



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.11.2016 Patentblatt 2016/47

(51) Int Cl.:
B01F 7/00 (2006.01) **B01F 7/06** (2006.01)
B01F 15/00 (2006.01) **B01F 7/02** (2006.01)
B01F 7/22 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16165741.6**

(22) Anmeldetag: **18.04.2016**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
 Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **Stefan Steverding Sondermaschinen- und Vorrichtungsbau GmbH**
48703 Stadtlohn (DE)

(72) Erfinder: **Steverding, Stefan**
48703 Stadtlohn (DE)

(74) Vertreter: **Linnemann, Winfried et al Schulze Horn & Partner GbR**
Patent- und Rechtsanwälte
Von-Vincke-Strasse 8
48143 Münster (DE)

(30) Priorität: **27.04.2015 DE 102015106419**

(54) **RÜHRWERK UND BEHÄLTER MIT RÜHRWERK**

(57) Ein Rührwerk (1) zum Durchmischen und Bewegen von in einem Behälter (3) befindlichen Substraten (30) in Form von Flüssigkeiten oder Flüssigkeits-Feststoff-Gemischen, mit wenigstens einem ein oder mehrere Rührblätter (25) aufweisenden, im Behälter (3) angeordneten, in wenigstens einem Rotorlager (22.1, 22.2) gelagerten Rotor (2), der um eine Drehachse (20) drehbar ist, und mit einem den Rotor (2) antreibenden Antrieb (28), wobei der/jeder Rotor (2) des Rührwerks (1) in dem das zu durchmischende und zu bewegend Substrate (30) enthaltenden Behälter (3) nur einen Bruchteil des Volumens des Behälters (3) einnimmt und wobei mittels des Rührwerks (1) eine Substratströmung auch außer-

halb des Bewegungsbereichs des Rotors (2) oder der Rotoren (2) in dem Behälter (3) bewirkbar ist.

Das Rührwerk (1) ist dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (2) entlang seiner Drehachse (20) gesehen mit wenigstens zwei Rotorbereichen (2', 2'') unterschiedlicher Förderwirkung auf das Substrat (30) ausgeführt ist, wobei ein erster Rotorbereich (2') mit einer überwiegend axialen Förderwirkung in Richtung der Drehachse (20) und ein zweiter Rotorbereich (2'') mit einer stärkeren radialen Förderwirkung quer zur Richtung der Drehachse (20) ausgeführt ist.

Außerdem wird einen Behälter (3) mit einem solchen Rührwerk (1) offenbart.

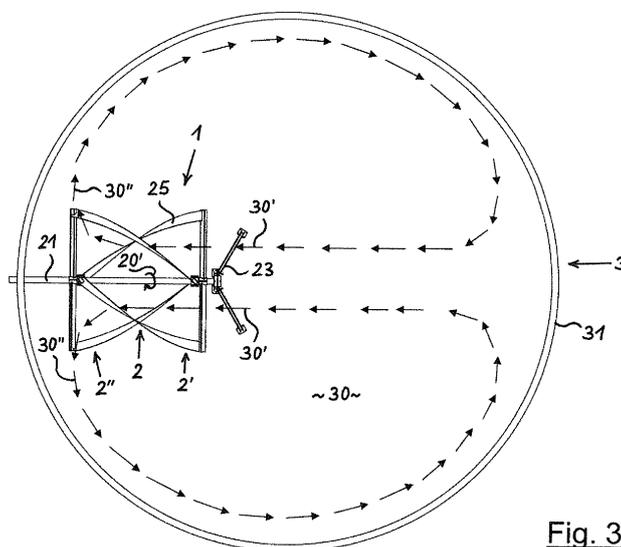


Fig. 3

Beschreibung

5 **[0001]** Die Erfindung betrifft ein Rührwerk zum Durchmischen und Bewegen von in einem Behälter befindlichen Substraten in Form von Flüssigkeiten oder Flüssigkeits-Fest-stoff-Gemischen, mit wenigstens einem ein oder mehrere Rührblätter aufweisenden, im Behälter angeordneten, in wenigstens einem Rotorlager gelagerten Rotor, der um eine Drehachse drehbar ist, und mit einem den Rotor antreibenden Antrieb, wobei der/jeder Rotor des Rührwerks in dem das zu durchmischende und zu bewegende Substrate enthaltenden Behälter nur einen Bruchteil des Volumens des Behälters einnimmt und wobei mittels des Rührwerks eine Substratströmung auch außerhalb des Bewegungsbereichs des Rotors oder der Rotoren in dem Behälter bewirkbar ist. Außerdem betrifft die Erfindung einen Behälter mit einem Rührwerk.

10 **[0002]** Ein Rührwerk der vorstehend angegebenen Art ist aus DE 20 2006 004 982 U1 bekannt. Das Rührwerk umfasst zumindest einen Antrieb, ein an der Wand des Behälters befestigtes wandseitiges Rührwellenlager, ein über zumindest eine Abstützung sich am Boden des Behälters abstützendes Rührwellenlager und zumindest einen Rotor mit einer Rührwelle mit zumindest einem an der Rührwelle befestigten Rührblatt. Dabei erstreckt sich die Rührwelle parallel zum Boden des Behälters von der Wand des Behälters in Richtung der Hauptachse des Behälters. Bevorzugt sind an der Rührwelle mehrere Rührblätter befestigt, wobei die Rührblätter weiter bevorzugt entlang der Rührwellenachse versetzt zueinander radial nach außen weisend an der Rührwelle befestigt sind. Die Rührblätter umfassen bevorzugt jeweils zwei Seitenteile und zumindest ein Brückenprofil, wobei die beiden Seitenteile durch das Brückenprofil miteinander verbunden sind. Die radiale Länge der Rührblätter ist dabei wesentlich größer als die axiale Breite der Rührblätter.

20 **[0003]** Das Dokument DE 102 60 972 B4 zeigt ein weiteres Rührwerk der eingangs genannten Art zum Umwälzen von Flüssigkeitsmischungen und/oder Abwasser in einem Vorratsbehälter, insbesondere ein Rührwerk zum Anregen einer Güllezirkulation in einem Güllevorratsbehälter bei Biogasanlagen. Das Rührwerk weist eine entlang einer Drehachse verlaufende Welle auf, die über Lagervorrichtungen an Teilen des Behälters drehbar gelagert und von einer Antriebsvorrichtung antreibbar ist. Weiter besitzt das Rührwerk sich quer zur Drehachse erstreckende Rührelemente, welche in mehreren zueinander parallelen Ebenen entlang der Längserstreckung der Welle quer zu deren Drehachse auf der Welle angeordnet sind und sich innerhalb der Ebene gegenüberliegen. Die mit Rührelementen bestückte Welle erstreckt sich radial in den Vorratsbehälter hinein und die Rührelemente sind als Schaufeln in Form von Paddeln ausgebildet, die um ihre eigene Längsachse verdrehbar und verstellbar sind und so an der Welle angeordnet sind, dass die Rührelemente einer Ebene jeweils in einem Winkel befestigt sind, welcher sich vom Befestigungswinkel der Rührelemente der anderen Ebene unterscheidet. Mit derartigen schräg gestellten Paddeln kann nur eine überwiegend axiale, zur Welle parallele Strömung erzeugt werden, je nach Verdrehstellung der Paddel und Drehrichtung der Welle in der einen oder der anderen Richtung.

25 **[0004]** Ein weiteres Rührwerk ist aus EP 2 656 909 B1 bekannt. Das Rührwerk umfasst hier einen Rotor mit einer Welle, die um eine Drehachse drehbar ist, und mindestens zwei Rührpaddel, die voneinander in Axialrichtung und in Umfangsrichtung der Welle beabstandet sind. Die Rührpaddel sind jeweils an ihrem radial inneren Ende mit der Welle verbunden, sodass sich die Rührpaddel im Betrieb in Umfangsrichtung bewegen. Weiter umfasst das Rührwerk einen Verbinder, welcher sich zwischen den Rührpaddeln erstreckt, wobei der Verbinder von dem äußeren Ende der Rührpaddel radial nach innen hin beabstandet ist. Dabei verbindet der Verbinder die Rührpaddel entlang einer Schraubenlinie.

30 **[0005]** Als nachteilig wird bei den bekannten Rührwerken angesehen, dass ihr Wirkungsgrad, d.h. die erzielte Durchmischung und Bewegung der in dem Behälter befindlichen Substrate im Verhältnis zur eingesetzten Antriebsleistung am Rührwerk, gering ist, wodurch ein ungünstig hoher Energieverbrauch verursacht wird.

35 **[0006]** Es stellt sich daher die Aufgabe, ein Rührwerk der eingangs genannten Art sowie einen Behälter mit einem solchen Rührwerk zu schaffen, bei denen ein verbesserter Wirkungsgrad und damit ein geringerer Energieverbrauch bei intensiver Durchmischung und Bewegung der Substrate im Behälter erreicht werden, auch wenn der Rotor oder die Rotoren des Rührwerks nur einen Bruchteil des Volumens des Behälters einnimmt/einnehmen.

40 **[0007]** Die Lösung des ersten, das Rührwerk betreffenden Teils der Aufgabe gelingt erfindungsgemäß mit einem Rührwerk der eingangs genannten Art, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass der Rotor entlang seiner Drehachse gesehen mit wenigstens zwei Rotorbereichen unterschiedlicher Förderwirkung auf das Substrat ausgeführt ist, wobei ein erster Rotorbereich mit einer überwiegend axialen Förderwirkung in Richtung der Drehachse und ein zweiter Rotorbereich mit einer stärkeren radialen Förderwirkung quer zur Richtung der Drehachse ausgeführt ist.

45 **[0008]** Mit der Erfindung wird ein Rührwerk geschaffen, dessen Rotor oder Rotoren mit ihren unterschiedlichen Förderwirkungen oder -richtungen eine besonders effektive Bewegung und Durchmischung des Substrats im in Relation zu dem Rotor oder den Rotoren großen Behälter bewirken. Die unterschiedlichen Rotorbereiche werden dabei in Abhängigkeit von der Anordnung des Rotors im Behälter und von der Geometrie des Behälters mit dem Ziel einer möglichst wirksamen Erzeugung der gewünschten Strömung zweckentsprechend ausgewählt und festgelegt, wobei eine wirksame Substratströmung auch außerhalb des Bewegungsbereichs des Rotors oder der Rotoren erzeugt wird.

50 **[0009]** In einer ersten Weiterbildung ist vorgesehen, dass das Rührwerk für einen stehenden, runden oder vieleckigen Behälter ausgelegt ist und dass der wenigstens eine Rotor liegend in Radialrichtung des Behälters oder in einer dazu

schräg verlaufenden Richtung angeordnet ist. Die Ausrichtung des Rotors des Rührwerks entspricht hier der bei konventionellen Rührwerken, sodass beispielsweise bei einer Modernisierung Teile eines älteren Rührwerks, wie die Lagerung und eventuell auch der Antrieb, weiter verwendet werden können, während der Rotor ersetzt wird. Der Rotor erstreckt sich dabei in seiner Axialrichtung gesehen zweckmäßig nur über einen Teil des Durchmessers, beispielsweise

etwa ein Viertel des Durchmessers, des Behälters, nimmt also nur einen kleinen Teil des Volumens des Behälters ein. **[0010]** Weiter sieht die Erfindung vor, dass der Rotor an seinem einen Ende in einem ersten, sich über eine Abstützung im Behälter abstützenden behälterseitigen Rotorlager und an seinem zweiten Ende in einem zweiten, an oder in einer Behälterwand oder nahe einer Behälterwand außen oder innen von dieser angeordneten wandseitigen Rotorlager gelagert oder lagerbar ist.

[0011] Bevorzugt ist im Betrieb des Rührwerks das Substrat von dem Rotor mit dessen axial innerem, behälterseitigem Rotorbereich überwiegend in Radialrichtung des Behälters von innen nach außen und mit dessen axial äußerem, wandseitigem Rotorbereich vom Rotor radial weg in Umfangsrichtung des Behälters förderbar. Hiermit wird eine den gesamten Behälterinhalt wirksam bewegende und durchmischende Strömung erzeugt. Dabei wird besonders vorteilhaft die durch die Drehung des Rotors erzeugte Zentrifugalkraftwirkung auf das Substrat für die Förderung im axial äußeren, wandseitigen Rotorbereich vom Rotor radial weg in Umfangsrichtung des Behälters genutzt. Alternativ kann durch Umkehrung der Drehrichtung des Rotors bzw. der Rotoren auch eine umgekehrt verlaufende Strömung erzeugt werden.

[0012] Je nach den gewünschten oder benötigten Strömungen im Behälter kann die Drehachse des Rotors in einer horizontalen Richtung oder in einer von der Behälterwand zum Behälterinneren hin unter einem Winkel von bis zu 30° schräg nach unten oder nach oben weisenden Richtung verlaufen. Der Rotor kann dabei in einem bestimmten Winkel fest oder alternativ auch winkelverstellbar angeordnet sein.

[0013] Eine weitere Möglichkeit der gezielten Strömungsbeeinflussung besteht darin, dass die Drehachse des Rotors unter einem Winkel von bis zu 30° schräg zu der Radialrichtung des Behälters verläuft. Der Rotor kann auch hier in einem bestimmten Winkel fest oder alternativ auch winkelverstellbar angeordnet sein.

[0014] In einer weiteren Ausgestaltung des Rührwerks, in der es ebenfalls für einen stehenden, runden oder vieleckigen Behälter ausgelegt ist, ist vorgesehen, dass der wenigstens eine Rotor stehend in Axialrichtung des Behälters oder einer dazu schräg verlaufenden Richtung und exzentrisch oder zentral im Behälter angeordnet ist. Auch mit dieser Anordnung des Rotors oder mehrerer Rotoren kann eine effektive Bewegung und Durchmischung des Substrats im Behälter erzeugt werden, auch wenn der Rotor oder jeder Rotor nur einen Bruchteil des Volumens des Behälters einnimmt.

[0015] Dabei ist zur Erzielung einer stabilen Lagerung des Rotors bevorzugt vorgesehen, dass der Rotor an seinem einen, oberen Ende in einem ersten, oben im oder über dem Behälter angeordneten oberen Rotorlager und an seinem zweiten, unteren Ende in einem zweiten unten im Behälter oder an einem Behälterboden angeordneten unteren Rotorlager gelagert oder lagerbar ist.

[0016] Im Betrieb des zuletzt beschriebenen Rührwerks ist vorteilhaft das Substrat von dem Rotor mit dem axial oberen Rotorbereich überwiegend in Axialrichtung des Behälters von oben nach unten und mit dem axial unteren Rotorbereich vom Rotor weg in Radialrichtung des Rotors nach außen förderbar. Dabei werden auf dem Substrat schwimmende Bestandteile nach unten gefördert und wirksam in das Substrat eingemischt. Zudem wird auch hier vorteilhaft die durch die Drehung des Rotors erzeugte Zentrifugalkraftwirkung auf das Substrat für die Förderung im axial unteren Rotorbereich vom Rotor radial weg zur Erzeugung einer auch außerhalb des Bewegungsbereichs des Rotors intensiven Substratströmung genutzt, wodurch das gesamte im Behälter befindliche Substratvolumen intensiv umgewälzt und durchmischt wird. Alternativ kann durch Umkehrung der Drehrichtung des Rotors bzw. der Rotoren auch hier eine umgekehrt verlaufende Strömung erzeugt werden.

[0017] In einer alternativen Ausführungsform ist das Rührwerk für einen liegenden, runden oder vieleckigen Behälter ausgelegt, wobei dann der wenigstens eine Rotor in einer parallel oder quer oder schräg zur Axialrichtung des Behälters verlaufenden Richtung im Behälter angeordnet ist. Mit dem erfindungsgemäßen Rührwerk kann somit auch in einem liegenden Behälter eine intensive Durchmischung und Bewegung des Substrats bewirkt werden, wobei auch hier der Rotor oder jeder Rotor zweckmäßig nur einen Bruchteil des Volumens des Behälters einnimmt.

[0018] Ein weiterer Beitrag zum Erreichen eines guten Wirkungsgrades und zum Erzeugen günstiger Strömungsverhältnisse besteht darin, dass vorzugsweise die Rotorbereiche unterschiedlicher Förderwirkung stetig ineinander übergehend ausgeführt sind.

[0019] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass das/jedes Rührblatt als flacher, entlang einer Schraubenlinie über die volle axiale Länge des Rotors verlaufender, von wenigstens zwei Speichen des Rotors getragener, durchgehender oder segmentierter Materialstreifen ausgeführt ist und dass das/jedes Rührblatt in Rührblattlängsrichtung gesehen eine sich vom einen Rotorende zum anderen Rotorende verändernde Ausrichtung seiner Blattfläche relativ zur Radialrichtung des Rotors aufweist. Auf diese Weise können die Rotorbereiche unterschiedlicher Förderwirkung auf das Substrat technisch relativ einfach, aber wirksam, erzeugt werden, was die Fertigung des Rührwerks, insbesondere des Rotors, relativ kostengünstig hält. In einer einfachen Ausführung sind die die Rührblätter bildenden Materialstreifen über ihre Länge gesehen von gleichbleibender Breite. Es ist aber auch möglich, in Längs-

richtung der Materialstreifen gesehen deren Breite gezielt zu variieren, um ortsabhängig unterschiedliche, jeweils gewünschte Förderwirkungen zu erzielen.

[0020] Eine bevorzugte Weiterbildung des zuletzt beschriebenen Rührwerks sieht vor, dass das/jedes Rührblatt am einen Rotorende eine in Radialrichtung des Rotors weisende Ausrichtung seiner Blattfläche und am anderen Rotorende eine zur Radialrichtung des Rotors gekippte Ausrichtung seiner Blattfläche aufweist. Der Rotorbereich, in dem die schraubenlinienförmig verlaufenden Rührblätter eine in Radialrichtung des Rotors weisende Ausrichtung ihrer Blattfläche aufweisen, weist damit eine überwiegend axiale Förderwirkung auf, während der Rotorbereich, in dem die Rührblätter eine zur Radialrichtung des Rotors gekippte Ausrichtung ihrer Blattfläche aufweisen, eine stärkere radiale Förderwirkung aufweist.

[0021] Bei dem erfindungsgemäßen Rührwerk kann die Schraubenlinie, entlang der das/ jedes Rührblatt verläuft, in Richtung der Drehachse des Rotors gesehen eine gleichbleibende Schraubensteigung aufweisen. Hiermit ist dann eine über die axiale Länge des Rotors in Wesentlichen gleichmäßige Förderwirkung in Rotoraxialrichtung verbunden.

[0022] Alternativ kann die Schraubenlinie, entlang der das/jedes Rührblatt verläuft, in Richtung der Drehachse des Rotors gesehen eine sich verändernde Schraubensteigung aufweisen. Hiermit kann eine über die axiale Länge des Rotors gesehen sich verändernde axiale Förderwirkung erzeugt werden.

[0023] In weiterer Ausgestaltung weist dabei bevorzugt die Schraubenlinie, entlang der das/jedes Rührblatt verläuft, im einen Rotorbereich eine kleinere Schraubensteigung als im anderen Rotorbereich auf, wodurch in den Rotorbereichen entsprechend unterschiedliche Förderwirkungen erzeugt werden.

[0024] Eine weitere Ausführung des Rührwerks sieht vor, dass die Schraubenlinie, entlang der das/jedes Rührblatt verläuft, einen gleichbleibenden Abstand zur Drehachse des Rotors aufweist.

[0025] Alternativ kann die Schraubenlinie, entlang der das/jedes Rührblatt verläuft, einen sich in Richtung der Drehachse des Rotors gesehen verändernden Abstand zur Drehachse des Rotors aufweisen.

[0026] Dabei ist dann bevorzugt vorgesehen, dass die Schraubenlinie, entlang der das/ jedes Rührblatt verläuft, im einen Rotorbereich einen kleineren Abstand zur Drehachse des Rotors als im anderen Rotorbereich aufweist. Diese Ausführung des Rotors kann z.B. dann vorteilhaft sein, wenn die Drehachse des Rotors des Rührwerks im Behälter eine Neigung zur Horizontalrichtung aufweist.

[0027] Um den Wirkungsgrad des erfindungsgemäßen Rührwerks noch weiter zu steigern, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Speichen als Förderelemente für das Substrat ausgebildet sind, dass im ersten Rotorbereich angeordnete erste Speichen mit einer überwiegend axialen Förderwirkung in Richtung der Drehachse des Rotors ausgeführt sind und dass im zweiten Rotorbereich angeordnete zweite Speichen mit einer überwiegend radialen Förderwirkung quer zur Richtung der Drehachse des Rotors oder mit einer überwiegend axialen Förderwirkung entgegen der axialen Förderwirkung der ersten Speichen ausgeführt sind. In dieser Ausführung des Rührwerks sind auch die Speichen an der Erzeugung der Strömung des Substrats beteiligt und unterstützen somit die Strömungserzeugung durch die Rührblätter.

[0028] Weiter sieht die Erfindung vor, dass der/jeder Rotor eine durchgehende, endseitig in je einem Rotorlager gelagerte Rotorwelle aufweist oder dass der/jeder Rotor zwei stirnendseitige Wellenstümpfe aufweist, die in je einem Rotorlager gelagert sind. Die Auswahl zwischen den beiden hier angegebenen Ausführungen richtet sich insbesondere nach den auftretenden Belastungen im Betrieb des Rührwerks.

[0029] Für Ausführungen des Rührwerks, bei denen ein oder mehrere Rotorlager an oder in einer Behälterwand oder an oder in einem Behälterboden vorgesehen sind, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass an der Behälterwand vor dem wandseitigen Rotorlager oder am Behälterboden vor dem bodenseitigen Rotorlager ein feststehender Strömungsleitkörper angeordnet ist oder dass an dem Rotor vor dem wandseitigen oder dem bodenseitigen Rotorlager ein mitdrehender Strömungsleitkörper angeordnet ist. Hiermit wird die Belastung der Lager durch anströmendes Substrat vermindert, was die Abdichtung der Lager vereinfacht und deren Lebensdauer verlängert. Auch in Verbindung mit Wellendurchführungen durch eine Wand des Behälters sind derartige Strömungsleitkörper sinnvoll einsetzbar.

[0030] Die Speichen, die die Rührblätter des Rührwerks tragen, sind vorzugsweise geradlinig in oder gebogen zur Radialrichtung des Rotors verlaufend ausgebildet, je nachdem, welche Wirkung die Speichen auf das Substrat bei der Drehung des Rotors entfalten sollen.

[0031] In einer Ausführung des Rührwerks ist vorgesehen, dass der Rotor ein einziges Rührblatt aufweist, dass sich das Rührblatt über einen Schraubenlinienwinkel von 360° oder ein ganzzahliges Vielfaches davon erstreckt und dass der Rotor wenigstens zwei das Rührblatt zumindest stirnendseitig tragende Speichen aufweist. Dadurch, dass sich das Rührblatt über einen Schraubenlinienwinkel von 360° oder ein ganzzahliges Vielfaches davon erstreckt, wird gewährleistet, dass auch bei einem niedrigen Pegel des Substrats im Behälter, bei dem der Rotor teilweise oberhalb des Substratspiegels liegt, ein vollkommen gleichmäßiges Widerstandsmoment am sich drehenden Rotor anfällt, wodurch Drehmomentschwankungen oder -stöße, die für Lager und Antrieb des Rotors schädlich sind, vermieden werden.

[0032] Alternativ ist für das Rührwerk vorgesehen, dass der Rotor eine Anzahl von n Rührblättern aufweist, wobei $n > 1$ ist, dass die Rührblätter gleichmäßig über den Umfang des Rotors verteilt angeordnet sind, dass sich jedes Rührblatt über einen Schraubenlinienwinkel von $360^\circ/n$ oder ein ganzzahliges Vielfaches davon erstreckt und dass der Rotor pro

Rührblatt wenigstens zwei das Rührblatt zumindest stirnendseitig tragende Speichen aufweist. Auch in dieser Ausgestaltung wird der Vorteil eines gleichmäßigen Widerstands- bzw. Drehmoments bei teilweise über dem Substratpegel oder -spiegel liegendem Rotor erzielt.

[0033] Eine weitere Ausführung des Rührwerks schlägt vor, dass der mit einer überwiegend radialen Förderwirkung quer zur Richtung der Drehachse des Rotors ausgeführte erste Rotorbereich zusätzlich mit einer der Förderwirkung des zweiten Rotorbereichs mit der überwiegend axialen Förderwirkung in Richtung der Drehachse des Rotors entgegengesetzten Förderwirkung ausgeführt ist. Mit dieser Maßnahme wird eine Umlenkung der Substratströmung aus der axialen Richtung des Rotors in eine zu diesem radial verlaufende Richtung unterstützt.

[0034] In vielen Einsatzfällen von Rührwerken kann sich auf dem Substrat eine unerwünschte Schwimmschicht von leichteren Feststoffen bilden. Um diesem Problem abzuwehren, ist vorgesehen, dass der Rotor mit radial nach außen über das/jedes Rührblatt vorragenden, vorzugsweise mit dem Rührblatt/den Rührblättern verbundenen oder einstückigen, Fingern versehen ist. Diese Finger sorgen bei Drehung des Rotors dafür, dass das Material einer ggf. vorhandenen Schwimmschicht in das Substrat hinein nach unten gefördert wird und so wirksam in das Substrat eingemischt wird.

[0035] Um bei dem zuletzt beschriebenen Einmischvorgang ein Verfangen und Sammeln von Material aus der Schwimmschicht an den Fingern zu vermeiden, sieht die Erfindung vor, dass die radial nach außen über das/jedes Rührblatt vorragenden Finger eine gegen die Arbeitsdrehrichtung des Rotors weisende Schrägstellung zur Radialrichtung des Rotors aufweisen. Ein geeigneter Winkel der Schrägstellung lässt sich beispielsweise in Abhängigkeit von den Eigenschaften des Schwimmschichtmaterials durch Versuche ermitteln, wobei einerseits eine ausreichende Mitnahmewirkung auf das Material der Schwimmschicht gewährleistet werden soll, ohne dass sich das Schwimmschichtmaterial dauerhaft an den Fingern verfangen kann. Bevorzugt sind die Finger in einem festen Winkel am Rotor angeordnet. Es ist aber auch möglich, die Finger verschwenkbar am Rotor zu lagern und sie bedarfsweise in ihrer Ausrichtung zu verstellen.

[0036] Je nach Größe des Behälters, in dem Substrat bewegt und gemischt werden soll, können Rührwerke mit einem oder mehreren Rotoren vorgesehen sein, wobei im Fall mehrerer Rotoren diese in Umfangsrichtung des Behälters oder in Axialrichtung des Behälters voneinander beabstandet im Behälter angeordnet sein können.

[0037] Die Lösung des zweiten, den Behälter für zu durchmischende und zu bewegende Substrate in Form von Flüssigkeiten oder Flüssigkeits-Feststoff-Gemischen betreffenden Teils der Aufgabe gelingt erfindungsgemäß mit einem Behälter, der ein Rührwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 29 aufweist, wobei das Volumen des Behälters groß ist gegenüber dem von dem Rotor oder den Rotoren des Rührwerks im Behälter eingenommenen Bewegungsbereich.

[0038] Besonders vorteilhaft einsetzbar ist das erfindungsgemäße Rührwerk in Fermenterbehältern, z.B. von Biogasanlagen, aber auch in anderen Anwendungen, bei denen in einem Behälter befindliche Substrate in Form von Flüssigkeiten oder Flüssigkeits-Feststoff-Gemischen zu durchmischen und zu bewegen sind, wie z.B. in Güllebehältern von landwirtschaftlichen Betrieben oder in Abwasserbecken von Kläranlagen.

[0039] Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung erläutert. Die Figuren der Zeichnung zeigen:

Figur 1 ein Rührwerk in einer ersten Ausführung, in einem stehenden, nur teilweise dargestellten Behälter, in Ansicht schräg von oben,

Figur 2 das Rührwerk aus Figur 1 zusammen mit dem Behälter, in Draufsicht,

Figur 3 das Rührwerk aus Figur 2 mit durch Strömungspfeile angedeuteter Strömung eines Substrats im Behälter, ebenfalls in Draufsicht,

Figur 4 das Rührwerk in einer geänderten Ausführung, in gleicher Darstellung wie in Figur 2,

Figur 5 das Rührwerk aus Figur 4 in einer Stirnansicht in Radialrichtung des Behälters von innen nach außen gesehen,

Figur 6 das Rührwerk in einer weiteren Ausführung, in Draufsicht,

Figur 7 das Rührwerk in einer weiteren Ausführung, in Draufsicht,

Figur 8 das Rührwerk in einer weiteren Ausführung, in Stirnansicht,

Figur 9 das Rührwerk in einer weiteren Ausführung, in Draufsicht,

Figur 10 das Rührwerk aus Figur 9 mit durch Strömungspfeile angedeuteter Strömung eines Substrats im Behälter, in Draufsicht,

Figur 11 das Rührwerk in einer weiteren Ausführung, in Seitenansicht,

Figur 12 einen Rotor des Rührwerks mit einem Rührblatt, in einer ersten Ausführung, in Seitenansicht,

Figur 13 den Rotor mit einem Rührblatt, in einer zweiten Ausführung, in Seitenansicht,

Figur 14 den Rotor mit zwei Rührblättern, in einer ersten Ausführung, in Seitenansicht,

Figur 15 den Rotor mit zwei Rührblättern, in einer zweiten Ausführung, in Seitenansicht,

Figur 16 den Rotor mit vier Rührblättern, in einer ersten Ausführung, in Seitenansicht,

Figur 17 den Rotor mit vier Rührblättern, in einer zweiten Ausführung, in Seitenansicht,

Figur 18 den Rotor mit sechs Rührblättern, in einer ersten Ausführung, in Seitenansicht,

- Figur 19 den Rotor mit sechs Rührblättern, in einer zweiten Ausführung, in Seitenansicht,
 Figur 20 den Rotor mit acht Rührblättern, in einer ersten Ausführung, in Seitenansicht,
 Figur 21 den Rotor mit acht Rührblättern, in einer zweiten Ausführung, in Seitenansicht,
 5 Figur 22 den Rotor mit vier Rührblättern, in einer geänderten Ausführung, in Seitenansicht,
 Figur 23 den Rotor aus Figur 22 im Querschnitt gemäß der Schnittlinie A-A in Figur 22,
 Figur 24 den Rotor aus Figur 22 im Querschnitt gemäß der Schnittlinie B-B in Figur 22,
 Figur 25 den Rotor aus Figur 22 im Querschnitt gemäß der Schnittlinie C-C in Figur 22,
 Figur 26 den Rotor mit vier Rührblättern, in einer geänderten Ausführung, in Seitenansicht,
 10 Figur 27 den Rotor mit vier Rührblättern, in einer nochmals geänderten Ausführung, in Seitenansicht,
 Figur 28 den Rotor mit vier Rührblättern, in einer weiteren geänderten Ausführung, in Seitenansicht,
 Figur 29 einen Rotor mit radial äußeren Fingern, in einer Stirnansicht,
 Figur 30 einen Abschnitt einer Rotorwelle mit einer im Schnitt sichtbaren Speiche, in einer ersten Ausführung,
 Figur 31 einen Abschnitt der Rotorwelle mit der im Schnitt sichtbaren Speiche, in einer zweiten Ausführung,
 15 Figur 32 das Rührwerk in einer weiteren geänderten Ausführung, in Seitenansicht, in einem stehenden Behälter,
 Figur 33 das Rührwerk in einer nochmals geänderten Ausführung, in Seitenansicht, in einem stehenden Behälter,
 Figur 34 ein Rührwerk mit drei in einem stehenden Behälter angeordneten Rotoren, in einer Draufsicht,
 Figur 35 ein Rührwerk in Seitenansicht in einem liegenden Behälter, in einer ersten Ausführung,
 Figur 36 ein Rührwerk mit zwei nebeneinander angeordneten Rotoren in einem liegenden Behälter, in einer pers-
 20 Figur 37 ein Rührwerk in Seitenansicht in einem liegenden Behälter, in einer weiteren Ausführung.

[0040] In der folgenden Figurenbeschreibung werden gleiche Teile in den verschiedenen Zeichnungsfiguren stets mit den gleichen Bezugsziffern bezeichnet, so dass nicht zu jeder Zeichnungsfigur alle Bezugsziffern neu erläutert werden müssen.

25 **[0041]** Figur 1 der Zeichnung zeigt ein Rührwerk 1 in einer ersten Ausführung, in einem stehenden, nur teilweise dargestellten Behälter 3, in Ansicht schräg von oben. Der stehende Behälter 3 besitzt eine ringförmige, umlaufende Umfangswand 31 und einen Boden 32 und ist oben offen dargestellt, damit das im Inneren des Behälters 3 angeordnete Rührwerk 1 sichtbar ist. Der Behälter 3 ist beispielsweise ein Fermentationsbehälter einer Biogasanlage, in welchem
 30 ein aus Flüssigkeit und Feststoffen bestehendes Substrat bewegt und durchmischt werden soll. In der Praxis ist bei einem solchen Behälter 3 ein hier nicht dargestelltes, an sich bekanntes Dach vorgesehen, welches den Behälter 3 oberseitig gasdicht abdeckt, wobei das Dach beispielsweise eine Kunststoffmembran sein kann.

[0042] Zum Bewegen und Durchmischen des Substrats im Behälter 3 dient das Rührwerk 1, welches einen in Drehung versetzbaren Rotor 2 mit hier vier Rührblättern 25 aufweist. Der Rotor 2 umfasst weiterhin eine durchgehende Rotorwelle 21, die horizontal sowie im Wesentlichen in Radialrichtung des Behälters 3 verläuft. An ihrem behälterseitigen Ende ist
 35 die Rotorwelle 21 in einem Rotorlager 22.1 drehbar gelagert, welches seinerseits in einer auf dem Boden 32 des Behälters 3 stehenden Abstützung 23 angeordnet ist. Das andere Ende der Rotorwelle 21 ist durch eine Wellendurchführung 38 in der Behälterumfangswand 31 aus dem Behälter 3 herausgeführt und dort mittels eines weiteren Rotorlagers gelagert. Dort ist auch ein hier nicht sichtbarer Antrieb, wie Elektromotor oder Hydromotor, für den Rotor 2 angeordnet.

[0043] Weiterhin weist der Rotor 2 jeweils vier erste Speichen 24.1 und zweite Speichen 24.2 auf, die rechtwinklig zu der Rotorwelle 21 ausgerichtet an dieser angebracht sind. An den freien Enden der Speichen 24.1, 24.2 sind die Enden 25.1, 25.2 der Rührblätter 25 gehalten.

[0044] Die Rührblätter 25 bestehen jeweils aus einem flachen, schmalen Materialstreifen, vorzugsweise aus Stahl, und haben relativ zu ihrer Länge eine verhältnismäßig geringe Breite. Weiterhin sind die Rührblätter 25 so mit den Speichen 24.1, 24.2 verbunden, dass die Rührblätter 25 zum einen entlang einer Schraubenlinie verlaufen und dass
 45 sich zum anderen die Ausrichtung der Fläche der Rührblätter 25 relativ zur Radialrichtung des Rotors 2 in ihrem Verlauf verändert. Die Rührblätter 25 sind also um ein bestimmtes Maß in sich verwunden. In dem Ausführungsbeispiel nach Figur 1 liegt die Ebene der Rührblätter 25 an deren erstem Ende 25.1 in Längsrichtung der dortigen Speichen 24.1, also in Radialrichtung des Rotors 2. Am zweiten Ende 25.2 der Rührblätter 25 liegt deren Ebene nicht mehr in der Radialrichtung des Rotors 2, sondern in einer dazu verdrehten oder verkippten Ebene, wie die Figur 1 im Bereich der Verbindung
 50 zwischen den zweiten Speichen 24.2 und den dortigen Enden 25.2 der Rührblätter 25 veranschaulicht.

[0045] Mit dieser Ausführung und Anordnung der Rührblätter 25 des Rotors 2 wird erreicht, dass der Rotor 2 zwei Bereiche 2' und 2'' mit unterschiedlicher Förderwirkung auf ein im Behälter 3 befindliches Substrat erhält. In dem Rotorbereich 2' übt der Rotor 2 im Betrieb eine überwiegend in Axialrichtung des Rotors 2 weisende Förderwirkung auf das Substrat aus, während der Rotor 2 in dem Rotorbereich 2'' eine größere in Radialrichtung des Rotors 2 weisende Förderwirkung auf das Substrat ausübt. Bei einem beispielsweise rechtsdrehenden Antrieb des Rotors 2 erzeugt dessen Rotorbereich 2' eine dort in Axialrichtung des Rotors 2 und somit in Radialrichtung des Behälters 3 von innen nach außen weisende Förderwirkung, während der Rotorbereich 2'' dort eine in Radialrichtung des Rotors 2 und somit in Umfangsrichtung des Behälters 3 vom Rotor 2 weg weisende Förderwirkung auf das Substrat erzeugt. Im Rotorbereich

2' wird dabei vorteilhaft die infolge der Drehung des Rotors 2 ohnehin entstehende, auf das Substrat wirkende Zentrifugalkraft zur Unterstützung der gewünschten Förderung des Substrats in Umfangsrichtung des Behälters 3 vom Rotor 2 weg ausgenutzt, was zu einem hohen Wirkungsgrad des Rührwerks 1 beiträgt.

[0046] Wie aus der Figur 1 weiter ersichtlich ist, weist die Schraubenlinie, entlang der jedes Rührblatt 21 verläuft, hier einen Schraubenlinienwinkel von 90° auf. Bei vier Rührblättern 25, die jeweils über einen Schraubenlinienwinkel von 90° verlaufen, ergibt sich mit Vorteil ein stets gleichmäßiges, von der jeweiligen Drehstellung des Rotors 2 unabhängiges Eingreifen des Rotors 2 mit seinen Rührblättern 25 in das Substrat in Behälter 3, auch wenn der Spiegel des Substrats so niedrig ist, dass ein oberer Teil des Rotors 2 über dem Substratspiegel liegt. Hierdurch werden Unregelmäßigkeiten im für das Drehen des Rotors 2 von einem Antriebsmotor aufzubringenden Drehmoment sowie die Lager des Rotors 2 belastende Schläge oder Stöße im Betrieb des Rührwerks 1 vermieden.

[0047] Eine umgekehrte Drehrichtung des Antriebes des Rotors 2 ist ebenfalls möglich; dabei ergibt sich zwangsläufig eine Förderwirkung des Rotors 2 auf das Substrat, die der zuvor beschriebenen Förderwirkung entgegengesetzt ist.

[0048] Figur 2 zeigt das Rührwerk 1 aus Figur 1 zusammen mit dem Behälter 3 in Draufsicht. Hier wird besonders deutlich, dass der Behälter 3 einen kreisförmigen Umriss mit der Behälterumfangswand 31 und dem kreisförmigen Boden 32 hat. Alternativ kann der Behälter 3 auch eine mehreckige oder vieleckige Umrissform aufweisen.

[0049] In dem in Figur 2 linken Bereich des Behälters 3 ist das Rührwerk 1 mit dem Rotor 2 anordnet, dessen axiale Länge sich hier etwa über ein Viertel des Durchmesser des Behälters 3 erstreckt. Die Figur 2 veranschaulicht also besonders deutlich, dass der Rotor 2 des Rührwerks 1 nur einen Bruchteil des Volumens des Behälters 3 einnimmt.

[0050] Die Rotorwelle 21 verläuft hier in Radialrichtung des Behälters 3 und ist an ihrem zum Zentrum des Behälters 3 weisenden Ende in der Abstützung 23 gelagert. Mittels der Wellendurchführung 38 ist die Rotorwelle 21 an ihrem anderen Ende durch die Behälterumfangswand 31 dichtend hindurchgeführt. Außerhalb des Behälters 3 ist der Antrieb 28, hier ein Elektromotor, für den Rotor 2 des Rührwerks 1 angeordnet. Die Zahl und Anordnung der Rührblätter 25 des Rotors 2 in Figur 2 entspricht dem Beispiel nach Figur 1.

[0051] Figur 3 zeigt das Rührwerk 1 aus Figur 2 mit durch Strömungspfeile angedeuteter Strömung eines Substrats im Behälter 3, ebenfalls in Draufsicht, bei im Betrieb befindlichem Rührwerk 1. Mit dem Drehpfeil an der Rotorwelle 21 ist die hier vorliegende Arbeitsdrehrichtung 20' des Rotors 2 angedeutet. Aufgrund der oben beschriebenen unterschiedlichen Förderwirkungen der Rotorbereiche 2' und 2" stellt sich im Behälter 3 innerhalb des darin befindlichen Substrats 30 die durch die Strömungspfeile 30' und 30" veranschaulichte Strömung ein. Dabei nimmt der Rotor 2 einen Bewegungsbereich ein, der klein ist in Relation zu dem Volumen des Behälters 3, erzeugt aber dennoch eine das gesamte Substratvolumen in dem Behälter 3 in Bewegung versetzende und durchmischende Strömung.

[0052] Im Rotorbereich 2' ergibt sich dabei eine Strömung, die im Wesentlichen in Axialrichtung des Rotors 2 und in Radialrichtung des Behälters 3 von innen nach außen verläuft, während im Rotorbereich 2" die Förderwirkung stärker in Radialrichtung des Rotors 2 wirkt, wodurch dort die in Umfangsrichtung des Behälters 3 weisende zirkuläre Strömung 30" erzeugt wird. Wie in Figur 3 veranschaulicht, wird auch mit einem nur einen Rotor 2 aufweisenden Rührwerk 1 im Behälter 3 dessen gesamter Inhalt an Substrat 30 in Bewegung versetzt und werden die Bestandteile des Substrats 30 dabei intensiv durchmischt.

[0053] Figur 4 zeigt das Rührwerk 1 in einer geänderten Ausführung, in gleicher Darstellung wie in Figur 2. Unterschiedlich zu dem Beispiel nach Figur 1 und 2 ist hier, dass die Ausrichtung des Rotors 2 mit seinen beiden verschiedenen Rotorbereichen 2' und 2" umgekehrt ist. Der Rotorbereich 2' mit der überwiegend in Axialrichtung des Rotors 2 weisenden Förderwirkung liegt hier nahe der Behälterumfangswand 31, während der Rotorbereich 2" mit der überwiegend oder stärker in Radialrichtung des Rotors 2 weisenden Förderwirkung an der von der Behälterumfangswand 31 entfernt liegenden Seite des Rotors 2 liegt. Hierdurch ergeben sich, zusätzlich abhängig von der Drehrichtung des Rotors 2, weitere, geänderte Förderwirkungen auf ein Substrat im Behälter 3, welche, je nach den vorliegenden Betriebsbedingungen, vorteilhaft sein können. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel nimmt der Rotor 2 einen Bewegungsbereich ein, der klein ist in Relation zu dem Volumen des Behälters 3, erzeugt aber dennoch eine das gesamte Substratvolumen in dem Behälter 3 in Bewegung versetzende und durchmischende Strömung.

[0054] Figur 5 zeigt das Rührwerk 1 aus Figur 4 in einer Stirnsicht in Radialrichtung des Behälters 3 von innen nach außen gesehen. Dem Betrachter zugewandt ist die Abstützung 23, die das Rotorlager 22.1 trägt, in welchem die hier nicht sichtbare Rotorwelle des Rotors 2 gelagert ist. In Radialrichtung verlaufen hier die Speichen 24.1 geradlinig von der Rotorwelle 21 nach außen. Mit dem jeweils äußeren Endbereich der Speichen 24.1 sind die Rührblätter 25 in der zuvor beschriebenen Ausrichtung verbunden. Ganz links und ganz rechts in Figur 5 ist die Umfangswand 31 des Behälters 3 sichtbar. Nach unten ist der Behälter 3 durch den Behälterboden 32 begrenzt.

[0055] Figur 6 zeigt das Rührwerk 1 in einer weiteren Ausführung in Draufsicht. Der Rotor 2 mit der Rotorwelle 21 und den Rührblättern 25 ist hier übereinstimmend mit dem Beispiel gemäß den Figuren 1 und 2 ausgeführt. Unterschiedlich ist bei dem Beispiel nach Figur 6, dass hier als Teil des Rührwerks 1 ein Strömungsleitkörper 36 auf der inneren Oberfläche der Behälterumfangswand 31 des Behälters 3 angeordnet ist, um die Strömungsführung des Substrats im Behälter 3 zu unterstützen, um strömungsfreie Totbereiche zu vermeiden und um die Wellendurchführung 38 in der Behälterumfangswand 31 zu entlasten. Der Strömungsleitkörper 36 besitzt eine abgerundete Keilform, wobei die Spitze

des Keils zu der der Behälterumfangswand 31 zugewandten Seite des Rotors 2 weist und wobei die konkav gerundeten Keilflächen beiderseits der Spitze tangential in die innere Oberfläche der Behälterumfangswand 31 übergehen. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel nimmt der Rotor 2 einen Bewegungsbereich ein, der klein ist in Relation zu dem Volumen des Behälters 3, erzeugt aber dennoch eine das gesamte Substratvolumen in dem Behälter 3 in Bewegung versetzende und durchmischende Strömung.

[0056] Figur 7 zeigt das Rührwerk 1 in einer weiteren Ausführung in Draufsicht. Auch hier ist der Rotor 2 übereinstimmend mit dem Beispiel gemäß den Figuren 1 und 2 ausgeführt. Charakteristisch für dieses Ausführungsbeispiel ist ein Strömungsleitkörper 26, der auf der Rotorwelle 21 angebracht ist und sich im Betrieb des Rührwerks 1 zusammen mit dem Rotor 2 dreht. Der Strömungsleitkörper 26 ist hier ein rotationssymmetrischer Körper, wobei dessen zum Rotor 2 weisende Seite eine konkav ausgerundete Kegelform bildet. Auch hiermit wird die im Betrieb des Rührwerks 1 durch den Rotor 2 erzeugte Substratströmung günstig gelenkt und unterstützt und zugleich auch die Wellendurchführung 38 in der Behälterumfangswand 31 vom Strömungsdruck des Substrats entlastet. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel nimmt der Rotor 2 einen Bewegungsbereich ein, der klein ist in Relation zu dem Volumen des Behälters 3, erzeugt aber dennoch eine das gesamte Substratvolumen in dem Behälter 3 in Bewegung versetzende und durchmischende Strömung.

[0057] Figur 8 zeigt das Rührwerk 1 in einer weiteren Ausführung, in Stirnansicht, als Abwandlung des Beispiels nach Figur 5. Charakteristisch für das Rührwerk 1 gemäß Figur 8 ist, dass dessen Speichen 24.1 nicht geradlinig in Radialrichtung des Rotors 2 verlaufen, sondern jeweils eine gebogene Form aufweisen. Diese gebogene Form können außer den Speichen 24.1 auch die in Figur 8 nicht sichtbaren Speichen 24.2 aufweisen. Diese Form der Speichen 24.1, 24.2 kann zur Erzeugung einer Förderwirkung dienen sowie für die Aufnahme der im Betrieb des Rührwerks 1 an den Speichen 24.1, 24.2 auftretenden mechanischen Belastungen günstig sein.

[0058] Figur 9 zeigt das Rührwerk 1 in einer weiteren Ausführung in Draufsicht, zusammen mit einem auch hier wieder runden stehenden Behälter 3. Unterschiedlich zu den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen ist hier, dass die Rotorwelle 21 des Rotors 2 des Rührwerks 1 in einer gegenüber der Radialrichtung des Behälters 3 schräg verlaufenden Richtung angeordnet ist. Im Übrigen entspricht das Rührwerk 1 nach Figur 9 dem Ausführungsbeispiel nach den Figuren 1 und 2. Die schräge Ausrichtung der Rotorwelle 21 kann dabei fix oder alternativ auch veränderlich sein, wobei die Veränderung der Ausrichtung der Rotorwelle 21 bei Stillstand des Rührwerks 1 oder auch während eines laufenden Rührbetriebes erfolgen kann.

[0059] Figur 10 zeigt das Rührwerk 1 aus Figur 9 mit durch Strömungspfeile angedeuteter Strömung eines Substrats 30 im Behälter 3, in Draufsicht. Auch hier wird durch das Rührwerk 1 im Rotorbereich 2' eine überwiegend in Axialrichtung des Rotors 2 verlaufende Förderwirkung in Richtung der Strömungspfeile 30' im Substrat hervorgerufen, während der der Behälterumfangswand 31 zugewandte Rotorbereich 2" eine stärkere Förderwirkung in Radialrichtung des Rotors 2 aufweist und somit die in Umfangsrichtung des Behälters 3 verlaufende Strömung 30" im Substrat erzeugt. Insgesamt ergeben sich hier zwei Strömungskreise unterschiedlicher Größe, wobei im Bereich des Rotors 2 das Substrat 30 zwischen den Strömungskreisen vermischt und ausgetauscht wird. Auch bei dem Ausführungsbeispiel nach den Figuren 9 und 10 nimmt der Rotor 2 einen Bewegungsbereich ein, der klein ist in Relation zu dem Volumen des Behälters 3, erzeugt aber dennoch eine das gesamte Substratvolumen in dem Behälter 3 in Bewegung versetzende und durchmischende Strömung.

[0060] Figur 11 zeigt das Rührwerk 1 in einer weiteren Ausführung, in Seitenansicht. Charakteristisch für dieses Rührwerk 1 sind zwei Merkmale, nämlich zum einen, dass die Rotorwelle 21 mit einer Neigung zur Horizontalrichtung verläuft, und zum anderen, dass der radiale Abstand der Rührblätter 25 von der Rotorwelle 21 über deren axiale Länge gesehen unterschiedlich ist.

[0061] Die Neigung der Rotorwelle 21 verläuft hier von der Behälterumfangswand 31 in Richtung zum Inneren des Behälters gesehen abwärts. Das Innere Ende der Rotorwelle 21 ist dabei auch hier in einer Abstützung 23 gelagert und abgestützt.

[0062] Der radiale Abstand der Rührblätter 25 von der Rotorwelle 21 ist an dem zum Inneren des Behälters 3 weisenden Ende des Rotors 2 kleiner und an dem zur Behälterumfangswand 31 weisenden Ende des Rotors 2 größer. Dementsprechend sind auch die ersten Speichen 24.1 des Rotors 2 kürzer als die wandnahen Speichen 24.2. Hiermit wird erreicht, dass die Rührblätter 25 des Rotors 2 über ihre gesamte Länge relativ nahe über den Behälterboden 32 bewegt werden können, um ein Absetzen von Feststoffen aus dem Substrat auf dem Behälterboden 32 zu vermeiden. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel nimmt der Rotor 2 einen Bewegungsbereich ein, der klein ist in Relation zu dem Volumen des Behälters 3, erzeugt aber dennoch eine das gesamte Substratvolumen in dem Behälter 3 in Bewegung versetzende und durchmischende Strömung.

[0063] Der Rotor 2 des Rührwerks 1 kann in verschiedener Hinsicht unterschiedlich gestaltet werden, insbesondere hinsichtlich seiner Welle sowie der Anzahl seiner Rührblätter, wie nachfolgend anhand mehrerer entsprechender Ausführungsbeispiele erläutert wird.

[0064] Die Figur 12 zeigt einen Rotor 2 des Rührwerks 1 mit einem einzigen Rührblatt 25, in einer ersten Ausführung, in Seitenansicht. Das Rührblatt 25 verläuft auch hier entlang einer Schraubenlinie und zwar über einen Schraubenlini-

enwinkel von 360°. Zu seiner Lagerung besitzt der Rotor 2 hier zwei Wellenstümpfe 21.1, 21.2 an seinen beiden Rotorenden 2.1, 2.2. Mit jedem Wellenstumpf 21.1, 21.2 ist jeweils eine Speiche 24.1, 24.2 verbunden. Mit dem freien Ende der Speichen 24.1, 24.2 ist das Rührblatt 25, welches auch hier die Form eines schmalen Materialstreifens hat, an seinen Enden 25.1, 25.2 verbunden. An dem in Figur 12 rechten Ende 25.1 des Rührblatts 25 liegt dessen Flächenebene in der Radialrichtung des Rotors 2, also in Längsrichtung der radial verlaufenden rechten Speiche 24.1. An dem in Figur 12 linken Ende 25.2 des Rührblatts 25 verläuft dessen Flächenebene schräg zur Radialrichtung des Rotors 2 und damit auch schräg zur Längsrichtung der dort in Radialrichtung verlaufenden Speiche 24.2. Auch hier ist also das Rührblatt 25 in seinem Verlauf entlang der Schraubenlinie in sich verwunden. Hierdurch werden auch bei diesem nur ein einziges Rührblatt 25 aufweisenden Rotor 2 zwei Rotorbereiche 2' und 2'' unterschiedlicher Förderwirkung gebildet, wobei aufgrund der jeweiligen Ausrichtung der Flächenebene des Rührblatts 25 der Rotorbereich 2' eine stärkere Förderwirkung in Axialrichtung des Rotors 2 und der Rotorbereich 2'' eine stärkere Förderwirkung in Radialrichtung des Rotors 2 aufweist.

[0065] Mittels seiner Wellenstümpfe 21.1, 21.2 ist der Rotor 2 um eine Drehachse 20 drehbar lagerbar und mittels eines an einem der Wellenstümpfe 21.1, 21.2 angreifenden Antriebs in Drehung versetzbar.

[0066] Figur 13 zeigt den Rotor 2 mit einem einzigen Rührblatt 25 in einer zweiten Ausführung, in Seitenansicht. Unterschiedlich zu dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel ist hier, dass der Rotor 2 eine durchgehende Rotorwelle 21 anstelle der zwei Wellenstümpfe aufweist. Hinsichtlich der weiteren Teile und Eigenschaften entspricht der Rotor 2 gemäß Figur 13 dem Beispiel nach Figur 12.

[0067] Figur 14 zeigt den Rotor 2 mit zwei Rührblättern 25 in einer ersten Ausführung in Seitenansicht. Die beiden Rührblätter 25 sind zueinander um 180° in Umfangsrichtung versetzt im Rotor 2 angeordnet und verlaufen wieder jeweils entlang einer Schraubenlinie, die hier jeweils einen Schraubenlinienwinkel von 180° beschreibt. Zur drehbaren Lagerung des Rotors 2 dienen hier wieder zwei Wellenstümpfe 21.1 und 21.2. Von dem Wellenstumpf 21.1 gehen zwei erste Speichen 24.1 und von dem Wellenstumpf 21.2 zwei zweite Speichen 24.2 in Radialrichtung aus, wobei die Speichen 24.1, 24.2 jeweils zueinander um 180° in Umfangsrichtung des Rotors 2 versetzt sind. Am freien Ende der Speichen 24.1, 24.2 sind die Enden 25.1 und 25.2 der Rührblätter 25 angebracht. Wie bei dem Beispiel zuvor liegt die Flächenebene der Rührblätter 25 an deren Ende 25.1 in Radialrichtung des Rotors 2, während am anderen Ende des Rotors 2 am Ende 25.2 der Rührblätter 25 deren Flächenebene schräg zur Radialrichtung des Rotors 2 ausgerichtet sind. Somit ergeben sich auch hier die zuvor schon beschriebenen Rotorbereiche 2' und 2'' mit bei der Drehung des Rotors 2 voneinander verschiedenen Förderwirkung auf ein Substrat.

[0068] Figur 15 zeigt den Rotor 2 mit zwei Rührblättern 25 in einer zweiten Ausführung, in Seitenansicht. Unterschiedlich zum Beispiel nach Figur 14 ist hier, dass der Rotor 2 eine durchgehende Rotorwelle 21 anstelle von zwei Wellenstümpfen aufweist. Im Übrigen entspricht der Rotor 2 in Figur 15 dem Beispiel nach Figur 14.

[0069] Figur 16 zeigt den Rotor 2 mit vier Rührblättern 25 in einer ersten Ausführung in Seitenansicht. Der Rotor 2 weist hier wieder zwei in Flucht zueinander angeordnete Wellenstümpfe 21.1, 21.2 auf, von denen hier jeweils vier Speichen 24.1, 24.2 in Radialrichtung in einem Winkelabstand von jeweils 90° zueinander ausgehen. Mit den freien Enden der Speichen 24.1, 24.2 sind wieder die Rührblätter 25 mittels ihrer Enden 25.1, 25.2 verbunden. Auch hier verlaufen die Rührblätter 25 entlang einer Schraubenlinie, die hier jeweils einen Schraubenlinienwinkel von nur 90° beschreiben. Auch hier sind die Rührblätter 25 über ihre Länge gesehen in sich verwunden, wobei die Flächenebene der Rührblätter 25 an deren Ende 25.1 in Radialrichtung und an deren Ende 25.2 schräg zur Radialrichtung des Rotors 2 verläuft. Somit ergeben sich auch bei dieser Ausführung des Rotors 2 die zwei hinsichtlich ihrer jeweiligen Förderwirkung unterschiedlichen Rotorbereiche 2' und 2'', wie vorstehend schon beschrieben.

[0070] Figur 17 zeigt den Rotor 2 mit vier Rührblättern 25 in einer zweiten Ausführung, in Seitenansicht, wobei der Unterschied zu dem Beispiel nach Figur 16 darin besteht, dass hier der Rotor 2 eine durchgehende Rotorwelle 21 besitzt. Hinsichtlich der weiteren Teile und Eigenschaften des Rotors 2 in Figur 17 stimmt dieser mit dem Beispiel gemäß Figur 16 überein.

[0071] Figur 18 zeigt den Rotor 2 mit sechs Rührblättern 25, in einer ersten Ausführung, in Seitenansicht. Dieser Rotor 2 besitzt zwei Wellenstümpfe 21.1, 21.2 zu seiner drehbaren Lagerung. Mit jedem Wellenstumpf 21.1, 21.2 sind sechs Speichen 24.1, 24.2 verbunden, die sich unter einem jeweiligen Winkelabstand von 60° zueinander in Radialrichtung von dem Wellenstumpf 21.1, 21.2 nach außen erstrecken. Mit den freien Enden der Speichen 24.1, 24.2 sind wieder die Rührblätter 25 mittels ihrer Enden 25.1, 25.2 verbunden. Auch hier verlaufen die Rührblätter 25 entlang einer Schraubenlinie, die hier jeweils einen Schraubenlinienwinkel von 60° beschreiben. Auch hier sind die Rührblätter 25 über ihre Länge gesehen in sich verwunden, wobei die Flächenebene der Rührblätter 25 an deren Ende 25.1 in Radialrichtung und an deren Ende 25.2 schräg zur Radialrichtung des Rotors 2 verläuft. Somit ergeben sich auch bei dieser Ausführung des Rotors 2 mit sechs Rührblättern 25 die zwei hinsichtlich ihrer jeweiligen Förderwirkung unterschiedlichen Rotorbereiche 2' und 2'', wie vorstehend schon beschrieben.

[0072] Figur 19 zeigt den Rotor 2 mit sechs Rührblättern 25 in einer zweiten Ausführung, in Seitenansicht, wobei hier im Vergleich zum Beispiel nach Figur 18 anstelle von zwei Wellenstümpfen eine durchgehende Rotorwelle 21 im Rotor 2 vorgesehen ist.

[0073] Figur 20 zeigt den Rotor 2 mit acht Rührblättern 25, in einer ersten Ausführung, in Seitenansicht. Zur drehbaren

Lagerung des Rotors 2 dienen hier wieder zwei Wellenstümpfe 21.1 und 21.2. Entsprechend der Zahl der Rührblätter 25 sind hier mit jedem Wellenstumpf 21.1, 21.2 in einem Winkelabstand von jeweils 45° zueinander jeweils acht Speichen 24.1, 24.2 verbunden, die sich von dem jeweiligen Wellenstumpf 21.1, 21.2 in Radialrichtung nach außen erstrecken.

[0074] Die Rührblätter 25 sind mit ihren Enden 25.1, 25.2 jeweils mit dem Endbereich einer der Speichen 24.1, 24.2 verbunden. Dabei sind die Rührblätter 25 auch hier entlang einer Schraubenlinie verlaufen angeordnet, wobei sich die Schraubenlinien hier jeweils über einen Schraubenlinienwinkel von 60° erstrecken. Zugleich weisen auch hier die Rührblätter 25 in deren Längsrichtung gesehen in sich eine solche Verwindung auf, dass die Flächenebene der Rührblätter 25 an deren Ende 25.1 in Radialrichtung des Rotors und an deren Ende 25.2 schräg zur Radialrichtung des Rotors 2 ausgerichtet ist. Damit weist auch dieser Rotor 2 die zwei Rotorbereiche 2' und 2'' unterschiedlicher Förderwirkung auf.

[0075] Figur 21 zeigt den Rotor 2 mit acht Rührblättern 25, in einer zweiten Ausführung, in Seitenansicht, wobei der Unterschied zu dem Beispiel nach Figur 20 darin besteht, dass der Rotor 2 hier eine durchgehende Rotorwelle 21 anstelle von Wellenstümpfen aufweist. Die weiteren Teile und Eigenschaften des Rotors 2 nach Figur 21 entsprechen denen des Beispiels gemäß Figur 20.

[0076] Figur 22 zeigt den Rotor 2 in einer Ausführung mit vier Rührblättern 25, nun mit zwei Gruppen zusätzlicher Speichen 24.3 zwischen den endseitigen Speichen 24.1 und 24.2, in Seitenansicht. Die vier Rührblätter 25 verlaufen wieder entlang je einer Schraubenlinie, die jeweils einen Schraubenlinienwinkel von 90° überdeckt. Dabei ist die Steigung der Schraubenlinie über die axiale Länge des Rotors 2 gesehen nicht konstant, sondern nimmt in Axialrichtung des Rotors 2 gesehen von rechts nach links zu. Die Speichen 24.1, 24.2, 24.3 sind hier wieder jeweils mit einer durchgehenden Rotorwelle 21 verbunden und erstrecken sich mit einem Winkelabstand von jeweils 90° zueinander von der Rotorwelle 21 in Radialrichtung nach außen. Mit ihren Enden 25.1 sind die Rührblätter 25 mit den axial äußeren ersten Speichen 24.1 und mit ihren Enden 25.2 mit den axial äußeren zweiten Speichen 24.2 verbunden. Die Rührblätter 25 sind auch hier in sich verwunden, wobei die Flächenebene der Rührblätter 25 an deren erstem Ende 25.1 in Radialrichtung des Rotors 2 und an deren zweitem Ende 25.2 schräg zur Radialrichtung des Rotors 2 ausgerichtet ist. So werden auch hier Rotorbereiche 2' und 2'' unterschiedlicher Förderwirkung gebildet. Zwischen den stirnseitigen Speichen 24.1 und 24.2 sind die Rührblätter 24 zur Steigerung der Stabilität und Belastbarkeit des Rotors 2 mit den zwei zusätzlichen Gruppen von Speichen 24.3 verbunden, wobei im Bereich der Speichen 24.1 und 24.3 die Rührblätter 25 noch nicht in sich verwunden sind; die Verwindung der Rührblätter 25 erstreckt sich hier nur über den Rotorbereich 2''.

[0077] Figur 23 zeigt den Rotor 2 aus Figur 22 im Querschnitt gemäß der Schnittlinie A-A in Figur 22. Im Zentrum der Figur 23 ist die geschnittene Rotorwelle 21 sichtbar, von der die Speichen 24.3 in Radialrichtung nach außen verlaufen. Mit dem radial äußeren Endbereich der Speichen 24.3 sind die vier Rührblätter 25 verbunden, deren Verwindung erst vor der in Figur 23 dem Betrachter zugewandten vorderen Gruppe von Speichen 24.3 beginnt; hinter der in Figur 23 vorne liegenden Gruppe von Speichen 24.3 weisen die Rührblätter 25 noch keine Verwindung auf. Zudem wird hier erkennbar, dass sich jedes Rührblatt 25 entlang einer Schraubenlinie über einen Schraubenlinienwinkel von 90° erstreckt.

[0078] Figur 24 zeigt den Rotor 2 aus Figur 22 im Querschnitt gemäß der Schnittlinie B-B in Figur 22, wobei dieser Schnitt durch einen verwindungsfreien Abschnitt der Rührblätter 25 des Rotors 2 verläuft, wie die Figur 24 anschaulich zeigt. Hinter den Speichen 24.3 der hinteren zusätzlichen Speichengruppe sind die an der vom Betrachter abgewandten Stirnseite des Rotors 2 in Umfangsrichtung versetzt liegenden Speichen 24.1 sichtbar.

[0079] Figur 25 zeigt den Rotor 2 aus Figur 22 im Querschnitt gemäß der Schnittlinie C-C in Figur 22, wobei dieser Schnitt kurz vor dem vom Betrachter abgewandten Stirnende des Rotors 2 verläuft. Somit sind in Figur 25 nur die stirnseitigen Speichen 24.1, die an der Rotorwelle 21 angebracht sind, sowie an jedem Endbereich der Speichen 24.1 ein kurzes Stück der dort jeweils angebrachten Rührblätter 25 sichtbar.

[0080] Figur 26 zeigt einen Rotor 2 mit vier Rührblättern 25 in einer gegenüber dem Beispiel nach Figur 22 etwas geänderten Ausführung, in Seitenansicht. Die Änderung besteht hier darin, dass an dem in Figur 26 links liegenden Ende 2.2 des Rotors 2 ein scheibenförmiger flacher Strömungsleitkörper 26 angeordnet ist, der mit dem übrigen Rotor 2, konkret mit dessen durchgehender Rotorwelle 21, verbunden ist und sich somit im Betrieb des Rotors 2 mit diesem dreht. Der Strömungsleitkörper 26 unterstützt die Führung der Substratströmung in Radialrichtung des Rotors 2, die durch dessen Rotorbereich 2'' erzeugt wird.

[0081] Figur 27 zeigt wieder den Rotor 2 mit vier Rührblättern 25 in Seitenansicht, wie in Figur 26, nun aber mit einem geänderten Strömungsleitkörper 26. Der Strömungsleitkörper 26 besitzt hier eine dreidimensionale Form in der Gestalt eines konzentrisch zur Rotorwelle 21 angeordneten, mit dieser verbundenen Kegels mit konkav gerundeter Mantelfläche, womit, wenn der Rotor 2 von seinem linken Ende aus gesehen linksdrehend angetrieben wird, eine Strömungsumlenkung des Substrats aus einer in Axialrichtung des Rotors 2 von rechts nach links gerichteten Strömung im Rotorbereich 2' in eine in Radialrichtung des Rotors 2 von innen nach außen weisende Richtung im Rotorbereich 2'' unterstützt wird.

[0082] Figur 28 zeigt einen Rotor 2 mit vier Rührblättern 25, in einer weiteren geänderten Ausführung, in Seitenansicht. Charakteristisch für diese Ausführung des Rotors 2 ist, dass er, in Figur 28 von rechts nach links gesehen, axial hinter dem mit einer überwiegend radialen Förderwirkung quer zur Richtung der Drehachse 20 des Rotors 2 ausgeführten zweiten Rotorbereich 2'' zusätzlich einen dritten Rotorbereich 2''' aufweist. Dieser dritte Rotorbereich 2''' ist mit einer der Förderwirkung des ersten Rotorbereichs 2' mit der überwiegend axialen Förderwirkung in Richtung der Rotorwelle 21

des Rotors 2 entgegengesetzten überwiegend axialen Förderwirkung ausgeführt. Auf diese Weise wird im dritten Rotorbereich 2''' eine Gegenströmung hervorgerufen, die zusammen mit dem zweiten Rotorbereich 2'' eine besonders wirksame Strömungsumlenkung des Substrats aus der Axialrichtung von rechts nach links in die Radialrichtung vom Rotor 2 radial nach außen weg bewirkt.

5 **[0083]** Hinsichtlich der weiteren Einzelteile und Eigenschaften des Rotors 2 gemäß Figur 28 wird auf die vorhergehende Beschreibung, insbesondere der Figur 22, verwiesen, mit der insoweit Übereinstimmung besteht.

10 **[0084]** Figur 29 zeigt einen Rotor 2 mit radial äußeren Fingern 27 in einer Stirnansicht. Dabei sind die radial nach außen über das/jedes Rührblatt 25 vorragenden Finger 27 mit dem Rührblatt/den Rührblättern 25 verbunden oder einstückig ausgeführt. Die Finger 27 dienen dazu, bei Drehung des Rotors 2 in seiner durch einen Drehpfeil angegebenen Arbeitsdrehrichtung 20' um seine Drehachse 20 auf oder im flüssigen Substrat schwimmende oder treibende Feststoffteile zu erfassen und im flüssigen Substrat nach unten zu bewegen und in dieses einzumischen, wobei dieser Rotor besonders dann wirksam ist, wenn er mit einem kleineren oberen Bereich über den Spiegel des Substrats hinausreicht. Hierbei wird auf der Oberfläche des Substrats schwimmendes Feststoffmaterial zuverlässig erfasst und in das Substrat eingemischt, wobei ein störendes dauerhaftes Festsetzen von Feststoffteilen an den Fingern 27 durch deren gegen die Arbeitsdrehrichtung 20' weisende Schrägstellung verhindert wird.

15 **[0085]** Figur 30 zeigt einen Abschnitt einer Rotorwelle 21 mit einer im Schnitt sichtbaren Speiche 24.1 in einer ersten Ausführung. Charakteristisch für die hier gezeigte Speiche 24.1 ist, dass diese aus einem flachen, schräg angeordneten Materialstreifen, wie Stahl-Flachprofil, gebildet ist, womit die Speiche 24.1 bei Drehung der Rotorwelle 21 ihrerseits nach Art eines Propellers selbst eine Förderwirkung auf das Substrat ausübt und damit die Förderwirkung des übrigen Rotors 2 unterstützt.

20 **[0086]** Figur 31 zeigt ebenfalls einen Abschnitt der Rotorwelle 21 mit der im Schnitt sichtbaren Speiche 24.1, in einer zweiten Ausführung, welche darin besteht, dass hier die Speiche 24.1 als Rechteck-Hohlprofil ausgeführt ist und somit eine höhere mechanische Belastbarkeit besitzt. Die Speiche 24.1 weist hier ebenfalls eine zur Umfangsrichtung der Rotorwelle 21 schräge Ausrichtung auf, womit sie ebenfalls selbst eine Förderwirkung auf das Substrat ausübt.

25 **[0087]** Auch die in den Figuren 30 und 31 nicht gezeigten Speichen 24.2, 24.3 können entsprechend diesen Figuren ausgeführt sein. Außer den in den Figuren 30 und 31 gezeigten Querschnittsformen können die Speichen 24.1, 24.2, 24.3 auch andere Querschnittsformen, beispielsweise die Form von gekrümmten Schaufeln oder von Flügelprofilen, aufweisen, um ihre Förderwirkung zu steigern.

30 **[0088]** Figur 32 zeigt das Rührwerk 1 in einer weiteren geänderten Ausführung, in Seitenansicht, in einem stehenden Behälter. Charakteristisch für diese Ausführung des Rührwerks 1 ist, dass die Rührblätter 25 hier nicht als durchgehende Materialstreifen, sondern segmentiert, das heißt in Form von hintereinander mit Lücken angeordneten Rührblattsegmenten 25', ausgeführt sind. Jedem Rührblattsegment 25' ist dabei mindestens eine Speiche 24.1, 24.2, 24.3 zugeordnet, damit alle Rührblattsegmente 25' gehalten werden.

35 **[0089]** In seinen übrigen Teilen und Eigenschaften entspricht das Rührwerk 1 gemäß Figur 32 dem Beispiel gemäß den Figuren 1 und 2. Auch bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 32 nimmt der Rotor 2 in dem Behälter 3 einen Bewegungsbereich ein, der klein ist in Relation zu dem Volumen des Behälters 3, erzeugt aber dennoch eine das gesamte Substratvolumen in dem Behälter 3 in Bewegung versetzende und durchmischende Strömung.

40 **[0090]** Figur 33 zeigt das Rührwerk 1 in einer nochmals geänderten Ausführung, in Seitenansicht, in einem stehenden Behälter 3, wobei für diese Ausführung des Rührwerks 1 charakteristisch ist, dass dessen Rotorwelle 21 hier vertikal verläuft. Neben der Rotorwelle 21 besitzt der Rotor 2 des Rührwerks 1 hier vier Rührblätter 25, die an vier von der Rotorwelle 21 ausgehenden Speichen 24.1 am ersten, oberen Rotorende 2.1 und an vier von der Rotorwelle 21 ausgehenden Speichen 24.2 am zweiten, hier unteren Rotorende 2.2 angebracht sind. Die Rührblätter 25 verlaufen wieder jeweils entlang einer Schraubenlinie, die sich hier jeweils über einen Schraubenlinienwinkel von 90° erstreckt. Außerdem weisen auch hier die Rührblätter 25 in sich eine Verwindung auf, wobei die Rührblätter 25 an ihrem ersten, oberen Ende 25.1 mit ihrer Blattfläche in Radialrichtung des Rotors 2 verlaufen, während an ihrem zweiten, unteren Ende 25.2 die Blattfläche der Rührblätter 25 schräg zur Radialrichtung des Rotors 2 verläuft. Somit weist auch hier der Rotor 2 zwei Rotorbereiche 2' und 2'' unterschiedlicher Förderwirkung auf ein im Behälter 3 befindliches Substrat auf.

45 **[0091]** Wenn der Rotor 2, von oben gesehen, linksdrehen angetrieben wird, fördert der obere Rotorbereich 2' mit einer überwiegend axialen Förderrichtung Substrat von oben nach unten, während der zweite Rotorbereich 2'' das Substrat überwiegend in Radialrichtung des Rotors 2 nach außen fördert. Auch mit dieser vertikalen Anordnung des Rotors 2 des Rührwerks 1 wird also ein im Behälter 3 befindliches Substrat in seinem gesamten Volumen wirksam in Bewegung versetzt und durchmischt, obwohl auch hier der Rotor 2 in dem Behälter 3 einen Bewegungsbereich einnimmt, der klein ist in Relation zu dem Volumen des Behälters 3. Ein hier nicht dargestellter Antrieb des Rotors 2 kann günstig oberhalb eines Substratspiegels angeordnet werden, wobei eine aufwändige Wellendurchführung für die Rotorwelle 21 durch die Behälterwand 31 vermieden wird.

55 **[0092]** Zur drehbaren Lagerung des Rotors 2 und der Rotorwelle 21 dienen hier ein oberes Rotorlager 22.1, das in einer von der Behälterwand 31 in den Behälter 3 vorkragenden Abstützung 23 angeordnet ist, und ein unteres Rotorlager 22.2, das auf dem Behälterboden 32 angeordnet ist.

[0093] Bei Behältern 3 bis zu einer bestimmten Größe oder einem bestimmten Volumen reicht die Anordnung eines einzelnen Rotors 2 in der Praxis aus. Für besonders große Behälter 3 kann es auch zweckmäßig oder erforderlich sein, darin mehrere Rotoren 2 vorzusehen. Ein Beispiel dafür zeigt die Figur 34 mit drei in einem stehenden Behälter 3 angeordneten Rotoren 2 in einer Draufsicht. Die Rotoren 2 und Rotorwellen 21 des Rührwerks 1 weisen hier jeweils eine vertikaler Ausrichtung auf und sind in Umfangsrichtung des Behälters 3 gleichmäßig voneinander beabstandet angeordnet, um eine vollständige und über das Volumen des Behälters 3 gesehen gleichmäßige Bewegung und Durchmischung von im Behälter 3 befindlichen Substraten zu bewirken. Je nach Erfordernissen kann dabei auch eine Betriebsweise der Rotoren 2 gewählt werden, bei der wahlweise ein, zwei oder alle drei Rotoren 2 in Betrieb gesetzt werden. Jeder Rotor 2 kann dabei einen eigenen Antrieb aufweisen, es ist aber auch möglich, dass alle Rotoren 2 mit einem gemeinsamen Antrieb gekoppelt oder koppelbar sind.

[0094] Bei diesem Ausführungsbeispiel nach Figur 34 nimmt jeder Rotor 2 innerhalb des Behälters 3 einen Bewegungsbereich ein, der klein ist in Relation zu dem Volumen des Behälters 3, aber dennoch erzeugen die Rotoren 2 eine das gesamte Substratvolumen in dem Behälter 3 in Bewegung versetzende und durchmischende Strömung.

[0095] Die Figur 35 zeigt ein Rührwerk 1 in Seitenansicht in einem liegenden Behälter 3, in einer ersten Ausführung. Der Behälter 3 hat hier eine zylindrische Form mit einer Umfangswand 31 und zwei Stirnenden 33 und ist beispielsweise ein Teil eines sogenannten Pfropfenstromfermenters. Das Rührwerk 1 besitzt hier einen vertikal angeordneten Rotor 2 mit einer entsprechend vertikal verlaufenden Rotorwelle 21, die unten im Behälter 3 in einem unteren Rotorlager 22.1 und oben im Bereich einer Wellendurchführung 38 durch die Behälterwand 31 in einem zweiten Rotorlager 22.2 drehbar gelagert ist. Ein hier nicht dargestellter Antrieb für den Rotor 2 ist oben auf dem Behälter 3 an die dort aus dem Behälter 3 vorragende Rotorwelle 21 anzukoppeln. Der Rotor 2 hat hier wieder vier Rührblätter 25, die mit ihrem unteren Ende 25.1 an vier unteren Speichen 24.1 und mit ihrem oberen Ende 25.2 an vier oberen Speichen 24.2 angebracht sind. Dabei verlaufen die Rührblätter 25 wieder entlang von Schraubenlinien, die hier jeweils einen Schraubenlinienwinkel von 90° beschreiben. An dem ersten, hier unteren Rotorende 2.1 sind die Rührblätter 25 mit in Radialrichtung des Rotors 2 verlaufender Blattfläche ausgerichtet, während am zweiten, hier oberen Rotorende 2.2 die Rührblätter 25 mit gegenüber der Radialrichtung des Rotors 2 gekippter Ausrichtung der Blattfläche angeordnet sind. Somit hat auch dieser Rotor 2 die zwei hinsichtlich ihrer Förderwirkung auf ein im Behälter 3 befindliches Substrat unterschiedlichen Rotorabschnitte 2' und 2". Wie weiter oben schon beschrieben, weist der Rotorbereich 2' eine überwiegend axiale Förderwirkung auf, während der Rotorbereich 2" eine stärkere radiale Förderwirkung besitzt.

[0096] Auch bei diesem Ausführungsbeispiel nimmt der Rotor 2 einen Bewegungsbereich ein, der klein ist in Relation zu dem Volumen des Behälters 3, erzeugt aber dennoch eine das gesamte Substratvolumen in dem Behälter 3 in Bewegung versetzende und durchmischende Strömung. Mit dem Rührwerk 1 kann also auch in einem liegenden hohlzylindrischen Behälter 3 eine gute Durchmischung und Bewegung eines Substrats mit einem hohen Wirkungsgrad erzeugt werden.

[0097] Figur 36 zeigt ein gegenüber der Figur 35 abgewandeltes Ausführungsbeispiel mit einem Rührwerk 1 mit zwei nebeneinander angeordneten Rotoren 2 in einem liegenden Behälter 3, in einer perspektivischen Ansicht, mit aufgeschnittenem Behälter 3. Eine Anordnung mehrerer Rotoren 2 in einem liegenden Behälter 3 kann insbesondere bei besonders großen Behältern 3 und/oder bei besonders hohen Anforderungen an die Bewegung und Durchmischung des Substrats im Behälter 3 zweckmäßig sein. Die beiden Rotoren 2 des Rührwerks 1 sind untereinander gleich ausgeführt, jedoch mit unterschiedlicher Ausrichtung jeweils vertikal im Behälter 3 angeordnet. So liegt bei dem in Figur 36 links im Behälter 3 angeordneten Rotor 2 dessen Rotorbereich 2' mit überwiegend axialer Förderwirkung unten, während dieser Rotorbereich 2' bei dem rechts angeordneten Rotor 2 oben liegt. Entsprechend liegt bei dem linken Rotor 2 der Rotorbereich 2" mit der stärker radialen Förderwirkung oben, während bei dem rechten Rotor 2 dieser Rotorbereich 2" unten liegt. Mit dieser Anordnung und Ausrichtung der Rotoren 2 kann im Inneren des Behälters 3 hier eine intensive, sich über die Arbeitsbereiche beider Rotoren 2 und über das gesamte Volumen des Behälters 3 erstreckende Strömung und gute Durchmischung des Substrats gewährleistet werden, obwohl jeder Rotor 2 innerhalb des Behälters 3 einen Bewegungsbereich einnimmt, der klein ist in Relation zu dem Volumen des Behälters 3.

[0098] Figur 37 schließlich zeigt ein Rührwerk 1 in Seitenansicht in einem liegenden Behälter 3, in einer weiteren Ausführung. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Rotor 2 des Rührwerks 1 horizontal ausgerichtet, womit auch die Rotorwelle 21 hier horizontal und parallel zur Längsmittelachse des liegenden Behälters 3 verläuft. Die Rotorwelle 21 ist an ihrem zum Inneren des Behälters 3 weisenden Ende in einem ersten Rotorlager 23.1 drehbar gelagert, welches in einer Abstützung 23 angeordnet ist, die ihrerseits unten im Behälter 3 mit diesem verbunden ist. Das andere Ende der Rotorwelle 21 ist mittels einer Wellendurchführung 38 in der in Figur 37 linken Stirnwand 33 des Behälters 3 nach außen geführt, so dass ein hier nicht sichtbarer Antrieb des Rotors 2 außerhalb des Behälters 3 an dessen linker Stirnwand 33 angeordnet sein kann. In seiner weiteren Gestaltung und Funktion entspricht der Rotor 2 in Figur 37 dem Ausführungsbeispiel gemäß der Figur 1.

[0099] Im Betrieb des Rührwerks 1 gemäß Figur 37 fördert dessen Rotor 2 bei rechtsdrehenden Antrieb mit dem Rotorbereich 2' Substrat im Wesentlichen in Axialrichtung des Rotors 2 von rechts nach links. Der zweite Rotorbereich 2" mit der stärker radialen Förderwirkung transportiert das Substrat in Radialrichtung des Rotors 2 nach außen in Richtung

EP 3 095 510 A2

zur Umfangswand des Behälters 3. Hierdurch wird im Bereich nahe der Umfangswand 31 des Behälters 3 in dessen Innerem eine schraubenlinienförmige Substratströmung hervorgerufen, die eine Strömungskomponente in Längsrichtung des Behälters 3 von links nach rechts aufweist. An der in Figur 37 rechten Stirnwand 33 des Behälters 3 kehrt die Strömung um und verläuft dann im zentralen Bereich des Behälters 3 in dessen Längsrichtung von rechts nach links wieder in den Bereich des Rotors 2. Ersichtlich wird auch hier eine intensive Bewegung und Durchmischung von Substrat im gesamten Behälter 3 mittels des Rührwerks 1 erzielt, obwohl der Rotor 2 innerhalb des Behälters 3 einen Bewegungsbereich einnimmt, der klein ist in Relation zu dem Volumen des Behälters 3.

Bezugszeichenliste:

Zeichen	Bezeichnung
1	Rührwerk
2	Rotor
2.1, 2.2	Rotorenden
2'	Rotorbereich mit axialer Förderwirkung
2''	Rotorbereich mit radialer Förderwirkung
2'''	zusätzlicher Rotorbereich mit axialer Förderwirkung
20, 20'	Drehachse, Arbeitsdrehrichtung
21	Rotorwelle
21.1, 21.2	Wellenstümpfe
22.1, 22.2	Rotorlager
23	Abstützung
24.1, 24.2	endseitige Speichen
24.3	zusätzliche Speichen (zwischen 24.1 und 24.2)
25	Rührblätter
25'	Rührblattsegmente
25.1, 25.2	Enden von 25
26	Strömungsleitkörper an 2
27	Finger an 2
28	Antrieb für 2
3	Behälter
30	Substrat in 3
30'	axiale Strömung
30''	radiale Strömung
31	Behälterumfangswand
32	Behälterboden
33	Behälterstirnwände
36	Strömungsleitkörper an 31
38	Wellendurchführung

Patentansprüche

1. Rührwerk (1) zum Durchmischen und Bewegen von in einem Behälter (3) befindlichen Substraten (30) in Form von Flüssigkeiten oder FlüssigkeitsFeststoff-Gemischen, mit wenigstens einem ein oder mehrere Rührblätter (25) aufweisenden, im Behälter (3) angeordneten, in wenigstens einem Rotorlager (22.1, 22.2) gelagerten Rotor (2), der um eine Drehachse (20) drehbar ist, und mit einem den Rotor (2) antreibenden Antrieb (28), wobei der/jeder Rotor (2) des Rührwerks (1) in dem das zu durchmischende und zu bewegend Substrate (30) enthaltenden Behälter (3) nur einen Bruchteil des Volumens des Behälters (3) einnimmt und wobei mittels des Rührwerks (1) eine Substratströmung auch außerhalb des Bewegungsbereichs des Rotors (2) oder der Rotoren (2) in dem Behälter (3) bewirkbar ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Rotor (2) entlang seiner Drehachse (20) gesehen mit wenigstens zwei Rotorbereichen (2', 2'') unterschied-

EP 3 095 510 A2

licher Förderwirkung auf das Substrat (30) ausgeführt ist, wobei ein erster Rotorbereich (2') mit einer überwiegend axialen Förderwirkung in Richtung der Drehachse (20) und ein zweiter Rotorbereich (2'') mit einer stärkeren radialen Förderwirkung quer zur Richtung der Drehachse (20) ausgeführt ist.

- 5 2. Rührwerk nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es für einen stehenden, runden oder vieleckigen Behälter (3) ausgelegt ist und dass der wenigstens eine Rotor (2) liegend in Radialrichtung des Behälters (3) oder einer dazu schräg verlaufenden Richtung angeordnet ist.
- 10 3. Rührwerk nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor (2) an seinem einen Ende (2.1) in einem ersten, sich über eine Abstützung (23) im Behälter (3) abstützenden behälterseitigen Rotorlager (22.1) und an seinem zweiten Ende (2.2) in einem zweiten, an oder in einer Behälterwand (31) oder nahe einer Behälterwand (31) außen oder innen von dieser angeordneten wandseitigen Rotorlager (22.2) gelagert oder lagerbar ist.
- 15 4. Rührwerk nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Betrieb des Rührwerks (1) das Substrat (30) von dem Rotor (2) mit dessen axial innerem, behälterseitigem Rotorbereich (2') überwiegend in Radialrichtung des Behälters (3) von innen nach außen und mit dessen axial äußerem, wandseitigem Rotorbereich (2'') vom Rotor (2) radial weg in Umfangsrichtung des Behälters (3) förderbar ist.
- 20 5. Rührwerk nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehachse (20) des Rotors (2) in einer horizontalen Richtung oder in einer von der Behälterwand (31) zum Behälterinneren hin unter einem Winkel von bis zu 30° schräg nach unten oder nach oben weisenden Richtung verläuft.
- 25 6. Rührwerk nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehachse (20) des Rotors (2) unter einem Winkel von bis zu 30° schräg zu der Radialrichtung des Behälters (3) verläuft.
- 30 7. Rührwerk nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es für einen stehenden, runden oder vieleckigen Behälter (3) ausgelegt ist und dass der wenigstens eine Rotor (2) stehend in Axialrichtung des Behälters (3) oder einer dazu schräg verlaufenden Richtung und exzentrisch oder zentral im Behälter (3) angeordnet ist.
- 35 8. Rührwerk nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor (2) an seinem einen, oberen Ende (2.1) in einem ersten, oben im oder über dem Behälter angeordneten oberen Rotorlager (22.1) und an seinem zweiten, unteren Ende (2.2) in einem zweiten unten im Behälter (3) oder an einem Behälterboden (32) angeordneten unteren Rotorlager (22.2) gelagert oder lagerbar ist.
- 40 9. Rührwerk nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Betrieb des Rührwerks (1) das Substrat (30) von dem Rotor (2) mit dem axial oberen Rotorbereich (2') überwiegend in Axialrichtung des Behälters (3) von oben nach unten und mit dem axial unteren Rotorbereich (2'') vom Rotor (2) weg in Radialrichtung des Behälters (3) nach außen förderbar ist.
- 45 10. Rührwerk nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es für einen liegenden, runden oder vieleckigen Behälter (3) ausgelegt ist und dass der wenigstens eine Rotor (2) in einer parallel oder quer oder schräg zur Axialrichtung des Behälters (3) verlaufenden Richtung im Behälter (3) angeordnet ist.
- 50 11. Rührwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rotorbereiche (2', 2'') unterschiedlicher Förderwirkung stetig ineinander übergehend ausgeführt sind.
- 55 12. Rührwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das/jedes Rührblatt (25) als flacher, entlang einer Schraubenlinie über die volle axiale Länge des Rotors (2) verlaufender, von wenigstens zwei Speichen (24.1, 24.2) des Rotors (2) getragener, durchgehender oder segmentierter Materialstreifen ausgeführt ist und dass das/jedes Rührblatt (25) in Rührblattlängsrichtung gesehen eine sich vom einen Rotorende (2.1) zum anderen Rotorende (2.2) verändernde Ausrichtung seiner Blattfläche relativ zur Radialrichtung des Rotors (2) aufweist.
13. Rührwerk nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das/jedes Rührblatt (25) am einen Rotorende (2.1) eine in Radialrichtung des Rotors (2) weisende Ausrichtung seiner Blattfläche und am anderen Rotorende (2.2) eine zur Radialrichtung des Rotors (2) gekippte Ausrichtung seiner Blattfläche aufweist.
14. Rührwerk nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schraubenlinie, entlang der das/jedes Rührblatt (25) verläuft, in Richtung der Drehachse (20) des Rotors (2) gesehen eine gleichbleibende Schrauben-

steigung aufweist.

- 5
15. Rührwerk nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schraubenlinie, entlang der das/jedes Rührblatt (25) verläuft, in Richtung der Drehachse (20) des Rotors (2) gesehen eine sich verändernde Schraubensteigung aufweist.
- 10
16. Rührwerk nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schraubenlinie, entlang der das/jedes Rührblatt (25) verläuft, im einen Rotorbereich (2', 2'') eine kleinere Schraubensteigung als im anderen Rotorbereich (2'', 2') aufweist.
- 15
17. Rührwerk nach einem der Ansprüche 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schraubenlinie, entlang der das/jedes Rührblatt (25) verläuft, einen gleichbleibenden Abstand zur Drehachse (20) des Rotors (2) aufweist.
- 20
18. Rührwerk nach einem der Ansprüche 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schraubenlinie, entlang der das/jedes Rührblatt (25) verläuft, einen sich in Richtung der Drehachse (20) des Rotors (2) gesehen verändernden Abstand zur Drehachse (20) des Rotors (2) aufweist.
- 25
19. Rührwerk nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schraubenlinie, entlang der das/jedes Rührblatt (25) verläuft, im einen Rotorbereich (2', 2'') einen kleineren Abstand zur Drehachse (20) des Rotors (2) als im anderen Rotorbereich (2'', 2') aufweist.
- 30
20. Rührwerk nach einem der Ansprüche 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Speichen (24.1, 24.2) als Förderelemente für das Substrat (30) ausgebildet sind, dass im ersten Rotorbereich (2') angeordnete erste Speichen (24.1) mit einer überwiegend axialen Förderwirkung in Richtung der Drehachse (20) des Rotors (2) ausgeführt sind und dass im zweiten Rotorbereich (2'') angeordnete zweite Speichen (24.2) mit einer überwiegend radialen Förderwirkung quer zur Richtung der Drehachse (20) des Rotors (2) oder mit einer überwiegend axialen Förderwirkung entgegen der axialen Förderwirkung der ersten Speichen (24.1) ausgeführt sind.
- 35
21. Rührwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** der/jeder Rotor (2) eine durchgehende, endseitig in je einem Rotorlager (22.1, 22.2) gelagerte Rotorwelle (21) aufweist oder dass der/jeder Rotor (2) zwei stirnendseitige Wellenstümpfe (21.1, 21.2) aufweist, die in je einem Rotorlager (22.1, 22.2) gelagert sind.
- 40
22. Rührwerk nach Anspruch 3 oder 8 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Behälterwand (31) vor dem wandseitigen Rotorlager (22.2) oder am Behälterboden (32) vor dem bodenseitigen Rotorlager (22.2) ein feststehender Strömungsleitkörper (36) angeordnet ist oder dass an dem Rotor (2) vor dem wandseitigen oder dem bodenseitigen Rotorlager (22.2) ein mitdrehender Strömungsleitkörper (26) angeordnet ist.
- 45
23. Rührwerk nach einem der Ansprüche 12 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Speichen (24.1, 24.2) geradlinig in oder gebogen zur Radialrichtung des Rotors (2) verlaufend ausgebildet sind.
- 50
24. Rührwerk nach einem der Ansprüche 12 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor (2) ein einziges Rührblatt (25) aufweist, dass sich das Rührblatt (25) über einen Schraubenlinienwinkel von 360° oder ein ganzzahliges Vielfaches davon erstreckt und dass der Rotor (2) wenigstens zwei das Rührblatt (25) zumindest stirnendseitig tragende Speichen (24.1, 24.2) aufweist.
- 55
25. Rührwerk nach einem der Ansprüche 12 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor (2) eine Anzahl von n Rührblättern (25) aufweist, wobei $n > 1$ ist, dass die Rührblätter (25) gleichmäßig über den Umfang des Rotors (2) verteilt angeordnet sind, dass sich jedes Rührblatt (25) über einen Schraubenlinienwinkel von $360^\circ/n$ oder ein ganzzahliges Vielfaches davon erstreckt und dass der Rotor (2) pro Rührblatt (25) wenigstens zwei das Rührblatt (25) zumindest stirnendseitig tragende Speichen (24.1, 24.2) aufweist.
26. Rührwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor (2) axial hinter dem mit einer überwiegend radialen Förderwirkung quer zur Richtung der Drehachse (20) des Rotors (2) ausgeführten zweiten Rotorbereich (2'') zusätzlich einen dritten Rotorbereich (2''') mit einer der Förderwirkung des ersten Rotorbereichs (2') mit der überwiegend axialen Förderwirkung in Richtung der Drehachse (20) des Rotors (2) entgegengesetzten überwiegend axialen Förderwirkung aufweist.
27. Rührwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor (2) mit radial nach außen

EP 3 095 510 A2

über das/jedes Rührblatt (25) vorragenden, vorzugsweise mit dem Rührblatt/den Rührblättern (25) verbundenen oder einstückigen, Fingern (27) versehen ist.

- 5
28. Rührwerk nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** die radial nach außen über das/jedes Rührblatt (25) vorragenden Finger (27) eine gegen die Arbeitsdrehrichtung des Rotors (2) weisende Schrägstellung zur Radialrichtung des Rotors (2) aufweisen.
- 10
29. Rührwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Rotoren (2) in Umfangsrichtung des Behälters (3) oder in Axialrichtung des Behälters (3) voneinander beabstandet im Behälter (3) angeordnet sind.
- 15
30. Behälter (3) für zu durchmischende und zu bewegende Substrate (30) in Form von Flüssigkeiten oder Flüssigkeits-Feststoff-Gemischen,
gekennzeichnet durch
ein Rührwerk (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 29, wobei das Volumen des Behälters (3) groß ist gegenüber dem von dem Rotor (2) oder den Rotoren (2) des Rührwerks (1) im Behälter (3) eingenommenen Bewegungsbereich.

20

25

30

35

40

45

50

55

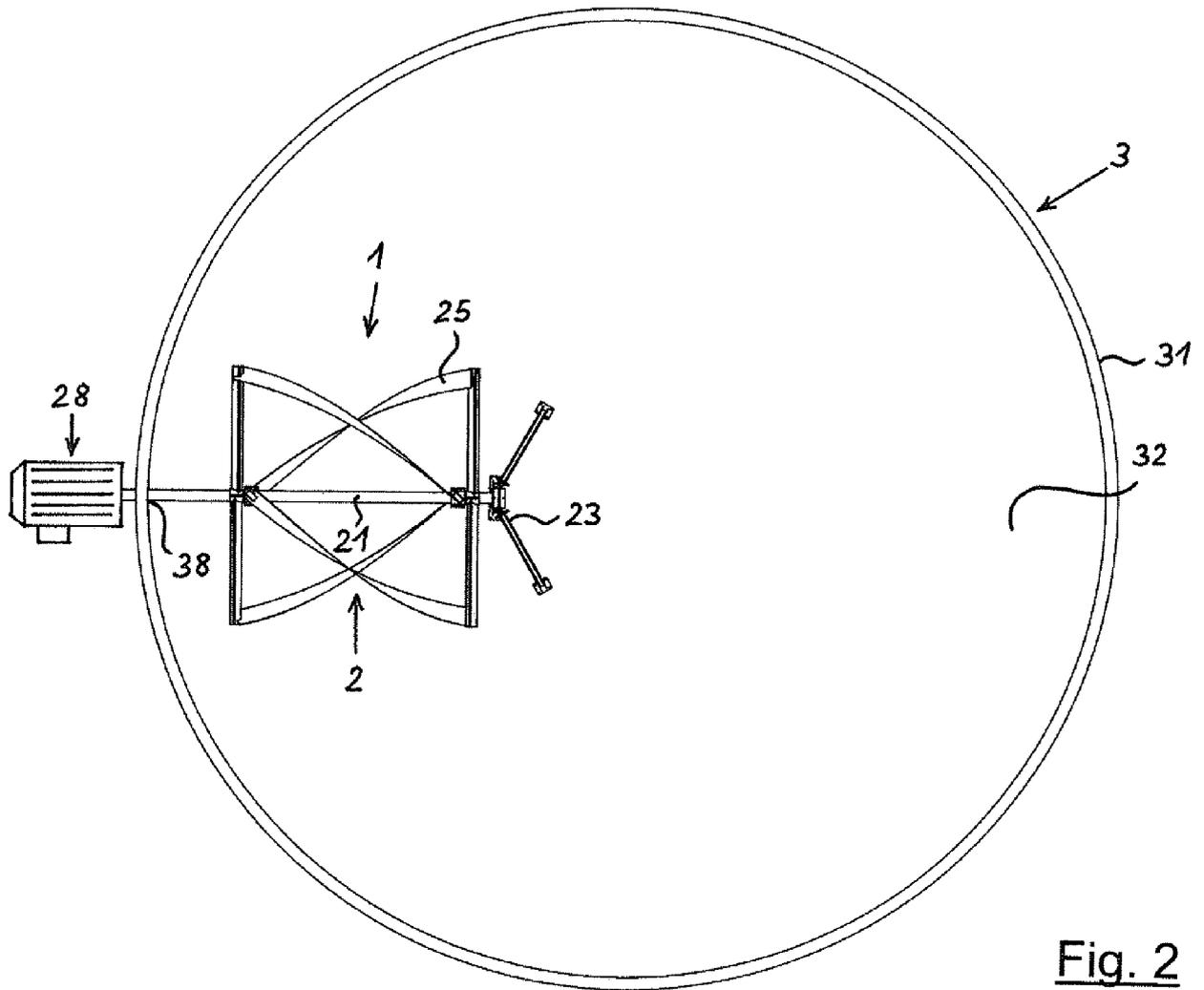


Fig. 2

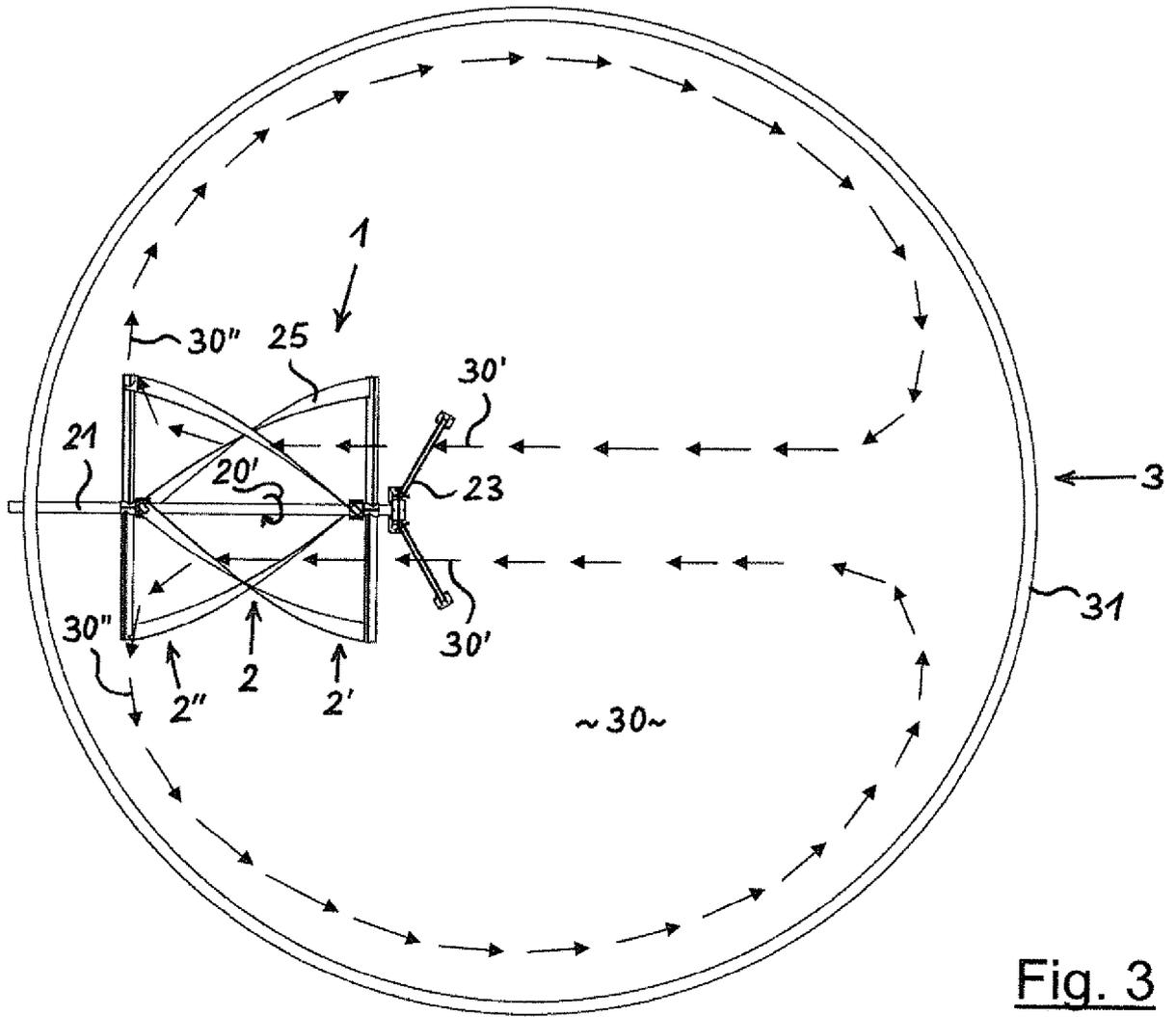


Fig. 3

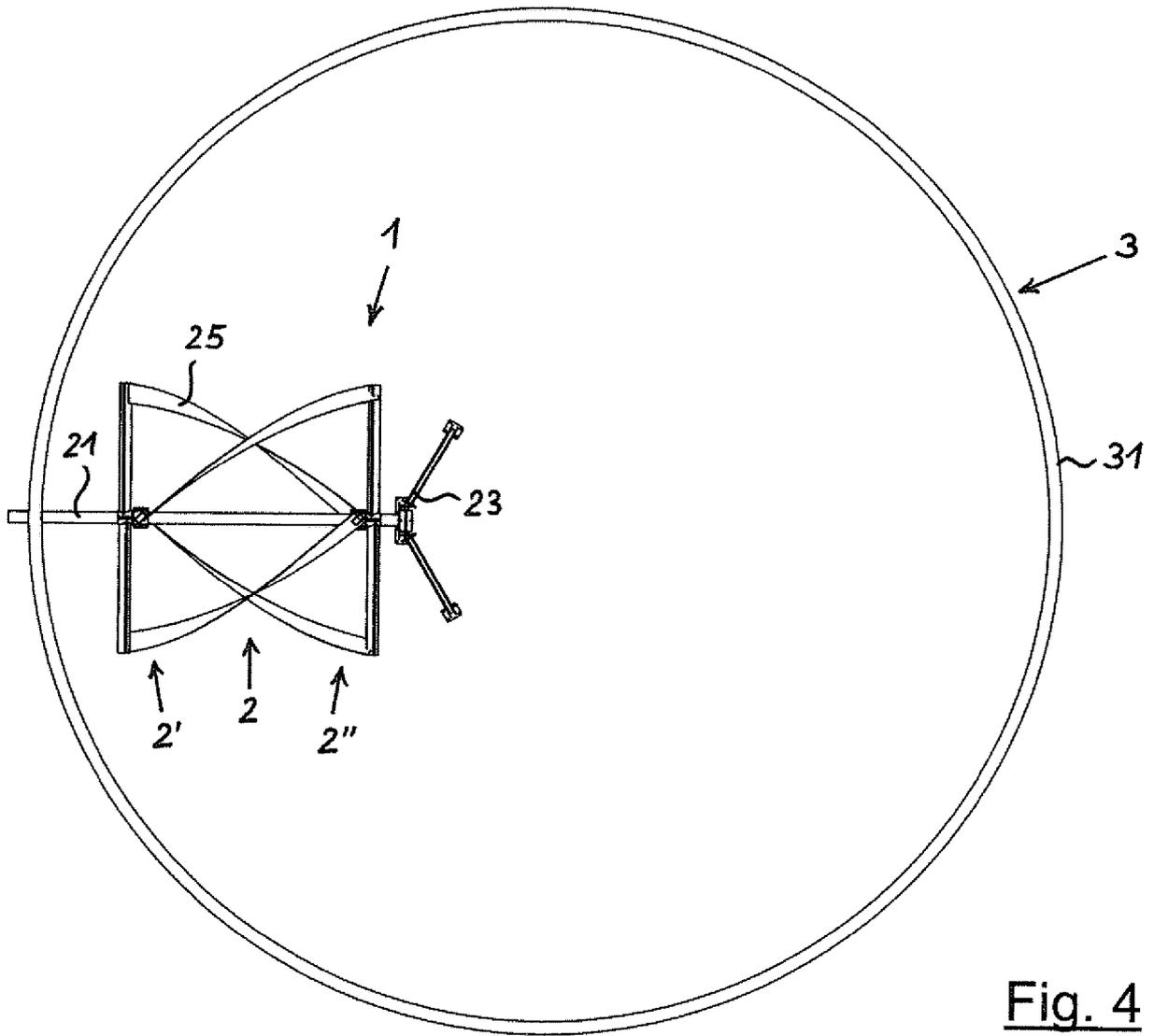


Fig. 4

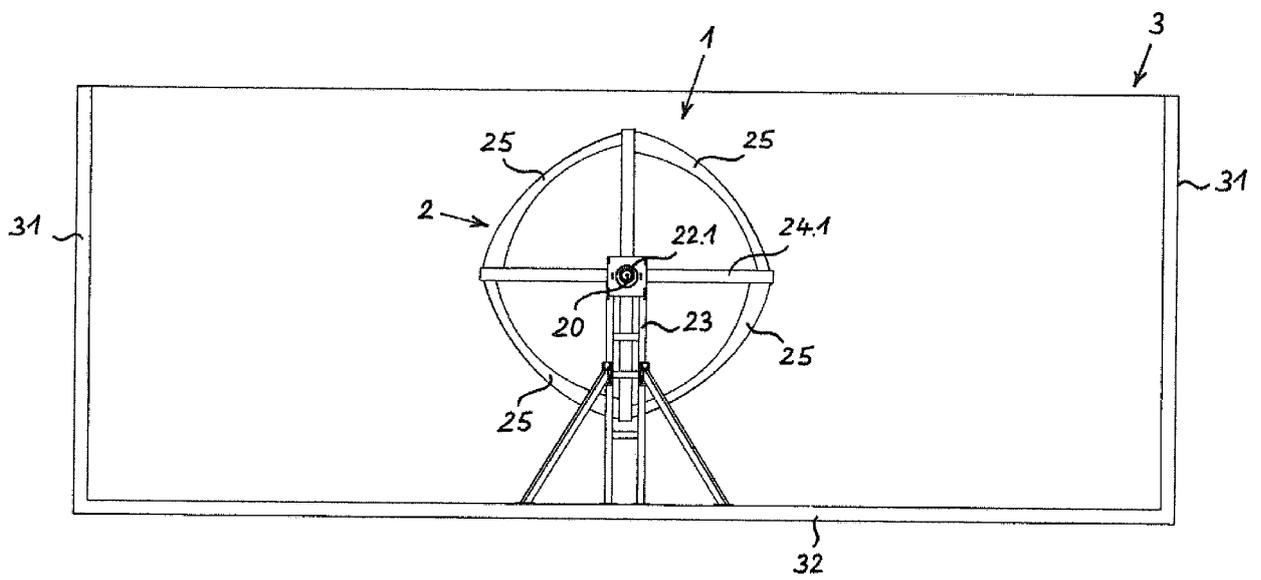


Fig. 5

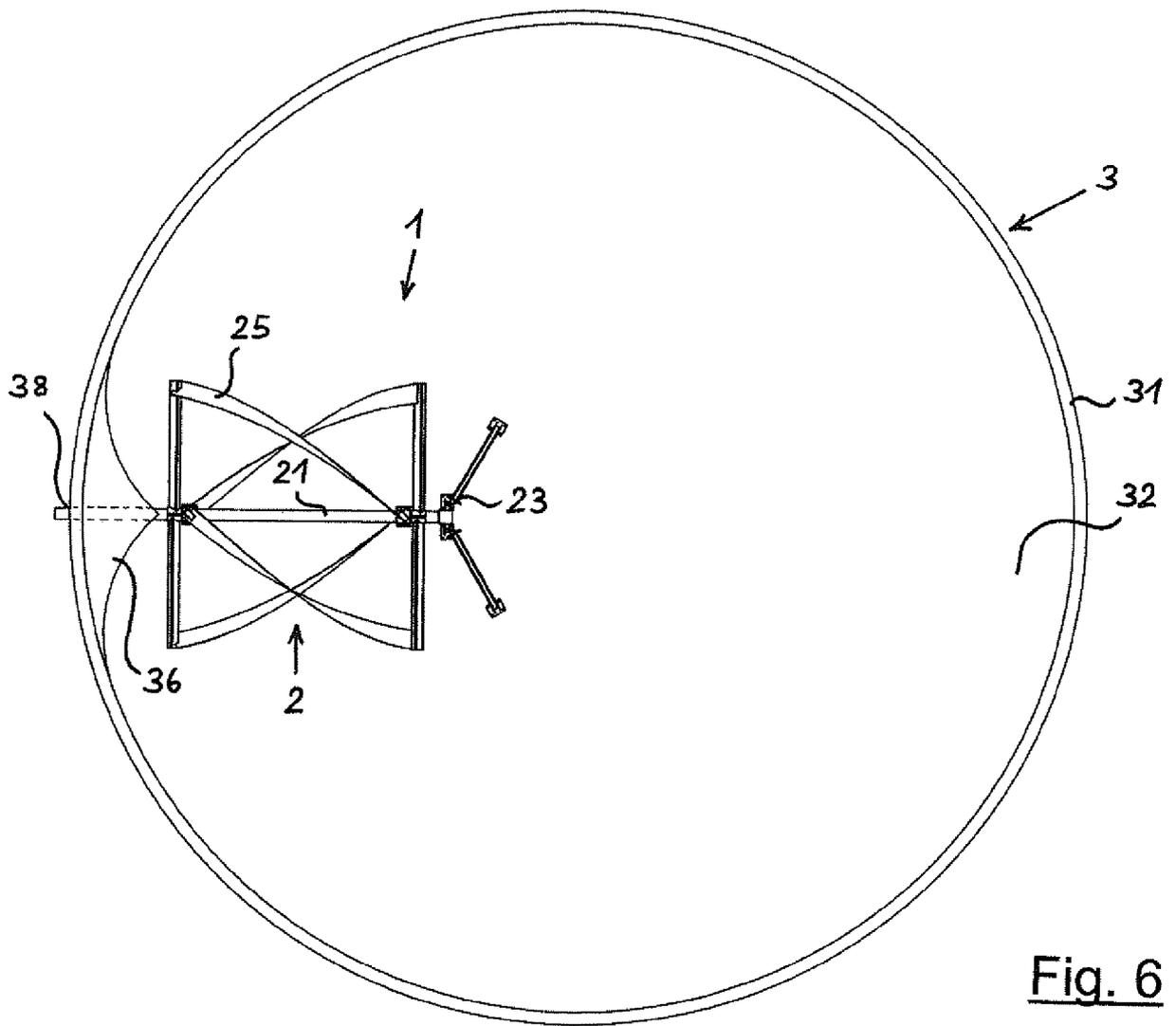


Fig. 6

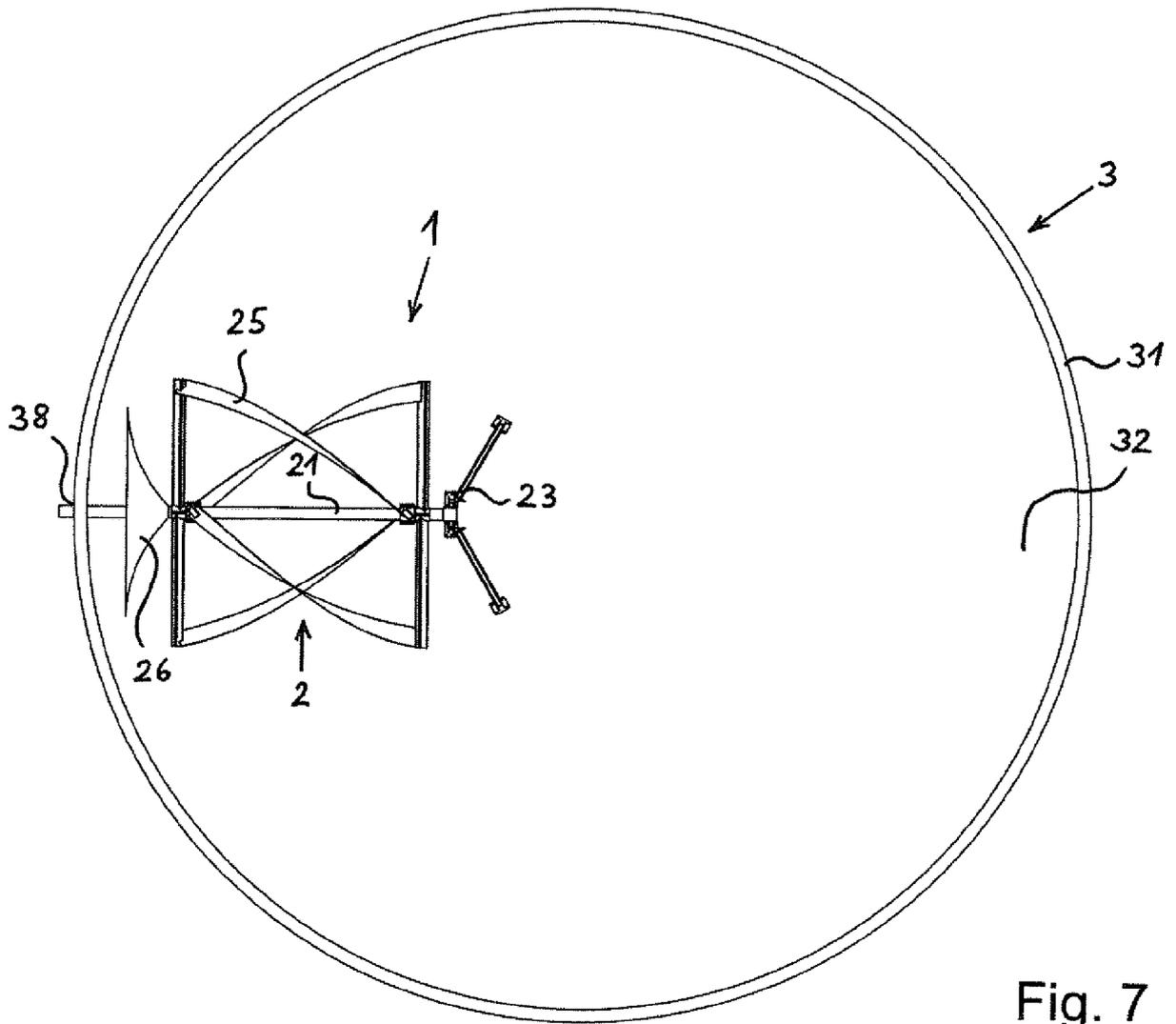


Fig. 7

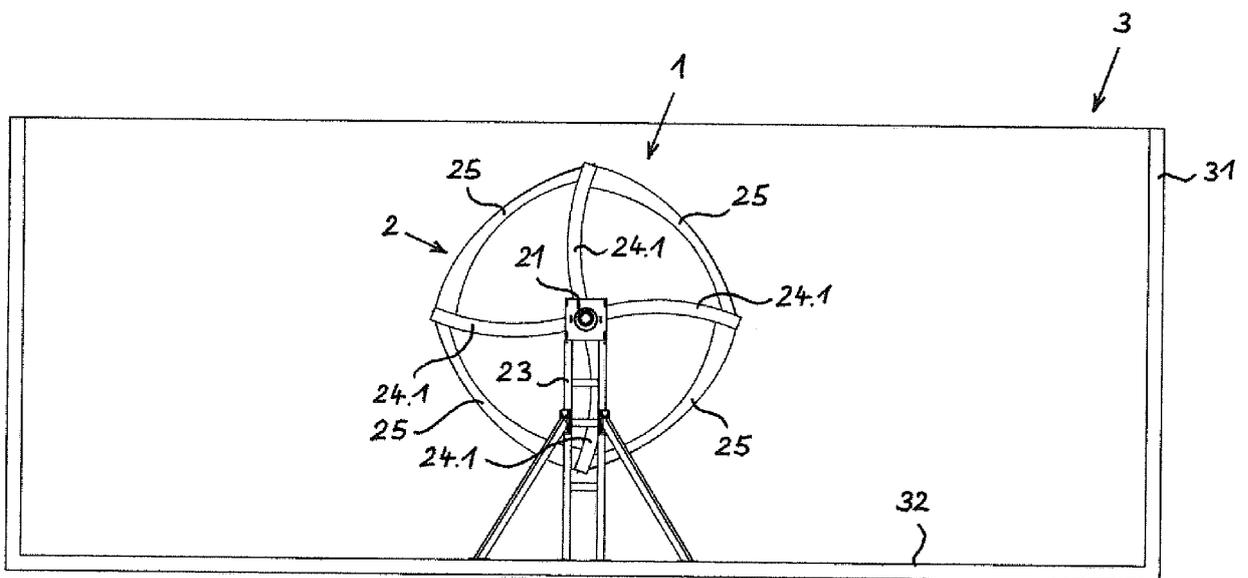


Fig. 8

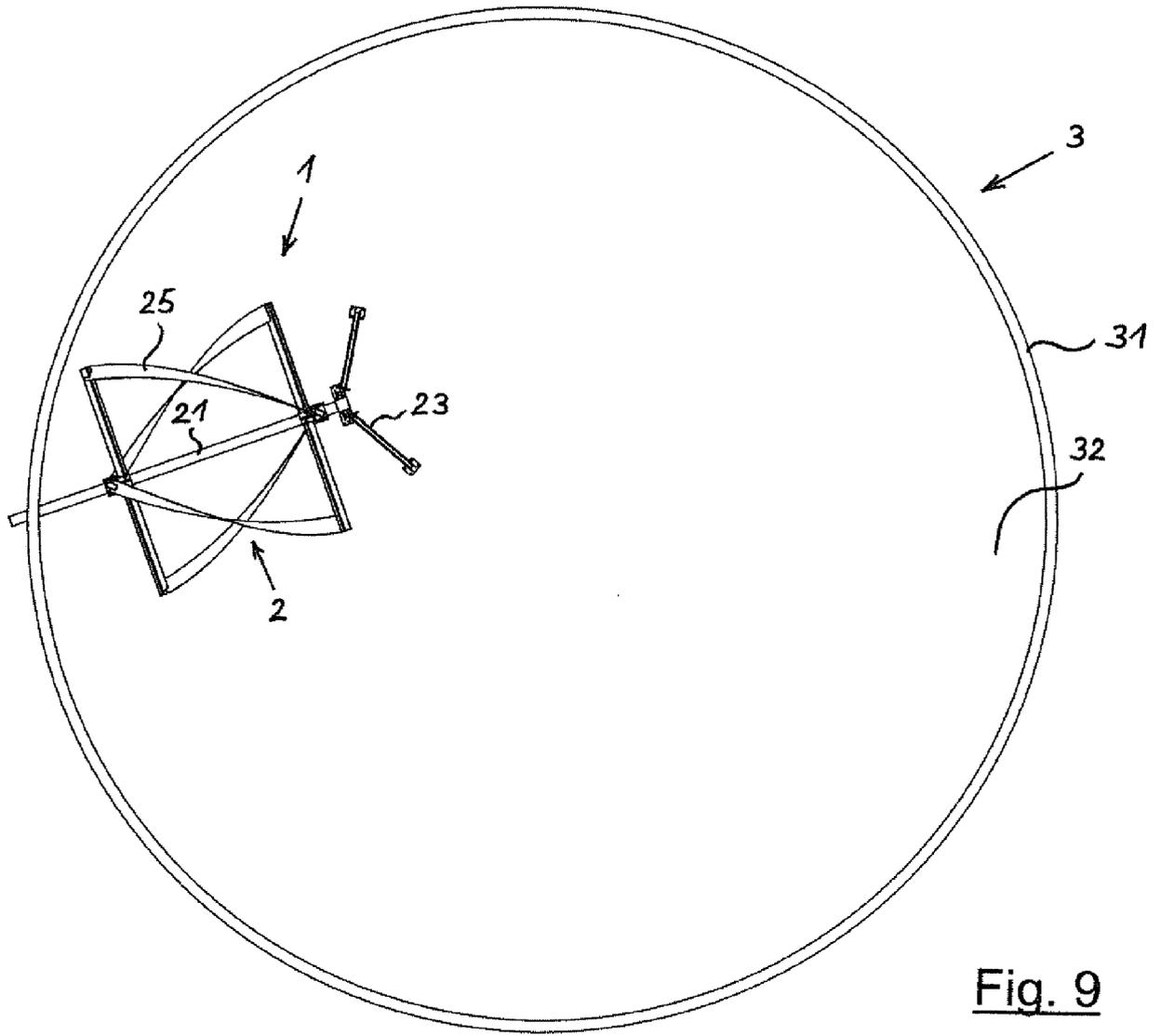


Fig. 9

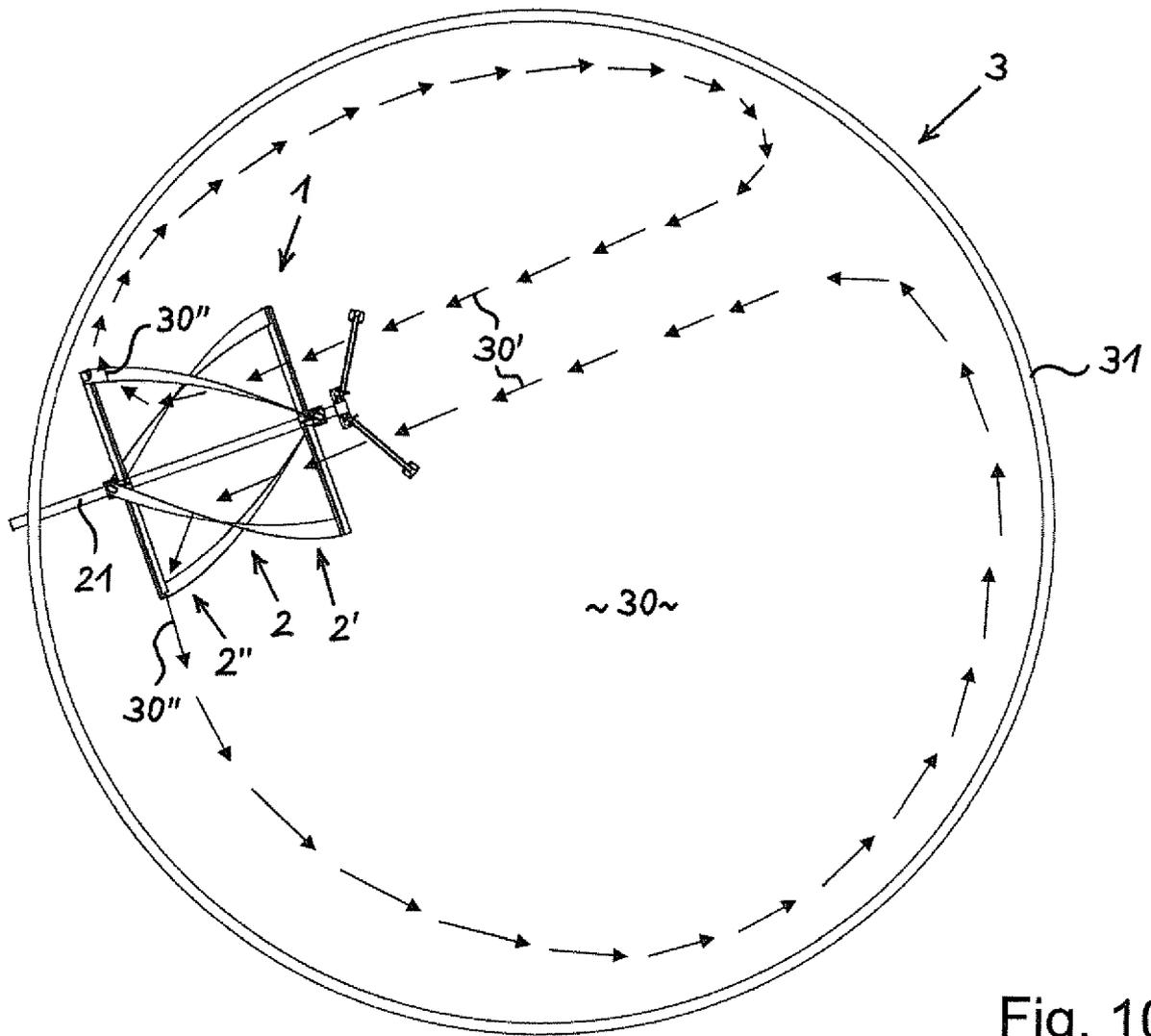


Fig. 10

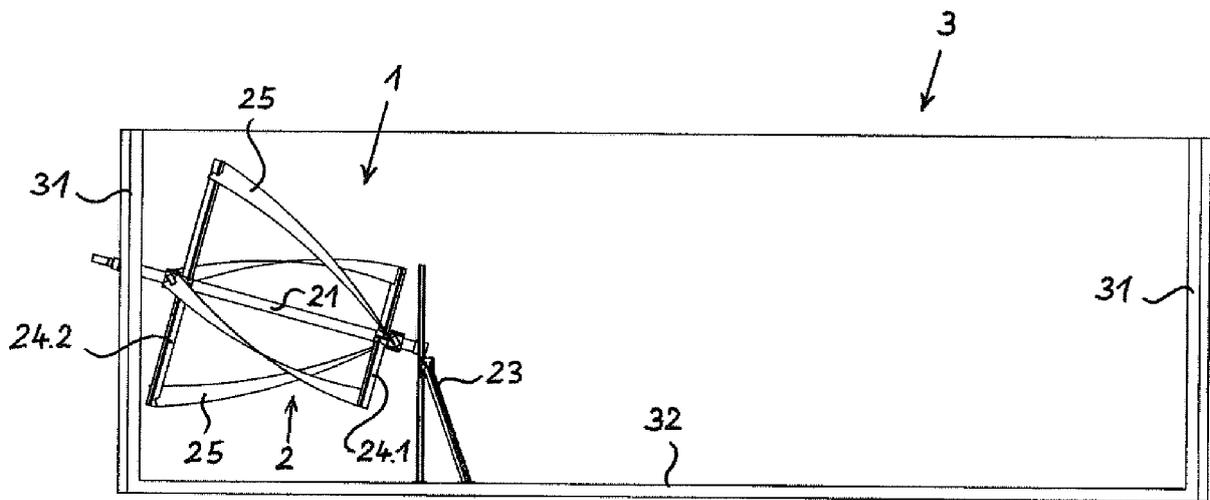


Fig. 11

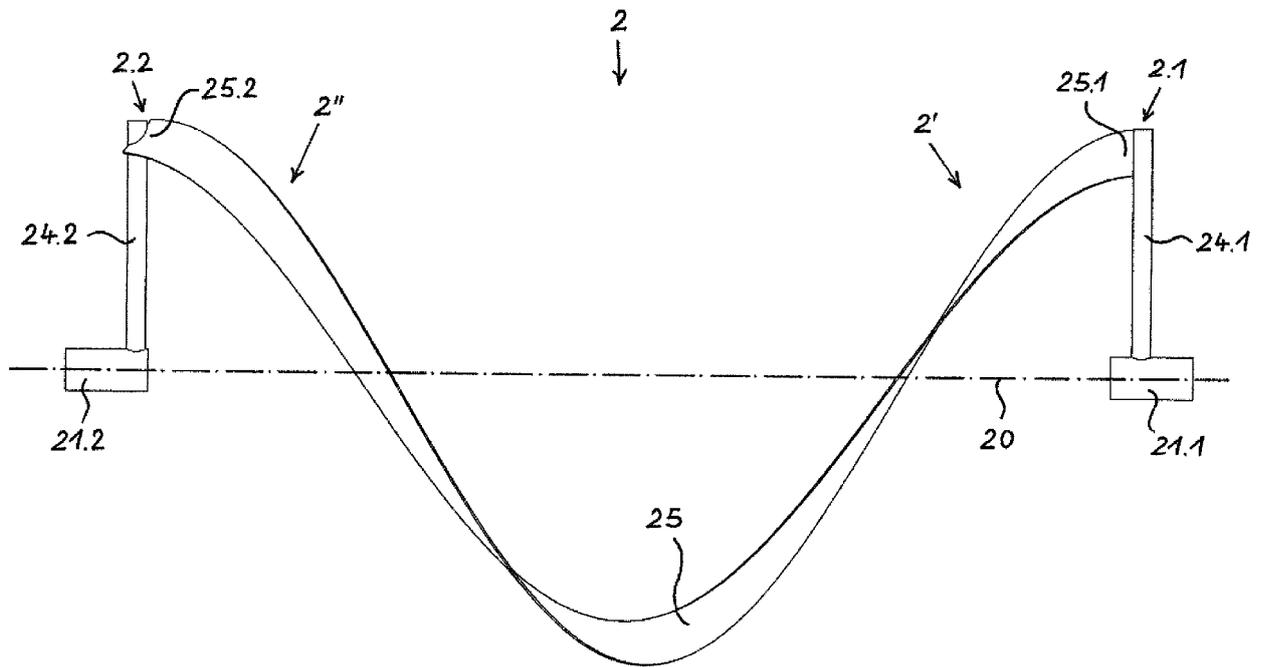


Fig. 12

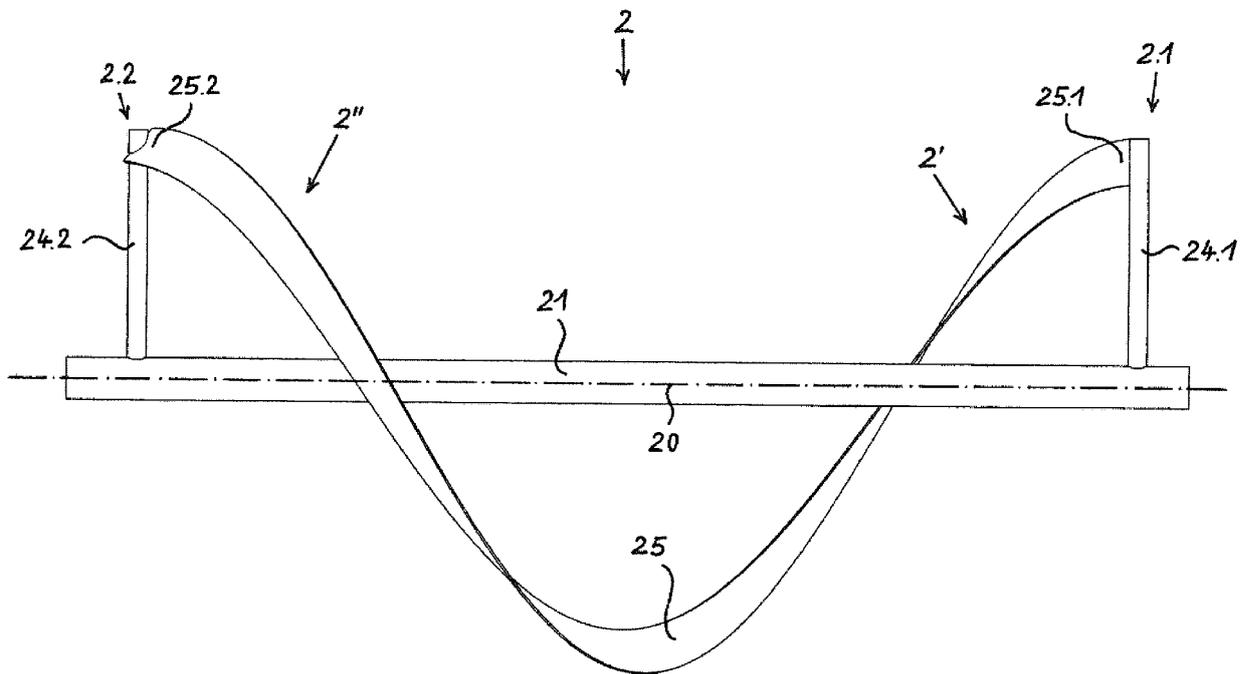


Fig. 13

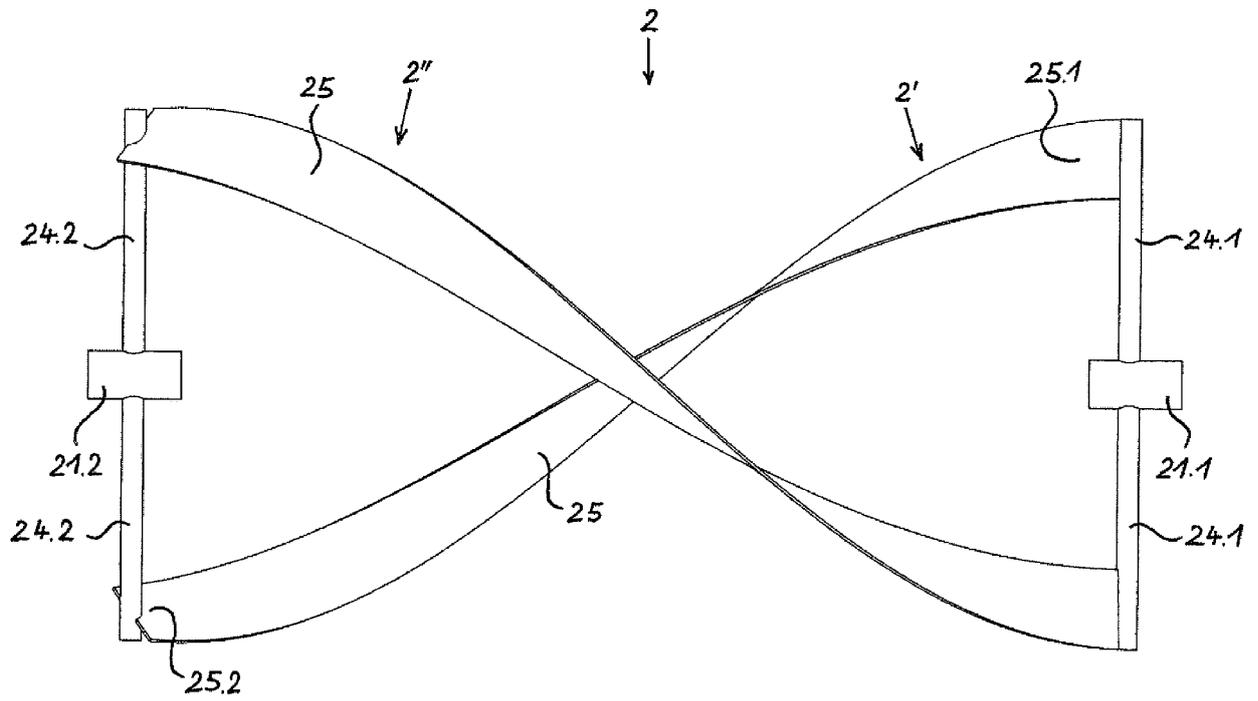


Fig. 14

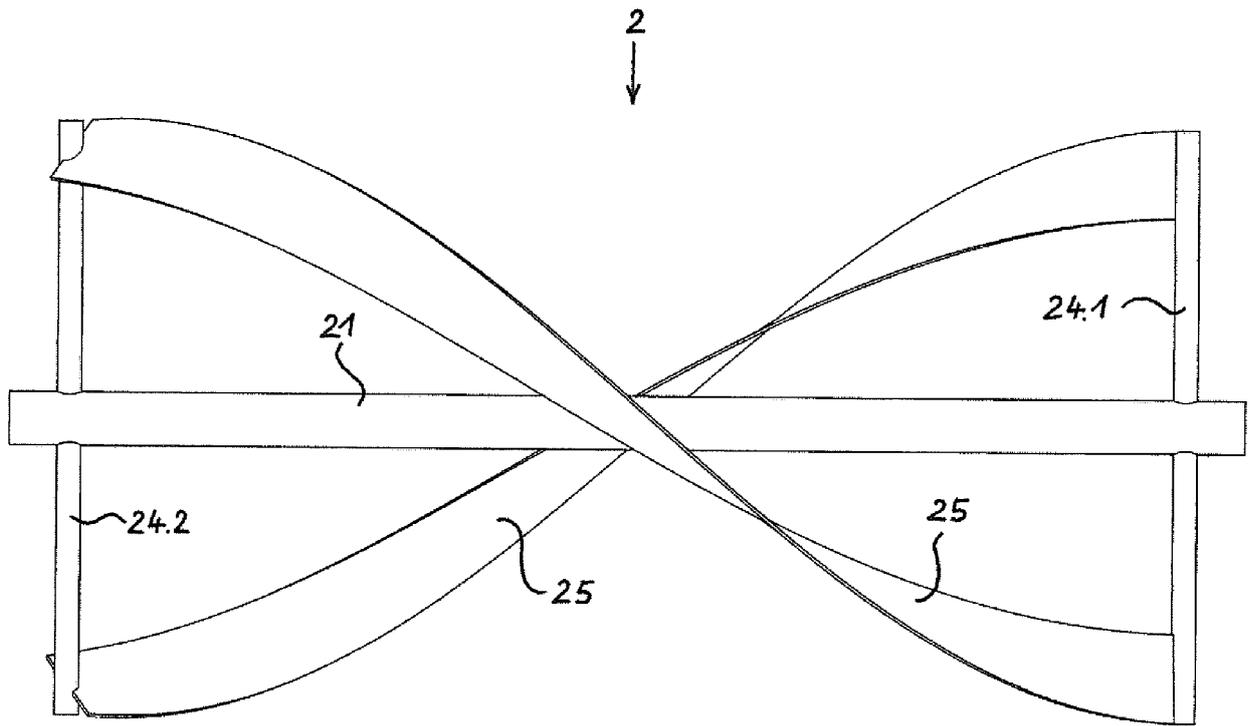


Fig. 15

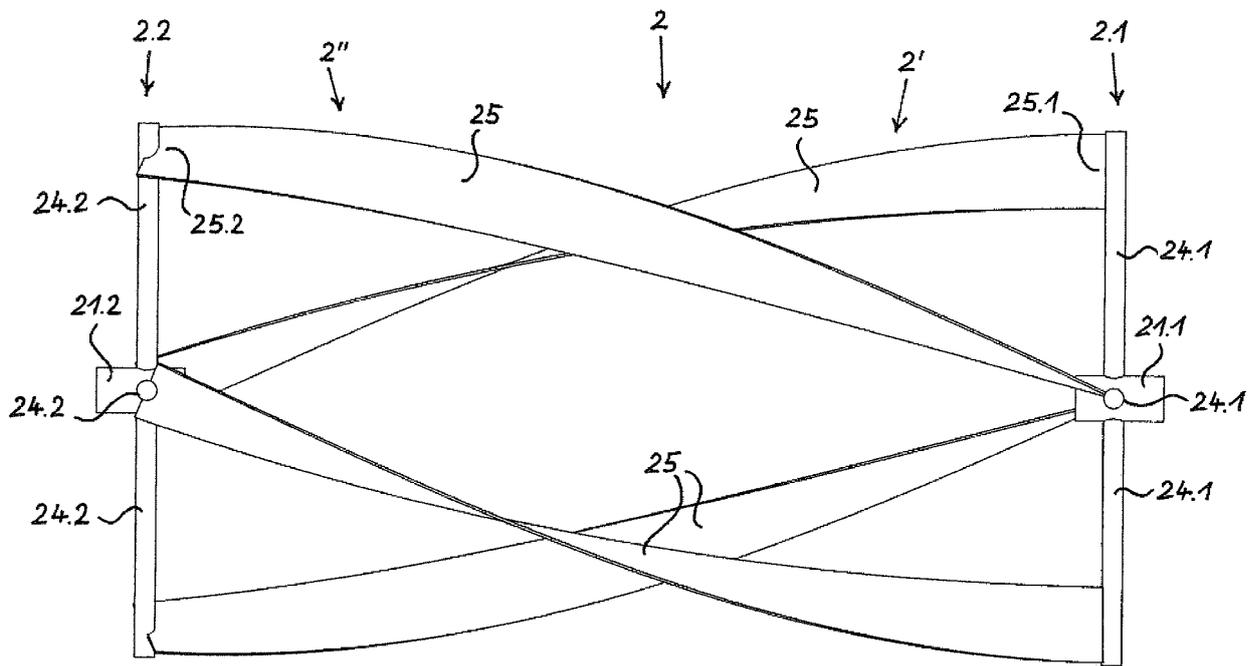


Fig. 16

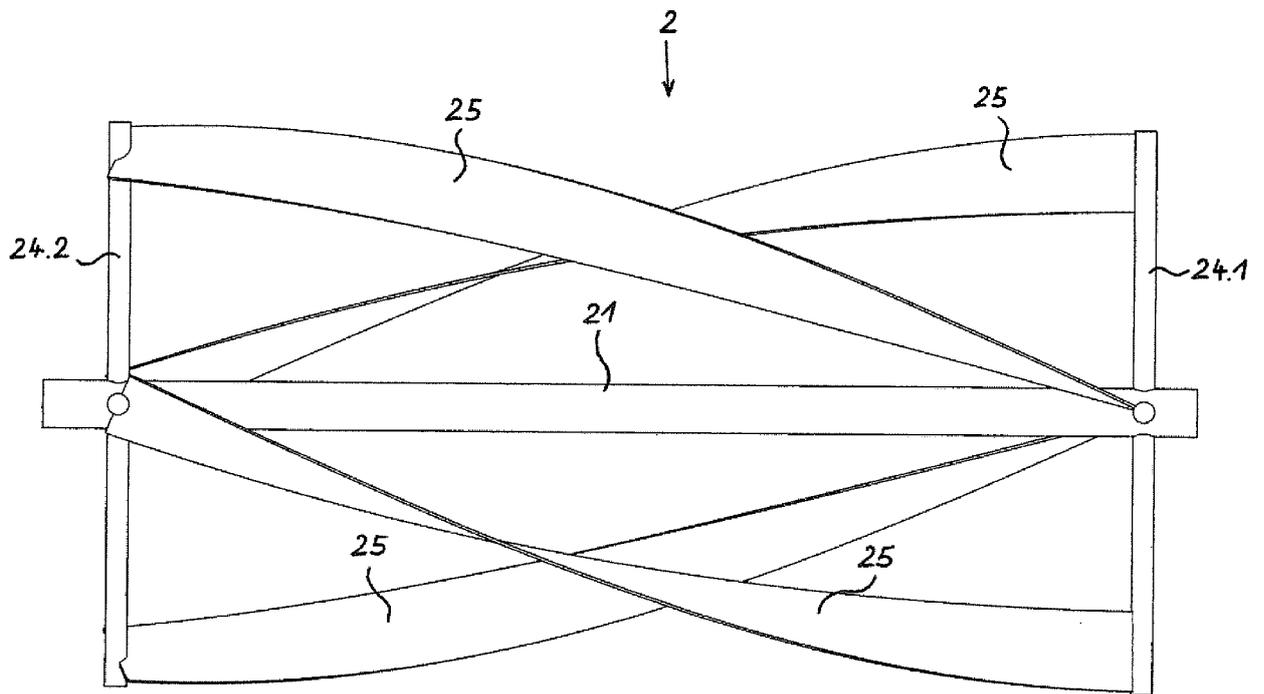


Fig. 17

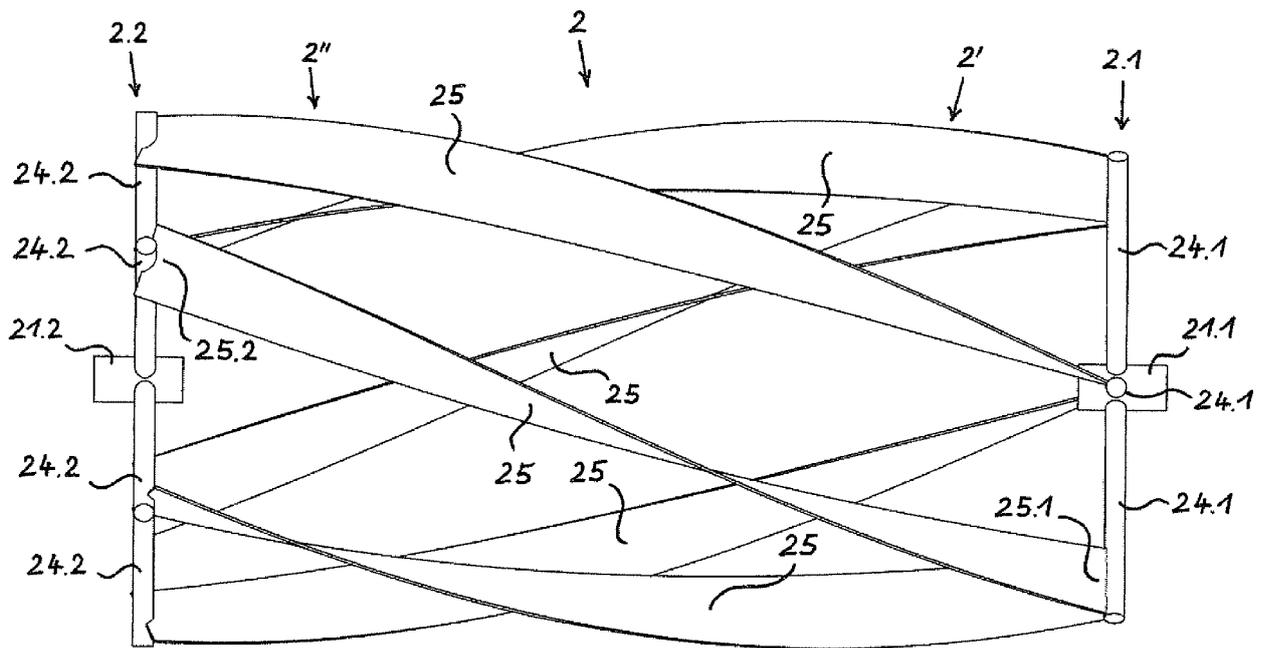


Fig. 18

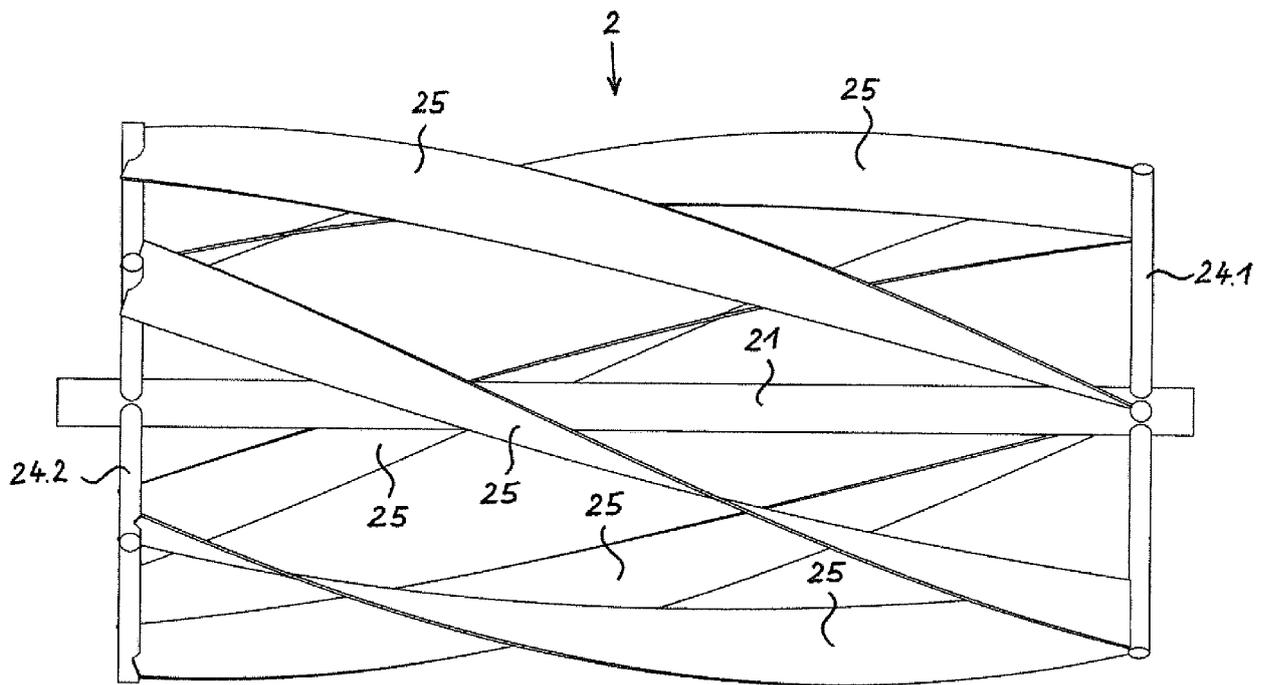


Fig. 19

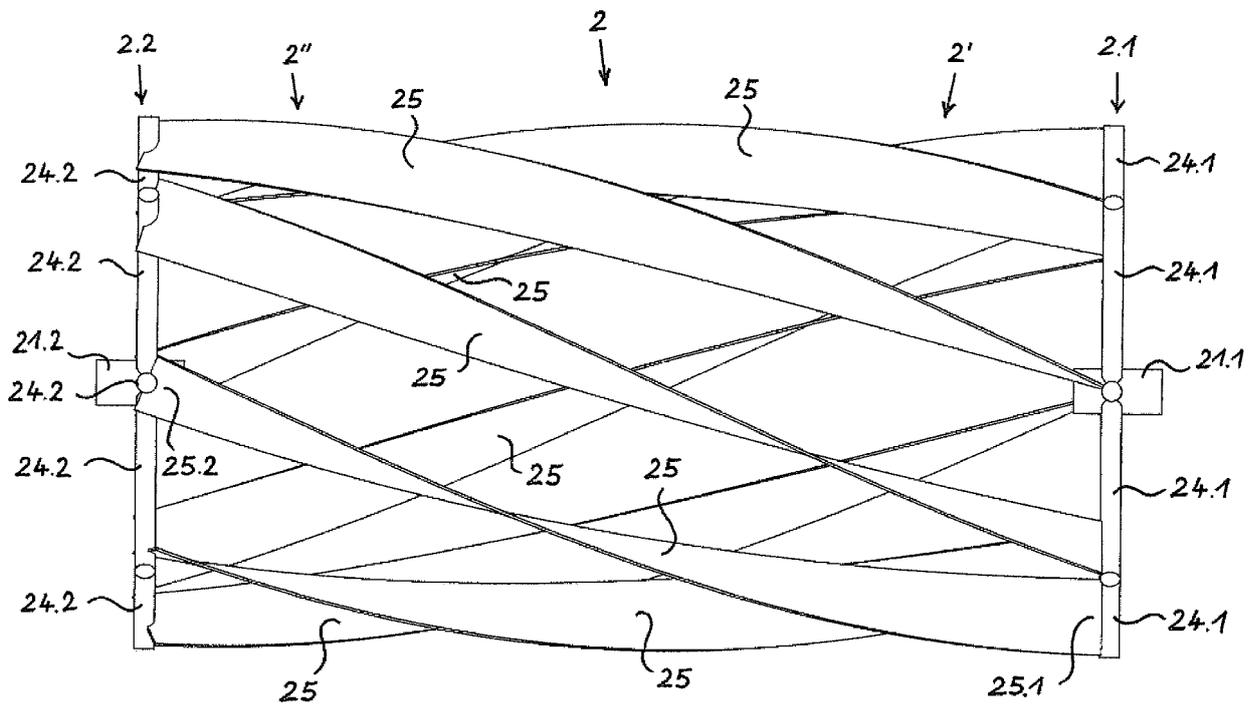


Fig. 20

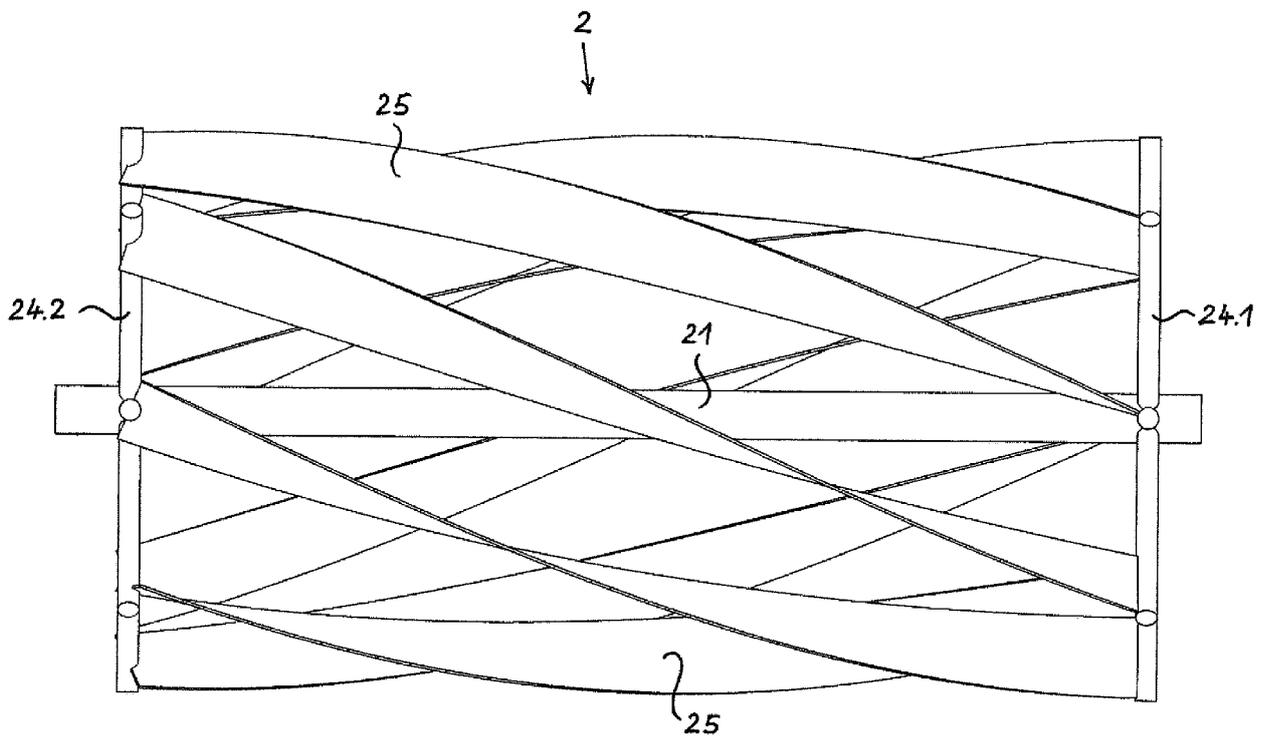


Fig. 21

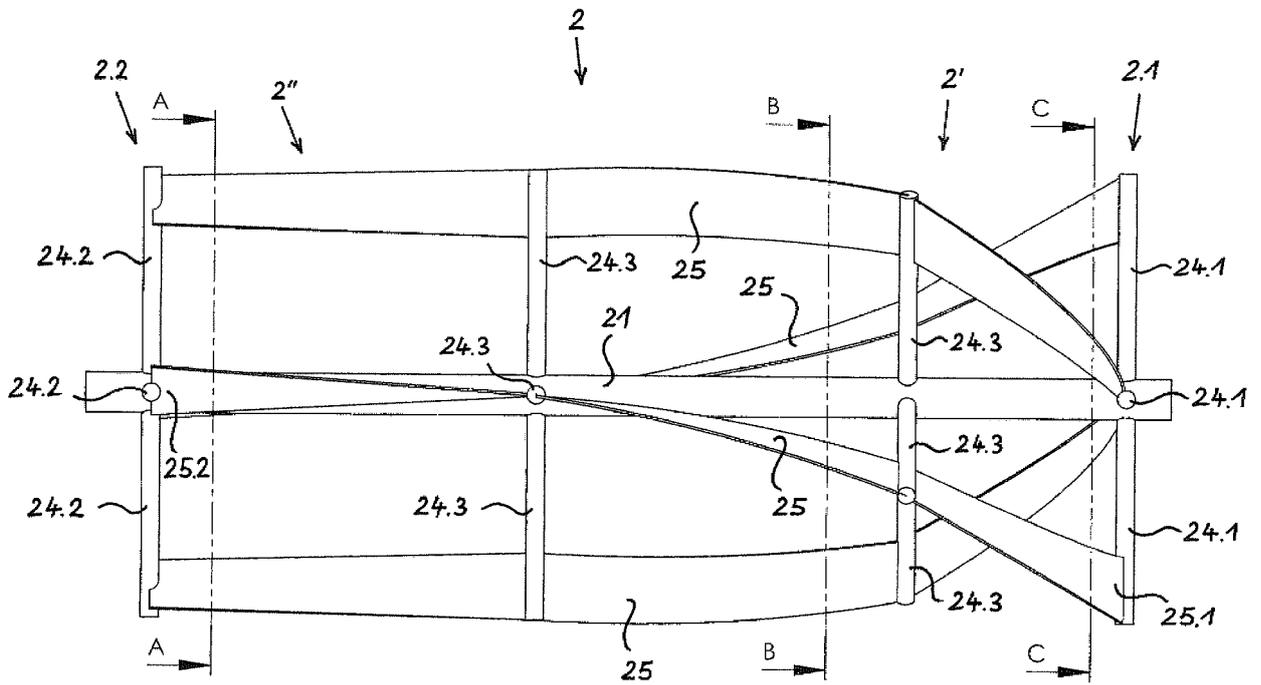


Fig. 22

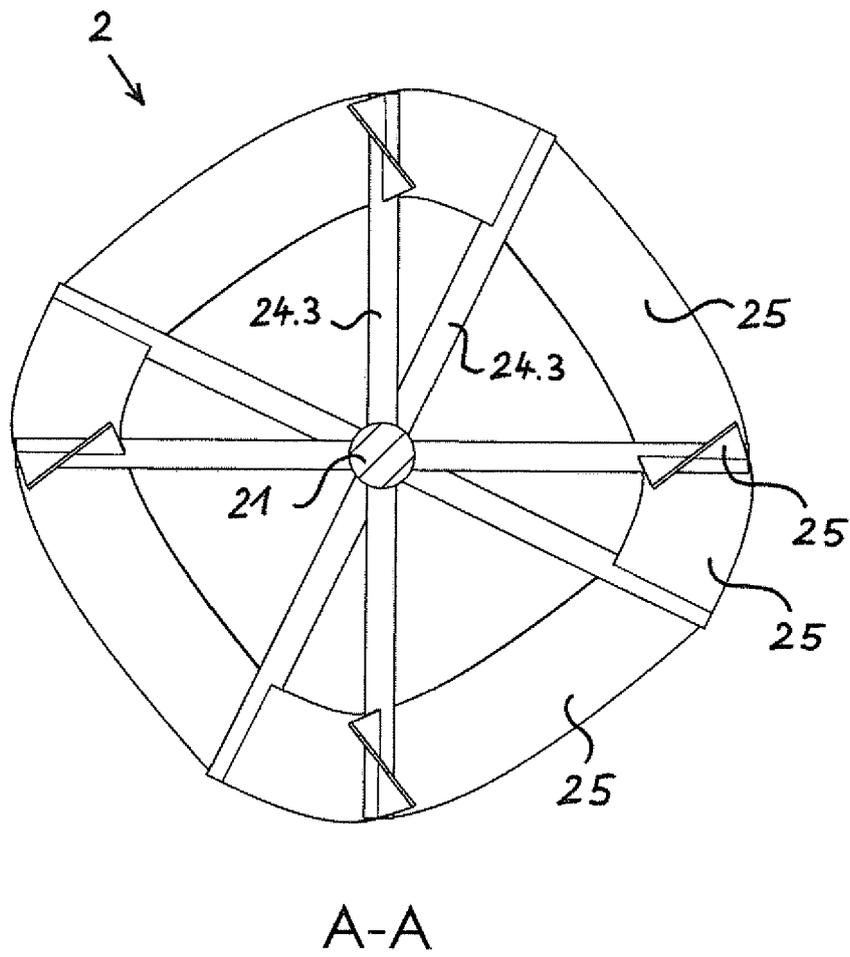


Fig. 23

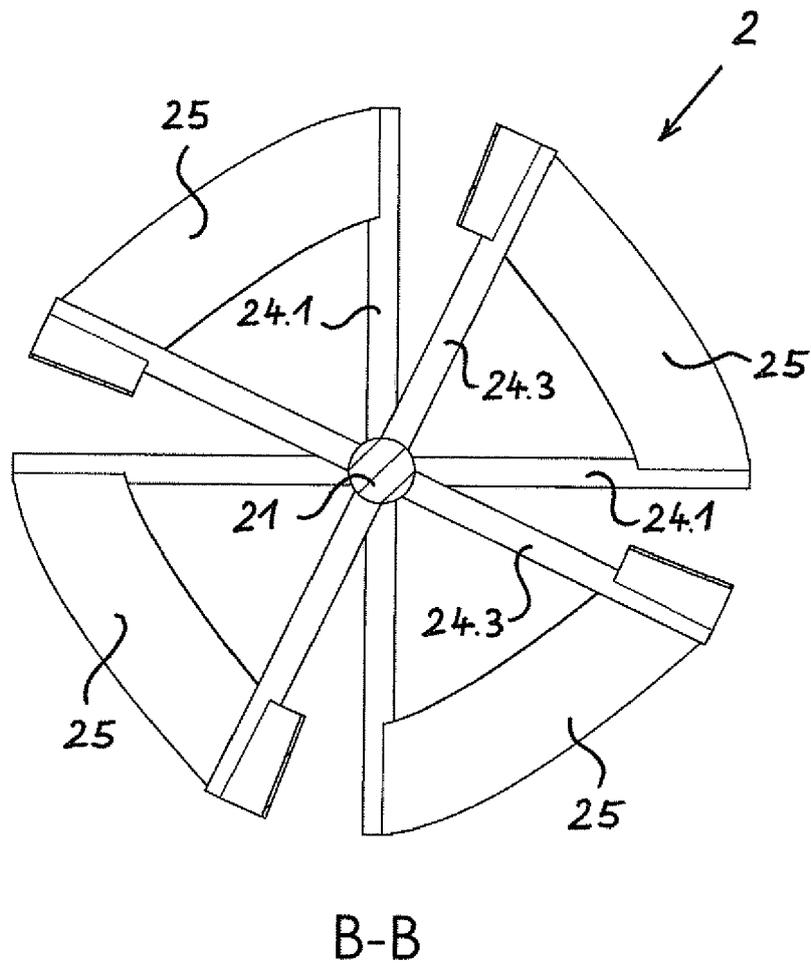


Fig. 24

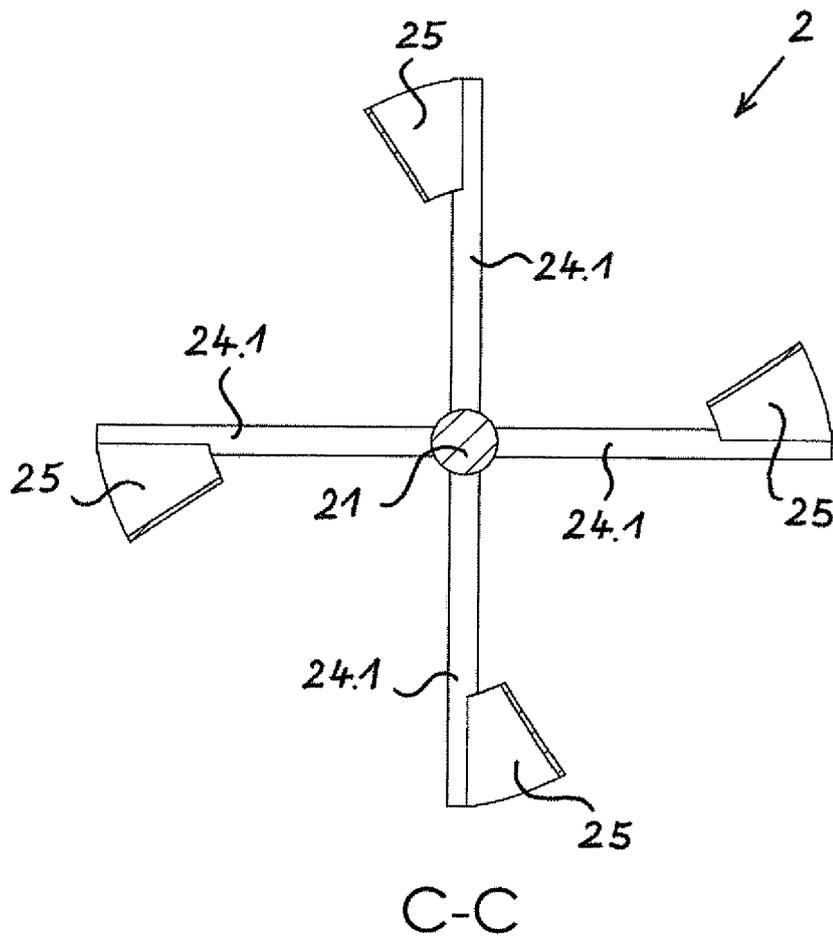


Fig. 25

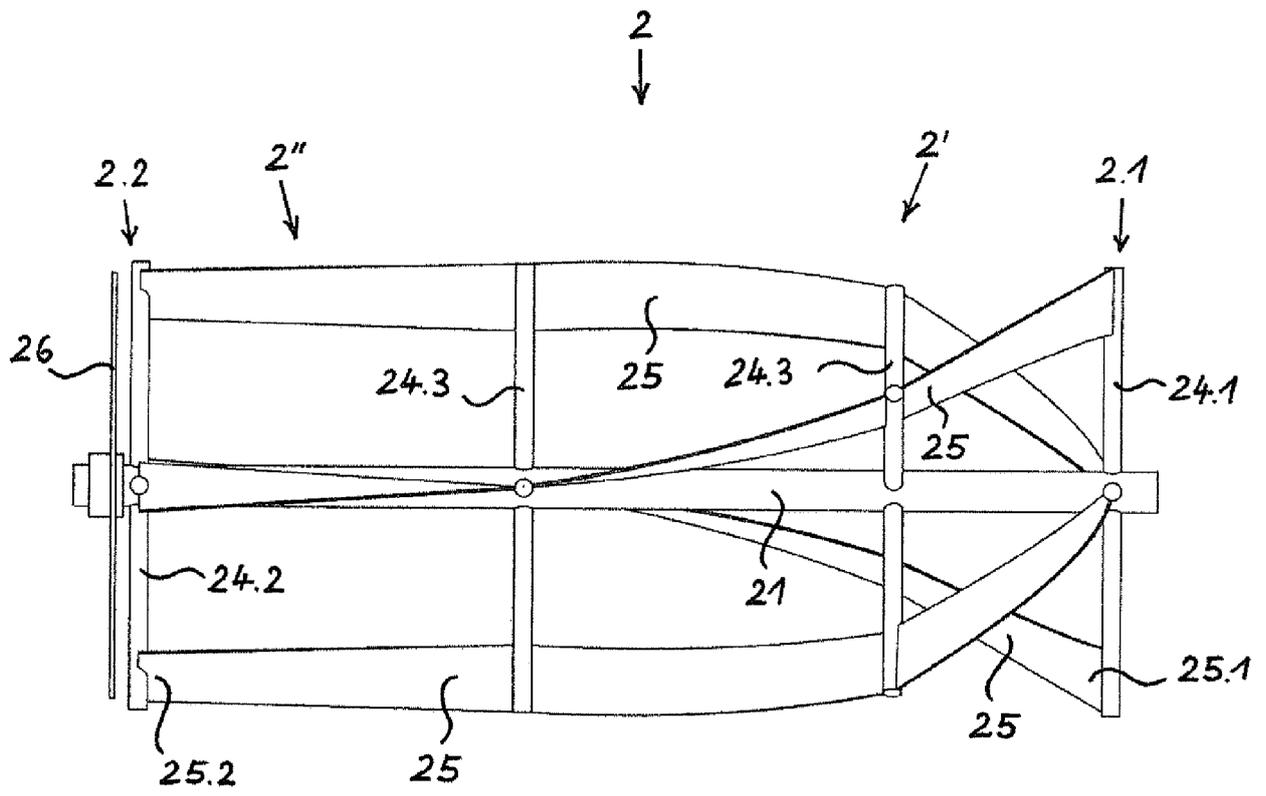


Fig. 26

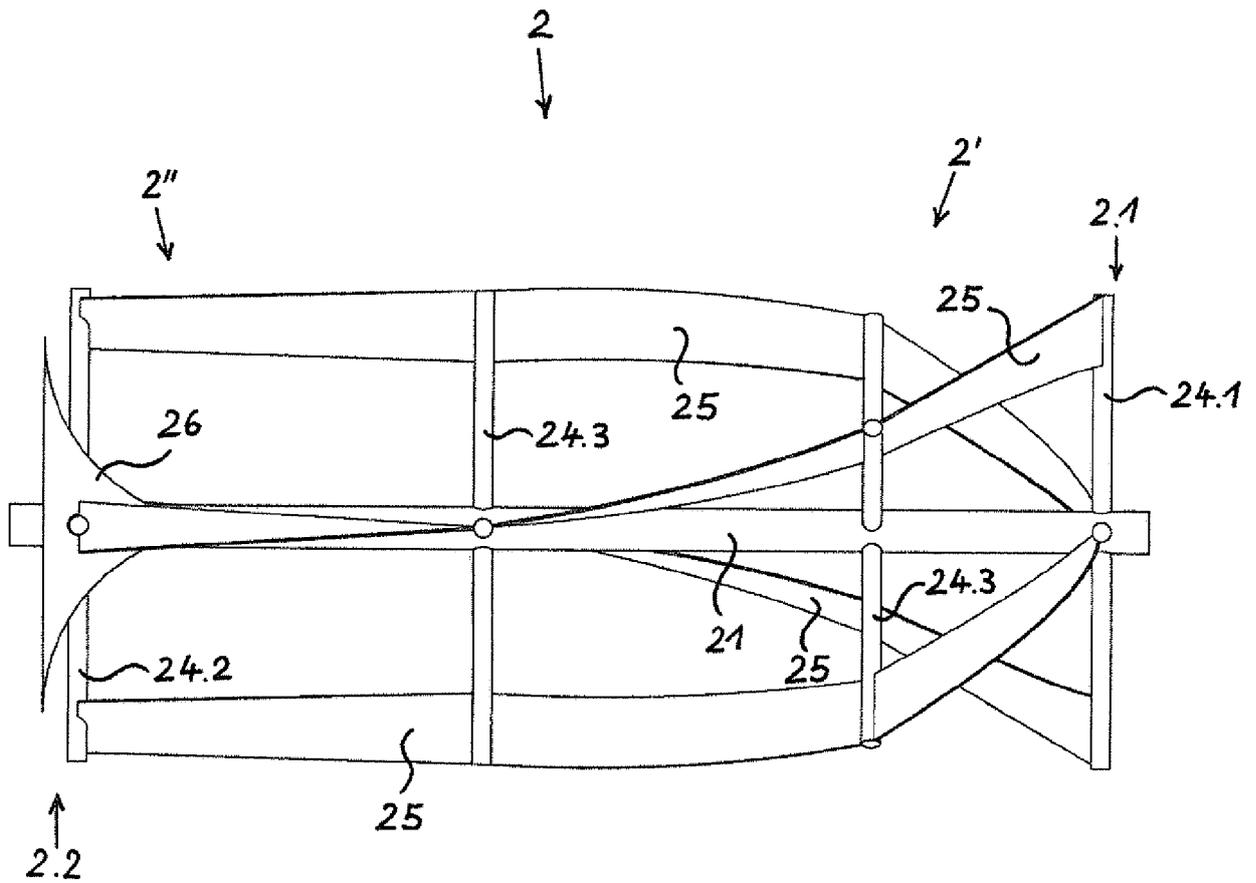


Fig. 27

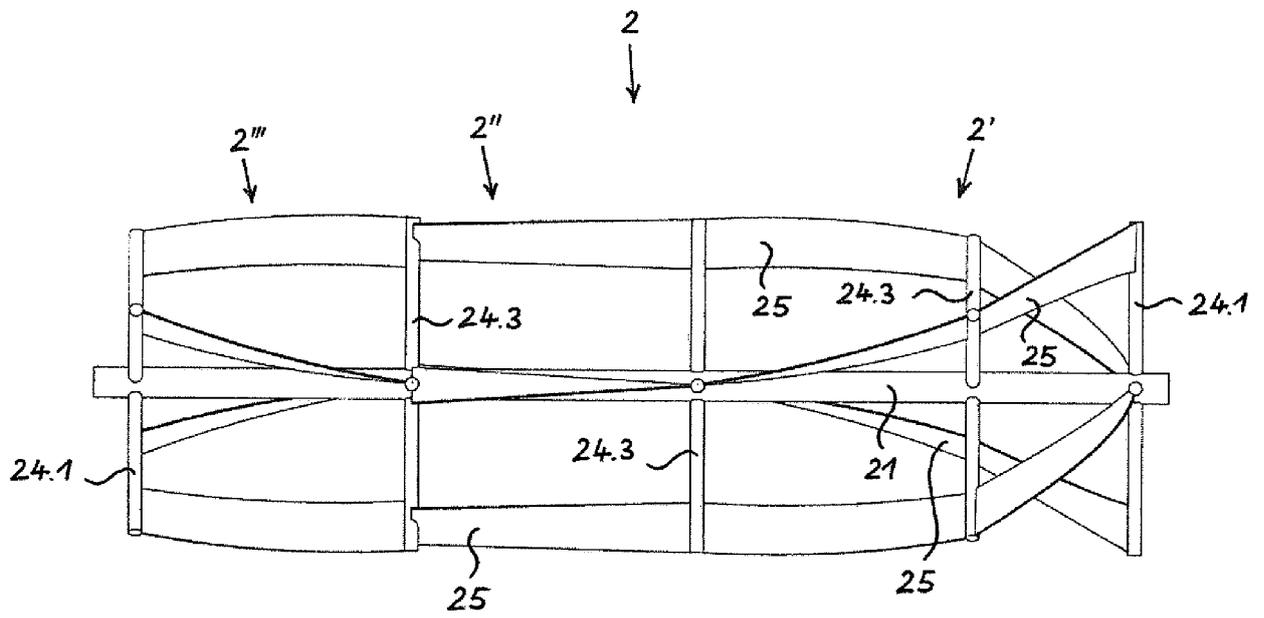


Fig. 28

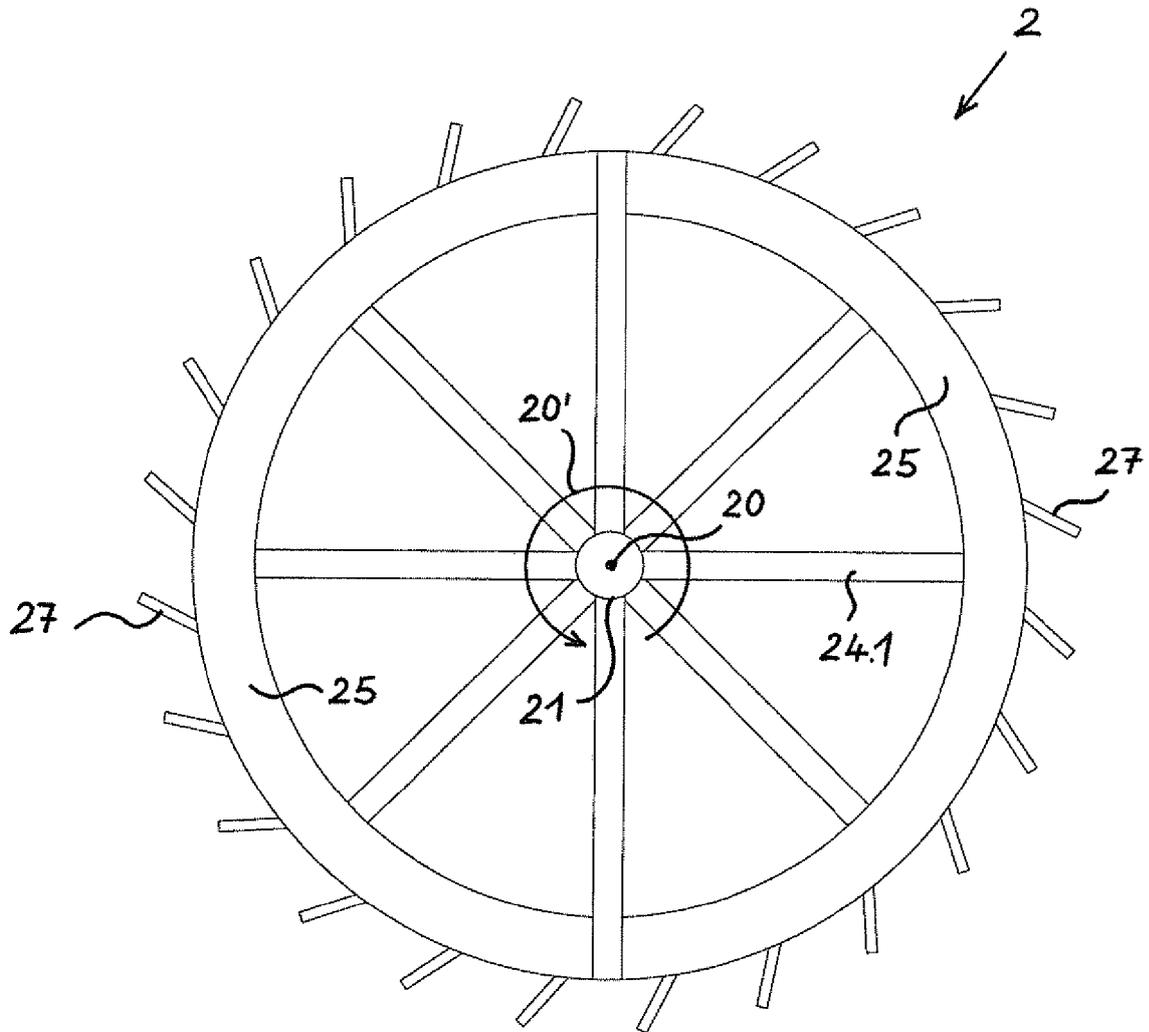


Fig. 29

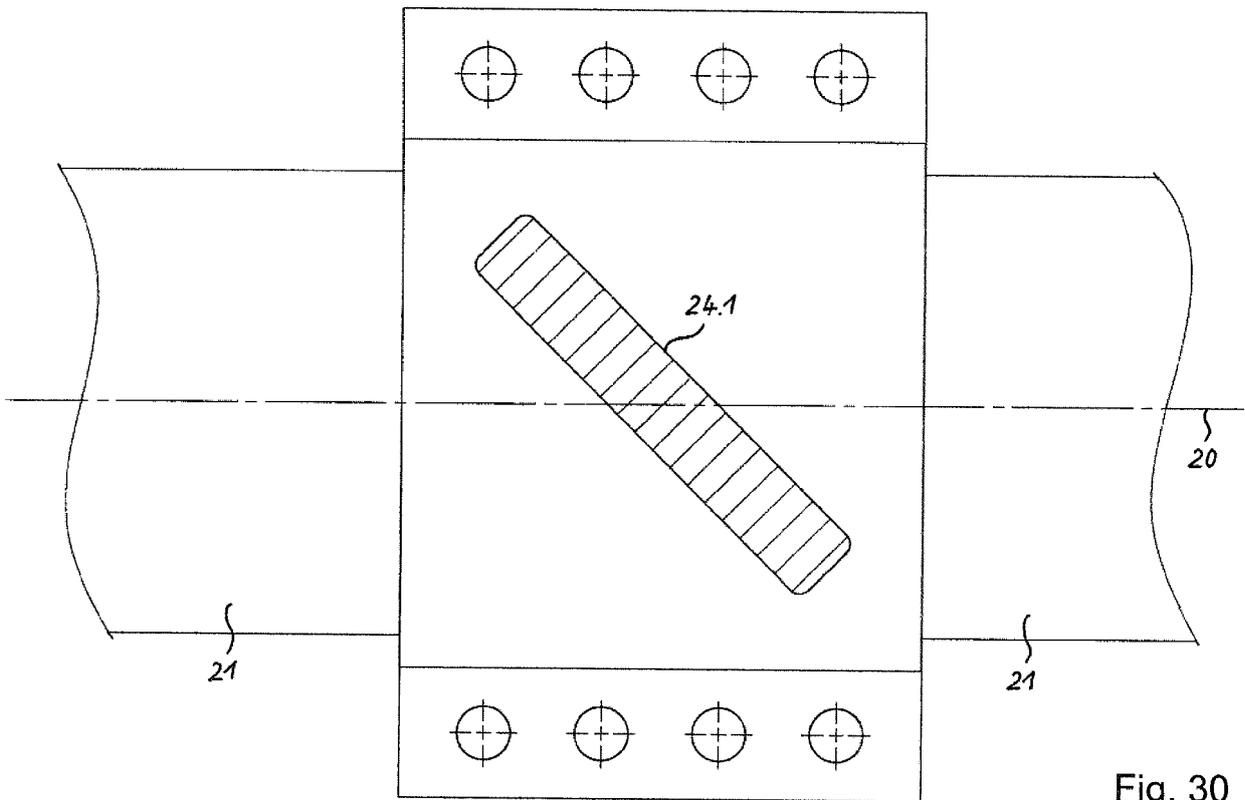


Fig. 30

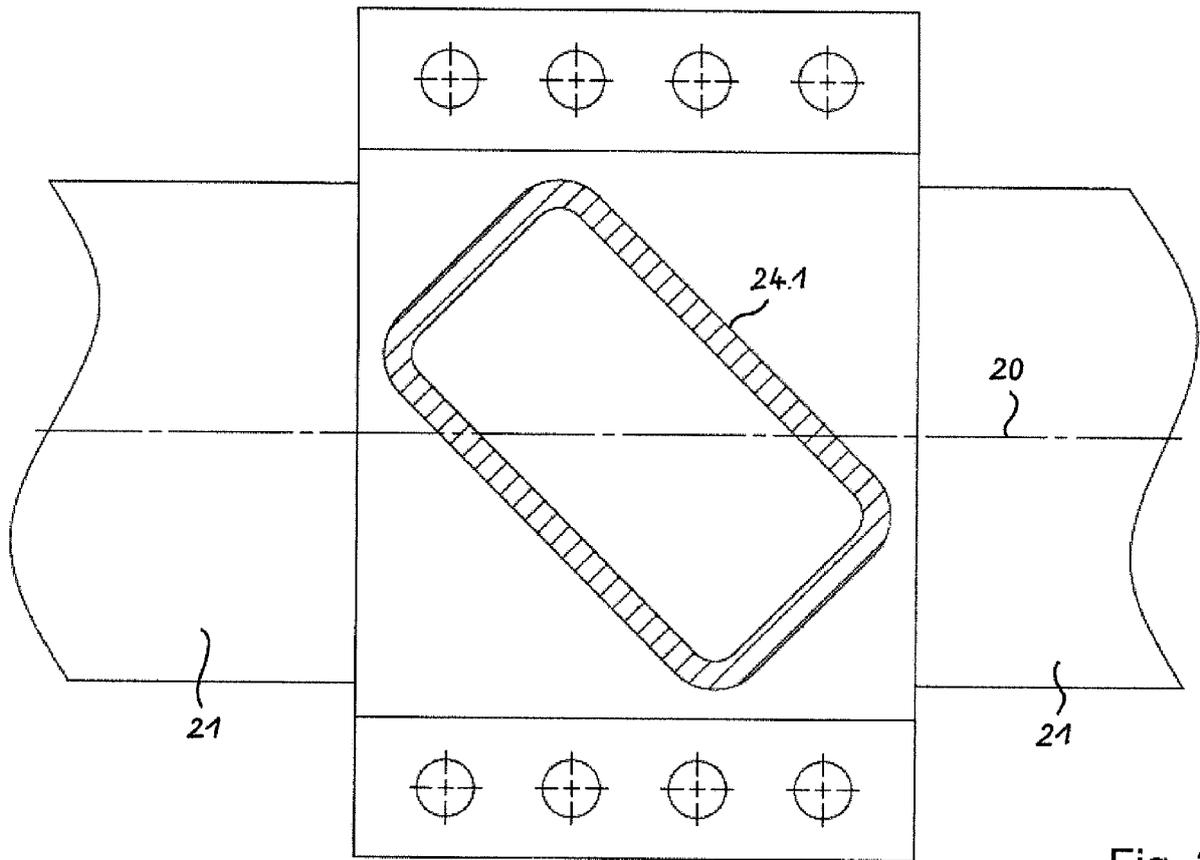


Fig. 31

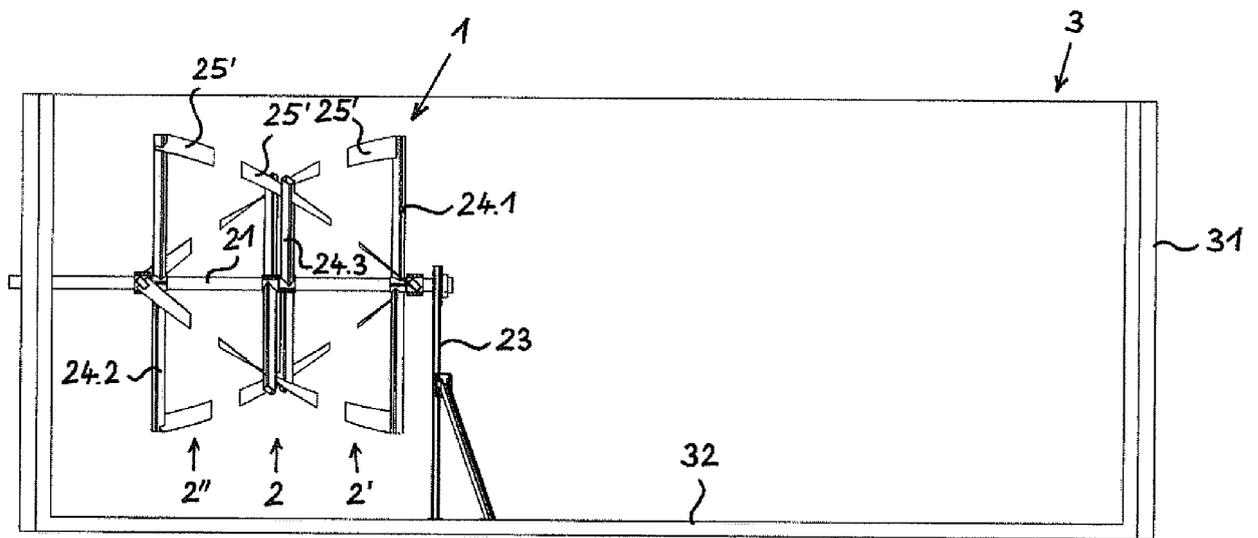


Fig. 32

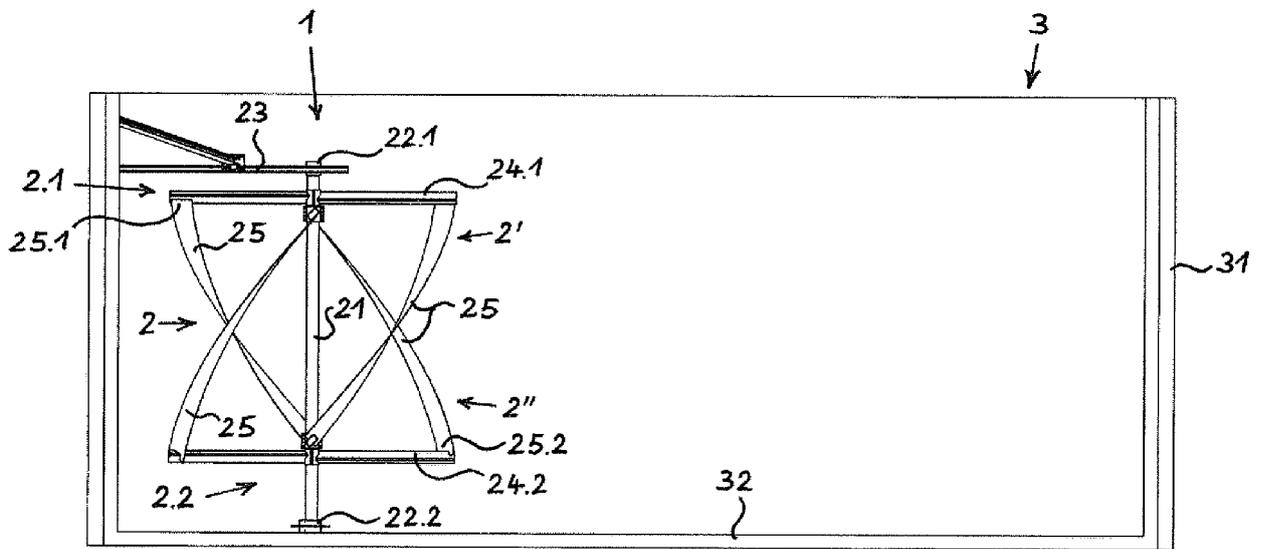


Fig. 33

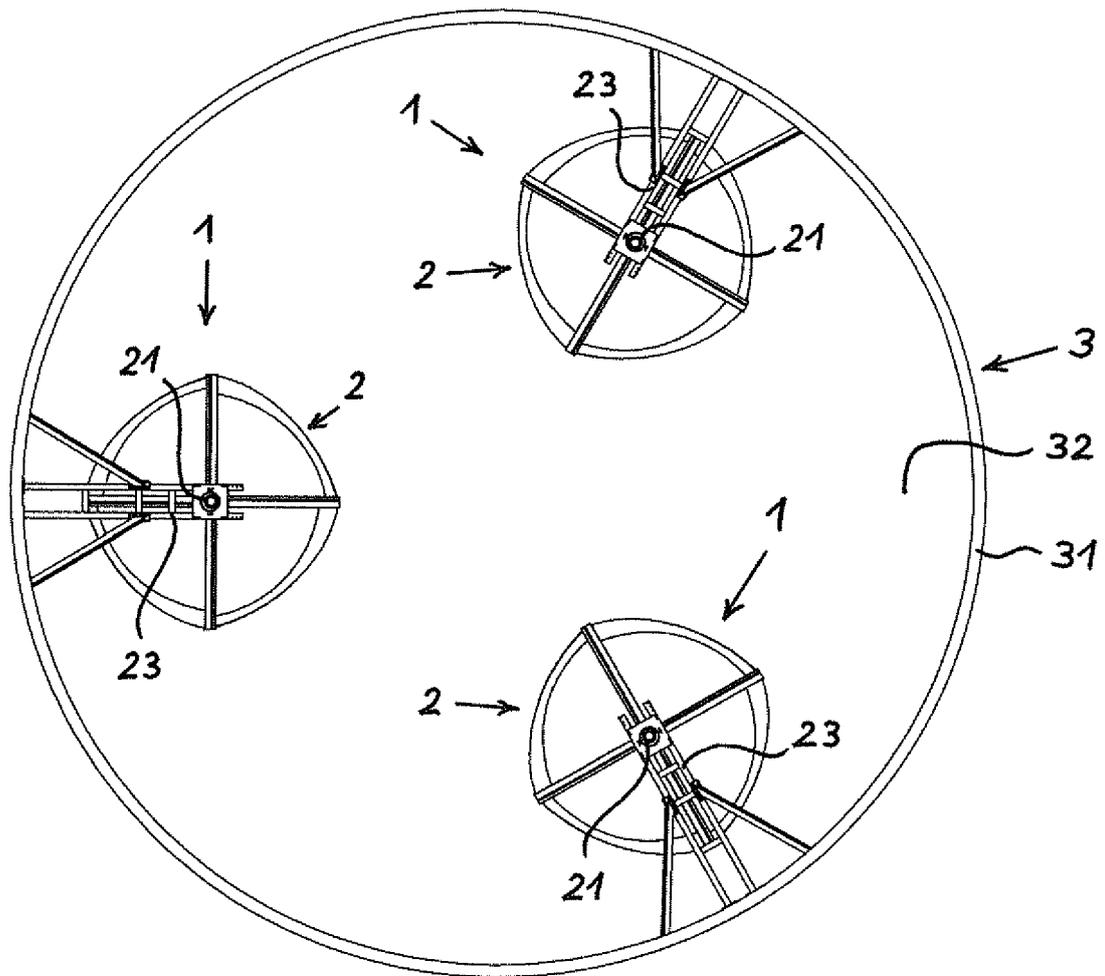


Fig. 34

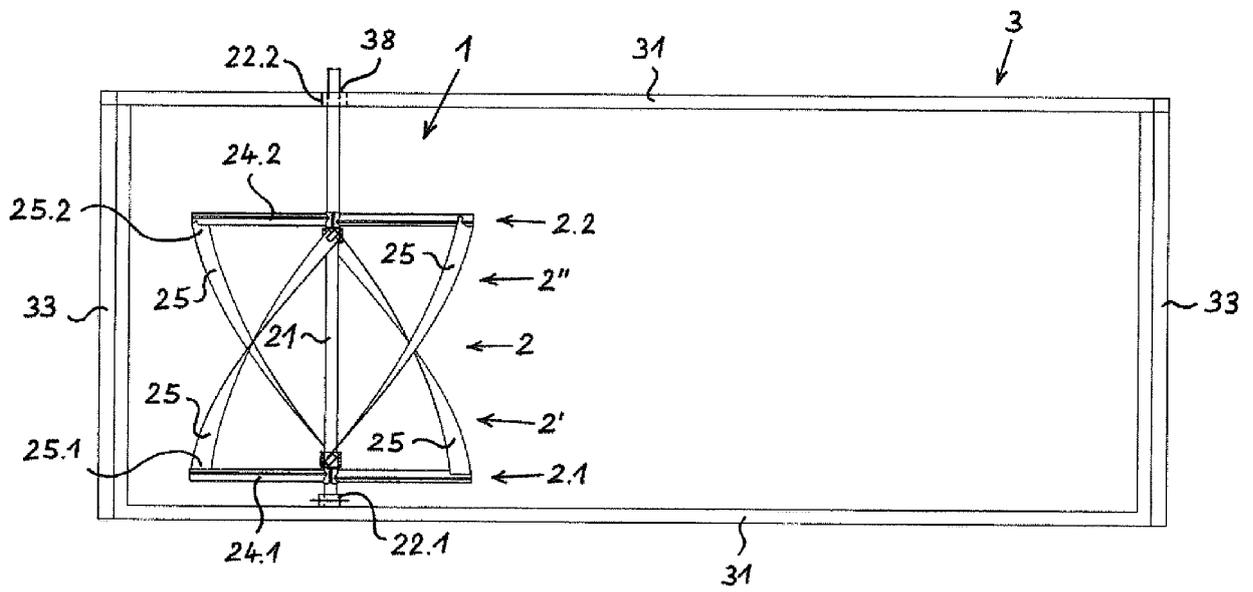


Fig. 35

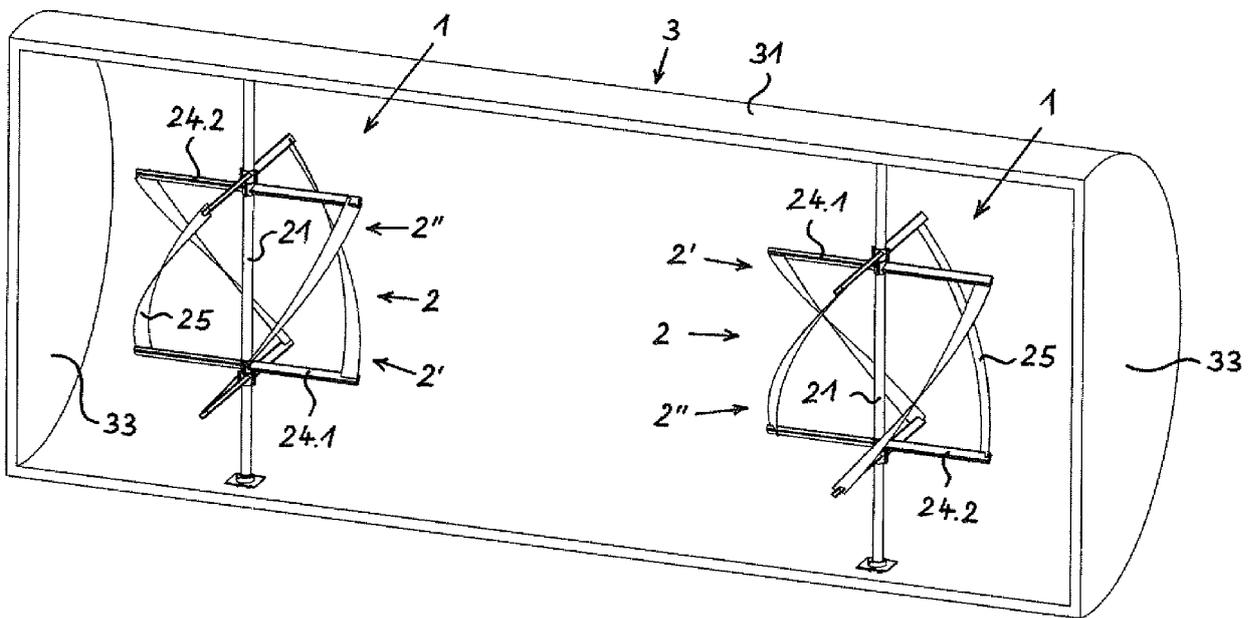


Fig. 36

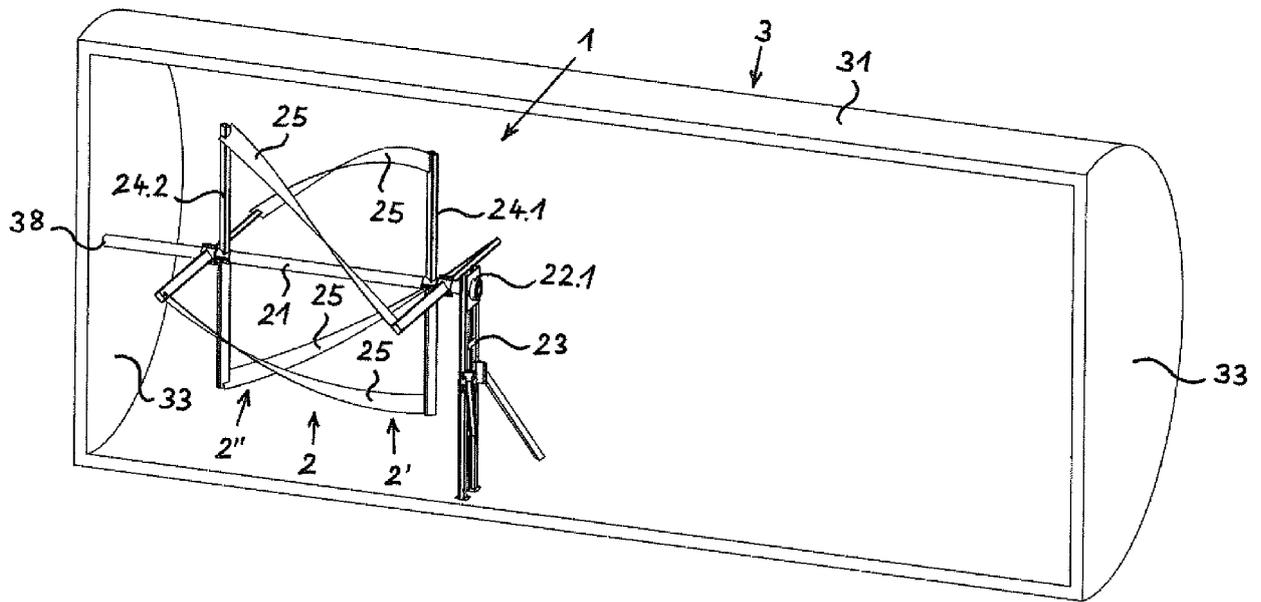


Fig. 37

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 202006004982 U1 [0002]
- DE 10260972 B4 [0003]
- EP 2656909 B1 [0004]