohres 1 eingeführt werden.

Der Abstand h_2 der klingenartigen Glieder 61 der Luftzufuhrvorrichtung 6 von den Umlenkgliedern 5 in Richtung der Achse D–D des Rohres 1 ist kürzer als die Länge h_3 der Umlenkglieder 5 in Richtung der Achse des Rohres 1. Die klingenartigen Glieder 61 können auch zwischen den Umlenkgliedern 5 angeordnet sein. Eine brauchbare Lösung besteht auch darin, die klingenartigen Glieder 61 wegzulassen und die Luft durch die Umlenkglieder 5 in die Wasserströmung einzuleiten.

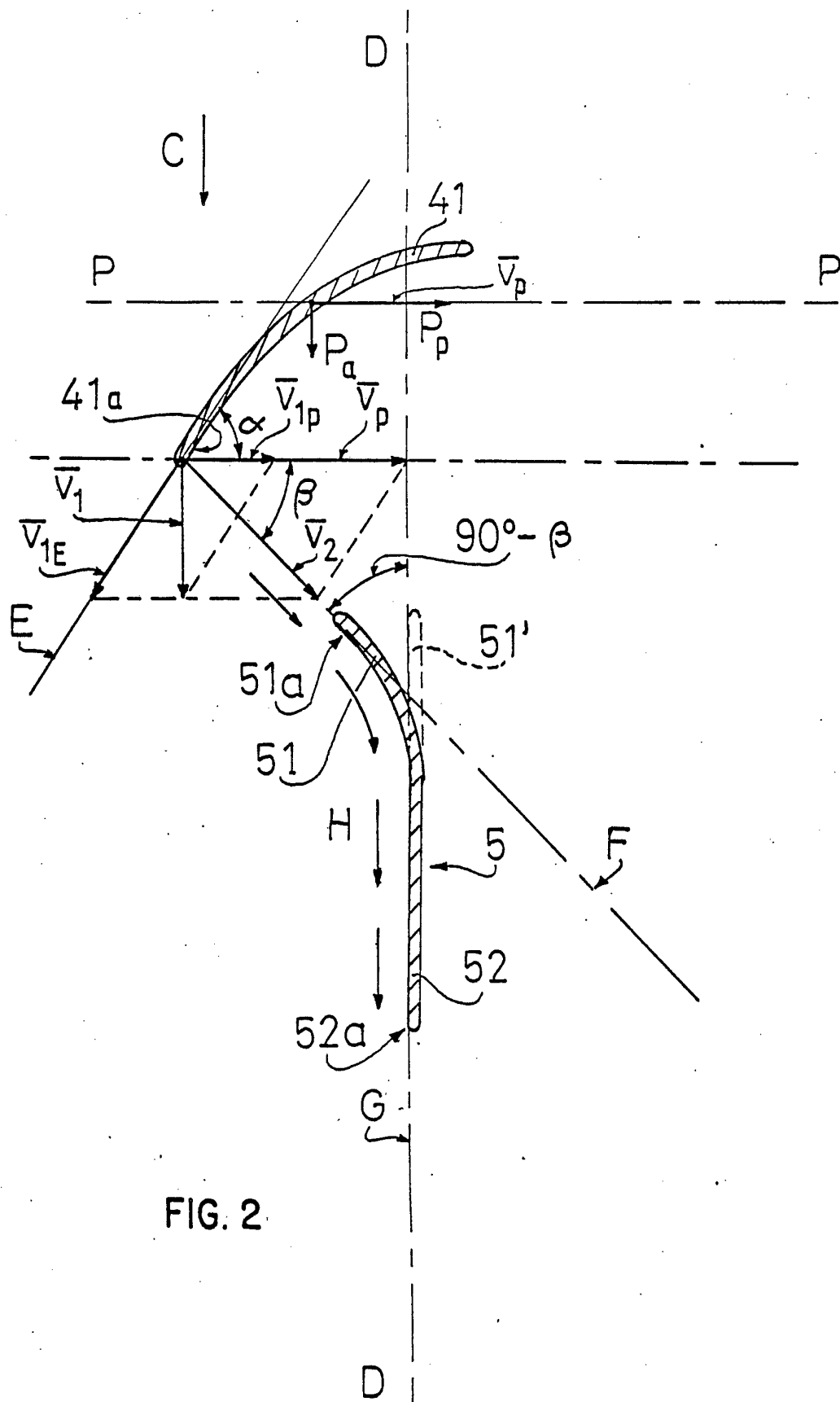


FIG. 2

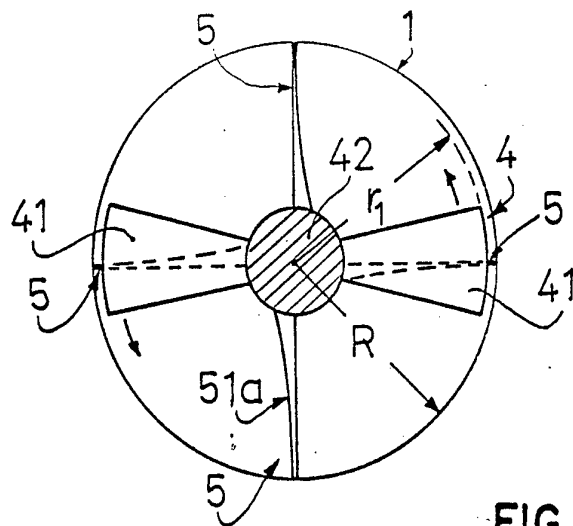


FIG. 3

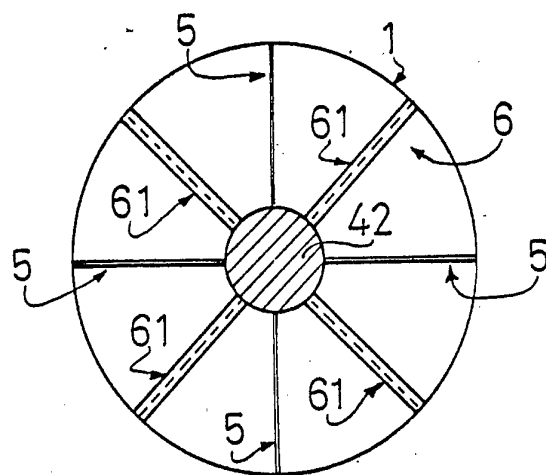


FIG. 4