



(11) **EP 3 241 608 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.11.2017 Patentblatt 2017/45

(51) Int Cl.:
B01F 13/08 (2006.01) B01F 15/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17154806.8**

(22) Anmeldetag: **06.02.2017**

(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: **Levitronix GmbH**
8005 Zürich (CH)

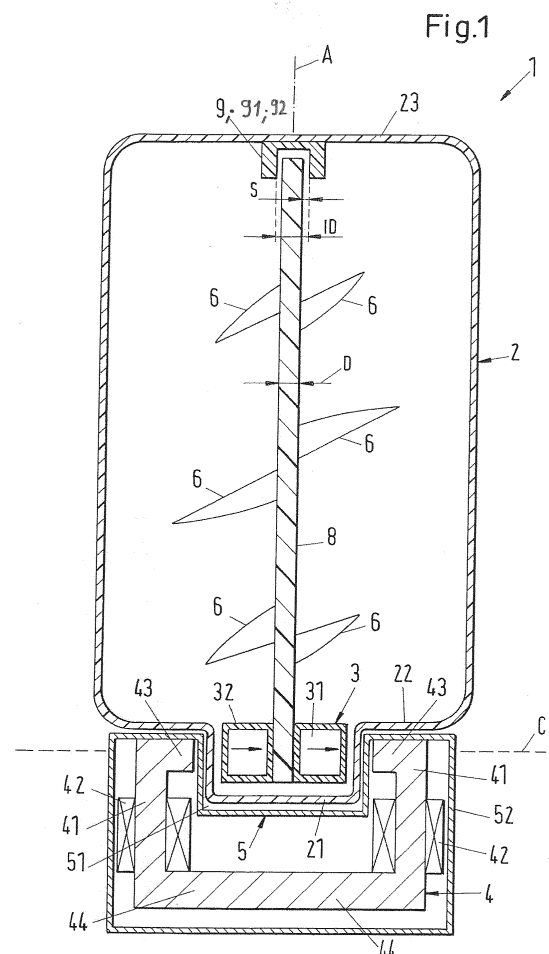
(72) Erfinder: **Schöb, Reto Dr.**
8964 Rudolfstetten (CH)

(74) Vertreter: **Intellectual Property Services GmbH**
Langfeldstrasse 88
8500 Frauenfeld (CH)

(30) Priorität: **02.05.2016 EP 16167908**

(54) **MISCHVORRICHTUNG SOWIE EINMALVORRICHTUNG FÜR EINE SOLCHE MISCHVORRICHTUNG**

(57) Es wird eine Mischvorrichtung zum Mischen oder Rühren von Substanzen vorgeschlagen, mit einem Mischbehälter (2) zur Aufnahme der zu mischenden oder zu rührenden Substanzen, mit einem in dem Mischbehälter (2) angeordneten Rotor (3), mit welchem mindestens ein Flügel (6) zum Mischen oder Rühren der Substanzen zur Rotation um eine axiale Richtung (A) antreibbar ist, sowie mit einem ausserhalb des Mischbehälters (2) angeordneten Stator (4), mit welchem der Rotor (3) im Betriebszustand berührungslos magnetisch zur Rotation um die axiale Richtung (A) antreibbar und bezüglich des Stators (4) magnetisch lagerbar ist, wobei ein sich in axialer Richtung (A) erstreckender Stab (8) vorgesehen ist, der drehfest mit dem Rotor (3) verbunden ist, sowie ein bezüglich des Mischbehälters (2) fixiertes mechanisches Begrenzungselement (9), welches mit dem Stab (8) zusammenwirkt, wobei das Begrenzungselement (9) so ausgestaltet und angeordnet ist, dass der Stab (8) bezüglich des Begrenzungselements (9) rotieren kann, und eine Verkippung des Rotors (3) durch einen körperlichen Kontakt zwischen dem Stab (8) und dem Begrenzungselement (9) zumindest begrenzt ist. Ferner wird eine Einmalvorrichtung (20) für eine solche Mischvorrichtung vorgeschlagen.



Beschreibung

Mischvorrichtung sowie Einmalvorrichtung für eine solche Mischvorrichtung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Mischvorrichtung zum Mischen oder Rühren von Substanzen sowie eine Einmalvorrichtung für eine Mischvorrichtung gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs der jeweiligen Kategorie.

[0002] Mischvorrichtungen zum Mischen oder Rühren von Substanzen, beispielsweise von zwei Flüssigkeiten oder von einer Flüssigkeit mit einem Pulver oder von Flüssigkeiten oder Suspensionen mit Gasen, werden in vielen technischen Gebieten eingesetzt. Bei vielen Anwendungen kommt dabei der Reinheit des Mischbehälters, in welchem die Vermischung stattfindet, sowie der darin befindlichen Komponenten eine sehr grosse Bedeutung zu. Als Beispiele seien hier die Pharmaindustrie und die biotechnologische Industrie genannt. Hier werden häufig Lösungen und Suspensionen hergestellt, die eine sorgfältige Durchmischung der Substanzen verlangen.

[0003] In der Pharmaindustrie müssen beispielsweise bei der Herstellung von pharmazeutisch wirksamen Substanzen höchste Ansprüche an die Reinheit gestellt werden, oft müssen die mit den Substanzen in Kontakt kommenden Komponenten sogar steril sein. Ähnliche Anforderungen ergeben sich auch in der Biotechnologie, beispielsweise bei der Herstellung, Behandlung oder Züchtung von biologischen Substanzen, Zellen oder Mikroorganismen, wo ein extrem hohes Mass an Reinheit gewährleistet sein muss, um die Brauchbarkeit des hergestellten Produkts nicht zu gefährden. Als ein weiteres Beispiel seien hier Bioreaktoren genannt, in denen beispielsweise biologische Substitute für Gewebe oder spezielle Zellen oder Mikroorganismen gezüchtet werden. Auch hier benötigt man Mischvorrichtungen, um beispielsweise eine kontinuierliche Durchmischung der Nährflüssigkeit beziehungsweise deren kontinuierliche Zirkulation im Mischbehälter zu gewährleisten. Dabei muss eine hohe Reinheit gewährleistet sein, um die Substanzen oder die erzeugten Produkte vor Kontaminationen zu schützen.

[0004] Um die Reinheitsanforderungen für den Prozess möglichst gut erfüllen zu können, ist man bemüht, die Anzahl der mit den jeweiligen Substanzen in Kontakt kommenden Komponenten einer Mischvorrichtung möglichst klein zu halten. Hierzu sind elektromagnetisch betriebene Mischvorrichtungen bekannt, bei denen ein Rotor, der üblicherweise ein Flügelrad umfasst oder antreibt, in dem Mischbehälter angeordnet ist. Ausserhalb des Mischbehälters ist dann ein Stator vorgesehen, welcher mittels magnetischer bzw. elektromagnetischer Felder den Rotor durch die Wand des Mischbehälters berührungslos antreibt und berührungslos magnetisch in einer Sollposition lagert. Dieses "berührungslose" Konzept hat insbesondere auch den Vorteil, dass keine me-

chanischen Lager oder Durchführungen in den Mischbehälter benötigt werden, die eine Ursache von Verunreinigungen bzw. Kontaminationen bilden können.

[0005] Eine besonders effiziente derartige Vorrichtung, mit welcher Substanzen in einem Bioreaktor zirkuliert bzw. durchmischt werden, wird im Rahmen der EP-B-2 065 085 offenbart. Hier bilden der Stator und der in dem Mischbehälter angeordnete Rotor einen lagerlosen Motor. Mit dem Begriff lagerloser Motor ist dabei ein elektromagnetischer Drehantrieb gemeint, bei welchem der Rotor vollkommen magnetisch bezüglich des Stators gelagert ist, wobei keine separaten magnetischen Lager vorgesehen sind. Der Stator ist dazu als Lager- und Antriebsstator ausgestaltet, der sowohl Stator des elektrischen Antriebs als auch Stator der magnetischen Lagerung ist. Mit den elektrischen Wicklungen des Stators lässt sich ein magnetisches Drehfeld erzeugen, welches zum einen ein Drehmoment auf den Rotor ausübt, das dessen Rotation bewirkt, und welches zum anderen eine beliebig einstellbare Querkraft auf den Rotor ausübt, so dass dessen radiale Position aktiv steuerbar bzw. regelbar ist.

[0006] Der Rotor dieser Mischvorrichtung stellt einen Integralrotor dar, weil er sowohl der Rotor des elektromagnetischen Antriebs ist, als auch der Rotor des Mixers. Neben der berührungslosen magnetischen Lagerung bietet der lagerlose Motor ferner den Vorteil einer sehr kompakten und platzsparenden Ausgestaltung.

[0007] Mit solchen berührungslos magnetisch gelagerten Mixern lässt sich die Anzahl der mit den Substanzen in Kontakt kommenden Komponenten stark reduzieren. Für besonders empfindliche Anwendungen stellt die Reinigung bzw. das Sterilisieren dieser Komponenten immer noch einen sehr grossen Zeit- Material- und Kostenaufwand dar. Daher geht man häufig dazu über - wie dies auch in der bereits zitierten EP-B-2 065 085 offenbart wird - die mit den Substanzen in Kontakt kommenden Komponenten als Einmal (single-use) -teile für den Einmalgebrauch auszugestalten. Eine solche Mischvorrichtung setzt sich dann aus einer Einmalvorrichtung und einer wiederverwendbaren Vorrichtung zusammen. Dabei umfasst die Einmalvorrichtung diejenigen Komponenten, welche für den Einmalgebrauch bestimmt sind, also beispielsweise den Mischbehälter mit dem Rotor, und die wiederverwendbare Vorrichtung umfasst diejenigen Komponenten, die dauerhaft also mehrfach verwendet werden, beispielsweise den Stator.

[0008] Bei der Ausgestaltung als Einmalteil ist der Mischbehälter häufig als flexibler Kunststoffbeutel mit darin enthaltenem Rotor ausgestaltet. Diese Beutel werden oft schon bei der Herstellung oder aber nach dem Verpacken und dem Lagern sterilisiert und dem Kunden in steriler Form in der Verpackung zugestellt.

[0009] Bei der Herstellung bzw. der Konzipierung von Einmalteilen für den Einmalgebrauch ist es ein wichtiges Kriterium, dass sie in möglichst einfacher Weise mit der wiederverwendbaren Vorrichtung bzw. deren Kompo-

nenten zusammengesetzt werden können. Es ist wünschenswert, dass dieses Zusammensetzen mit möglichst geringem Aufwand, mit wenigen Handgriffen, rasch und vorzugsweise ohne Werkzeug erfolgen kann.

[0010] Ein anderer Aspekt ist es, dass diese Einmalteile möglichst wirtschaftlich und kostengünstig gefertigt werden können. Hierbei wird insbesondere auch Wert auf preisgünstige, einfache Ausgangsmaterialien, wie beispielsweise handelsübliche Kunststoffe, gelegt. Auch ein umweltbewusster Umgang sowie eine verantwortungsvolle Nutzung der zur Verfügung stehenden Ressourcen sind wesentliche Aspekte bei der Konzeption von Einwegteilen.

[0011] Bei Mischvorrichtungen mit magnetisch gelagertem Rotor, sowohl in der Ausgestaltung als Einmalteil als auch bei der Ausgestaltung für den Mehrfachgebrauch, können sich daraus Probleme ergeben, dass die magnetische Lagerung nicht beliebig hoch belastbar ist. Dies trifft insbesondere auch bei solchen Ausgestaltungen zu, bei welchem mindestens ein Freiheitsgrad des Rotors nur passiv magnetisch durch Reluktanzkräfte stabilisiert ist, also nicht aktiv ansteuerbar oder regelbar ist. Werden die diesen Freiheitsgrad betreffenden Kräfte oder Momente auf den Rotor zu gross, so ist eine zuverlässige magnetische Lagerung des Rotors nicht mehr gewährleistet. Als Beispiel seien hier Verkippungen des Rotors bezüglich der durch die Solldrehachse festgelegten axialen Richtung genannt. Werden die auf den Rotor im Betriebszustand einwirkenden Kippmomente zu gross, so reichen die den Rotor stabilisierenden Reluktanzkräfte nicht mehr aus, um genügend grosse Rückstellmomente zu erzeugen, welche die Verkippung des Rotors rückgängig machen könnten.

[0012] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es daher eine Aufgabe der Erfindung, eine Mischvorrichtung zum Mischen oder Rühren von Substanzen vorzuschlagen, die einen magnetisch gelagerten Rotor umfasst, wobei der Rotor besser gegen Verkippungen stabilisiert ist. Die Mischvorrichtung soll insbesondere auch so ausgestaltbar sein, dass sie eine Einmalvorrichtung für den Einmalgebrauch und eine wiederverwendbare Vorrichtung für den Mehrfachgebrauch umfasst. Ferner soll durch die Erfindung eine Einmalvorrichtung für eine solche Mischvorrichtung vorgeschlagen werden.

[0013] Die diese Aufgabe lösenden Gegenstände der Erfindung sind durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs der jeweiligen Kategorie gekennzeichnet.

[0014] Erfindungsgemäss wird also eine Mischvorrichtung zum Mischen oder Rühren von Substanzen vorgeschlagen, mit einem Mischbehälter zur Aufnahme der zu mischenden oder zu rührenden Substanzen, mit einem in dem Mischbehälter angeordneten Rotor, mit welchem mindestens ein Flügel zum Mischen oder Rühren der Substanzen zur Rotation um eine axiale Richtung antreibbar ist, sowie mit einem ausserhalb des Mischbehälters angeordneten Stator, mit welchem der Rotor im Betriebszustand berührungslos magnetisch zur Rotation

um die axiale Richtung antreibbar und bezüglich des Stators magnetisch lagerbar ist, wobei ein sich in axialer Richtung erstreckender Stab vorgesehen ist, der drehfest mit dem Rotor verbunden ist, sowie ein bezüglich des Mischbehälters fixiertes mechanisches Begrenzungselement, welches mit dem Stab zusammenwirkt, wobei das Begrenzungselement so ausgestaltet und angeordnet ist, dass der Stab bezüglich des Begrenzungselements rotieren kann, und eine Verkippung des Rotors durch einen körperlichen Kontakt zwischen dem Stab und dem Begrenzungselement zumindest begrenzt ist.

[0015] Durch das Vorsehen des Stabs und des Begrenzungselements ist es gewährleistet, dass der magnetisch gelagerte Rotor besser und zuverlässiger gegen Verkippungen bezüglich der axialen Richtung stabilisiert ist, weil seine maximal mögliche Verkippung mechanisch zumindest begrenzt wird. Solche Verkippungen des Rotors bezüglich der axialen Richtung, bei denen die Ebene, in welcher der Rotor rotiert, nicht mehr senkrecht auf der axialen Richtung steht, stellen zwei Freiheitsgrade der Bewegung des Rotors dar, welche beide durch das Begrenzungselement im Zusammenwirken mit dem Stab begrenzt werden.

[0016] Der Stab kann dabei einstückig gefertigt sein und eine fixierte, d.h. nicht veränderbare Länge in axialer Richtung haben. Alternativ ist es aber auch möglich, dass der Stab mehrere, konzentrisch ineinander angeordneten Teile, beispielsweise Rohre umfasst, welche in axialer Richtung relativ zueinander verschiebbar sind, so dass der Stab in bekannter Weise, ähnlich einer Teleskopantenne, in seiner Länge ausziehbar oder auf die Länge der einzelnen Rohre zusammen schiebbar ist.

[0017] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist der Stator als Lager- und Antriebsstator ausgestaltet, mit welchem der Rotor im Betriebszustand berührungslos magnetisch antreibbar und zumindest radial bezüglich des Stators berührungslos magnetisch lagerbar ist. Das heisst, zumindest die Position des Rotors in der radialen Ebene ist durch eine aktive magnetische Lagerung kontrollierbar. Diese Ausgestaltung ermöglicht eine besonders kostengünstige und auch platzsparende, kompakte Ausgestaltung, weil der Stator nicht nur als Antriebsstator ausgestaltet ist, sondern gleichzeitig der Stator für die magnetische Lagerung des Rotors ist. Eine solche Ausgestaltung kann beispielsweise nach dem Prinzip des lagerlosen Motors erfolgen, bei welcher der Rotor bezüglich dreier seiner Freiheitsgrade, nämlich der Rotation um die axiale Richtung und seiner Position in der zur axialen Richtung senkrechten radialen Ebenen aktiv magnetisch ansteuerbar ist.

[0018] Zudem ist es vorteilhaft, wenn der Rotor im Betriebszustand bezüglich der axialen Richtung passiv magnetisch stabilisiert ist und vorzugsweise bezüglich der axialen Richtung zusätzlich passiv magnetisch gegen Verkippungen stabilisiert ist. Auch eine solche Ausgestaltung ist nach dem Prinzip des lagerlosen Motors möglich. Zusätzlich zu den drei aktiv magnetisch kontrollierbaren Freiheitsgraden sind dann die drei verbleibenden

Freiheitsgrade, nämlich die Position des Rotors in der axialen Richtung und die beiden Freiheitsgrade der Verkipfung, passiv magnetisch, also nicht ansteuerbar, durch Reluktanzkräfte stabilisiert.

[0019] Gemäss einer ersten bevorzugten Ausgestaltung ist das Begrenzungselement als Kippbegrenzung ausgestaltet, derart, dass der Stab im Betriebszustand bei unverkipptem Rotor kontaktfrei bezüglich der Kippbegrenzung rotiert, und dass eine Verkipfung des Rotors durch einen körperlichen Kontakt zwischen dem Stab und der Kippbegrenzung begrenzt wird. Bei dieser ersten bevorzugten Ausgestaltung ist es ein wesentlicher Aspekt, dass sich das Begrenzungselement und der Stab im Betriebszustand nur dann berühren, wenn die Verkipfung des Rotors zu stark bzw. zu gross wird. Ist der Rotor nicht oder nur geringfügig verkippt, so berühren sich der Stab und das Begrenzungselement nicht, d. h. in diesem Zustand wird die magnetische Lagerung des Rotors durch die Kippbegrenzung nicht unterstützt, weil diese keine Kräfte auf den Stab bzw. den Rotor ausübt, welche zur Lagerung des Rotors beitragen. Der Stab rotiert kontaktfrei bezüglich der Kippbegrenzung und berührt diese nicht. Erst wenn die Verkipfung des Rotors zu gross wird, kontaktiert der Stab die Kippbegrenzung, wodurch eine weitere Zunahme der Verkipfung des Rotors effizient vermieden wird. Die Kippbegrenzung stellt also kein vollwertiges Lager für den Rotor dar, sondern begrenzt seine maximal mögliche Verkipfung.

[0020] Bei dieser ersten Ausgestaltung sind der Stab und die Kippbegrenzung vorzugsweise so ausgestaltet, dass bei einer Verkipfung des Rotors der Stab in Kontakt mit dem Begrenzungselement kommt, bevor der Rotor in körperlichen Kontakt mit einer ihn umgebenden Wandung kommt. D. h. der Abstand bzw. das Spiel zwischen dem Stab und dem als Kippbegrenzung ausgestalteten Begrenzungselement ist so bemessen, dass der Stab mit dem Begrenzungselement in Kontakt kommt und somit die weitere Verkipfung des Rotors unterbindet, bevor der Rotor die ihn umgebende Wandung kontaktieren kann.

[0021] Gemäss einer zweiten bevorzugten Ausgestaltung ist das Begrenzungselement als mechanisches Lager für den Stab ausgestaltet, vorzugsweise als mechanisches Radiallager.

[0022] Bei dieser zweiten bevorzugten Ausgestaltung ist also das Begrenzungselement als vollwertiges mechanisches Lager ausgestaltet, welches den drehfest mit dem Rotor verbundenen Stab lagert. Auch durch diese Ausgestaltung des Begrenzungselements als mechanisches Lager und insbesondere als mechanisches Radiallager lässt sich die Verkipfung des Rotors im Betriebszustand zumindest begrenzen. Im Unterschied zu der ersten bevorzugten Ausgestaltung ist dabei der Stab im Betriebszustand typischerweise auch dann mit dem Begrenzungselement in Kontakt, wenn der Rotor nicht verkippt ist, derart, wie das von mechanischen Lagern bekannt ist.

[0023] Prinzipiell eignen sich für die Ausgestaltung des

Begrenzungselements als mechanisches Lager alle an sich bekannten Ausführungsformen von mechanischen Lagern, insbesondere alle an sich bekannten radialen mechanischen Lager, denn es ist bevorzugt, wenn das mechanische Lager als Radiallager ausgestaltet ist und nicht zur axialen Lagerung des Rotors beiträgt. Insbesondere bevorzugt ist das mechanische Lager als Wälzlager, beispielsweise als Kugellager, oder als Gleitlager oder als fluidgeschmiertes Lager oder als hydrodynamisches Lager ausgestaltet. Bei der Ausgestaltung als fluidgeschmiertes oder hydrodynamisches Lager ist es dabei bevorzugt, dass im Betriebszustand ein in der Mischvorrichtung vorhandenes Fluid für die Schmierung des Lagers verwendet wird.

[0024] Eine weitere bevorzugte Massnahme bei der Ausgestaltung des Begrenzungselements als mechanisches Lager ist es, wenn das mechanische Lager als Pendellager ausgestaltet ist, welches Verkipfungen des Stabs aufnehmen kann. Solche Pendellager an sich sind aus dem Stand der Technik hinreichend bekannt. Sie haben die Eigenschaft, dass sie zusätzlich zu den radialen Lagerkräften auch Kippmomente aufnehmen können, welche bei einer Verkipfung des Rotors über den Stab auf das mechanische Lager übertragen werden.

[0025] Das Pendellager kann beispielsweise in an sich bekannter Weise als Pendelkugellager -mit oder ohne Welle zwischen den Lagerkörpern -, oder als Pendelrollenlager oder als Pendelgleitlager oder als sphärisches Gleitlager oder als Gelenkgleitlager ausgestaltet sein.

[0026] Die folgenden bevorzugten Massnahmen oder Ausgestaltungen beziehen sich allgemein auf das Begrenzungselement, also sowohl auf die erste Ausgestaltung als Kippbegrenzung als auch auf die zweite Ausgestaltung als mechanisches Lager.

[0027] Eine bevorzugte Massnahme besteht darin, dass das Begrenzungselement innenliegend an einer der beiden axialen Begrenzungsflächen des Mischbehälters angeordnet ist. Dies stellt eine konstruktiv besonders einfache Ausgestaltung dar.

[0028] Gemäss einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist das Begrenzungselement dem Rotor gegenüberliegend angeordnet, sodass sich der Stab bezüglich der axialen Richtung im Wesentlichen durch den ganzen Mischbehälter erstreckt. Beispielsweise ist dazu der Rotor im Bereich des Bodens des Mischbehälters im Stator angeordnet, während das Begrenzungselement an der gegenüberliegenden Innenseite oder Innenwand des Mischbehälters also an seiner oberen Begrenzungsfläche angeordnet ist. Der Stab erstreckt sich dann vom Zentrum des Rotors in axialer Richtung durch den gesamten Mischbehälter und wird dann von dem Begrenzungselement aufgenommen.

[0029] Eine bevorzugte Massnahme besteht darin, dass der Stab gegen eine Trennung von dem Begrenzungselement gesichert ist. Nach Zusammenbau des Mischbehälters wird dadurch nämlich verhindert, dass der Stab seine Wirkverbindung mit dem Begrenzungselement ungewollt verliert, wodurch sich die Betriebssi-

cherheit der Mischvorrichtung erhöht.

[0030] Eine vorteilhafte Möglichkeit, den Stab gegen eine Trennung von dem Begrenzungselement zu sichern, besteht darin, dass sich der Stab in axialer Richtung durch das Begrenzungselement hindurch erstreckt. Das Begrenzungselement hat dazu beispielsweise eine kreisförmige in axialer Richtung durchgängige Öffnung, durch welche der Stab beim Zusammenbau der Mischvorrichtung hindurchgesteckt wird, sodass anschließend das Begrenzungselement den Stab vollständig umgibt.

[0031] Eine andere vorteilhafte Massnahme, den Stab gegen eine Trennung von dem Begrenzungselement zu sichern, besteht darin, dass der Stab an seinem dem Rotor abgewandten Ende ein Abschlusselement aufweist, welches zur Aufnahme durch das Begrenzungselement ausgestaltet ist.

[0032] Dabei ist es bevorzugt, wenn das Abschlusselement über eine Schnappverbindung in das Begrenzungselement einführbar ist. Dazu ist das Abschlusselement beispielsweise mit einem Durchmesser versehen, der grösser ist als der Durchmesser des Rests des Stabs. Das Abschlusselement kann dann durch eine Öffnung des Begrenzungselements in dieses eingeführt werden, wobei die Öffnung einen Durchmesser aufweist, der kleiner ist als der Durchmesser des Abschlusselements und grösser als der Durchmesser des Rests des Stabs. Nach dem Einschnappen des Abschlusselements ist dadurch gewährleistet, dass der Stab, falls das Begrenzungselement als Kippbegrenzung ausgestaltet ist, in dieser Öffnung frei, d.h. kontaktlos rotieren kann, wenn der Rotor nicht verkippt ist. Bei der Ausgestaltung des Begrenzungselements als mechanisches Lager verhindert das Einschnappen, dass sich der Stab während des Betriebs von mechanischen Lager trennen kann.

[0033] Zur Realisierung der Schnappverbindung ist es insbesondere bevorzugt, wenn das Abschlusselement kugelförmig oder kegelstumpfförmig ausgestaltet ist, weil dann der Stab bei einem Kontakt mit dem Begrenzungselement auf diesem abrollen kann.

[0034] Eine andere vorteilhafte Massnahme, den Stab gegen eine Trennung von dem Begrenzungselement zu sichern, besteht darin, dass das Begrenzungselement einen Stift umfasst, welcher sich in axialer Richtung erstreckt, und welcher in das Ende des Stabs einführbar ist. Dabei können der Stift und das ihn aufnehmende Ende des Stabs so ausgestaltet sein, dass der Stift über eine Schnappverbindung in den Stab eingeführt wird.

[0035] Um eine besonders gute Durchmischung der Substanzen im Mischbehälter bzw. ein effizientes Rühren der Substanzen zu realisieren, ist es vorteilhaft, wenn an dem Stab eine Mehrzahl von Flügeln zum Mischen oder Rühren der Substanzen vorgesehen ist.

[0036] Insbesondere im Hinblick auf eine Ausgestaltung als Einmalteil ist es vorteilhaft, wenn das Begrenzungselement formstabil ausgestaltet ist und aus einem Kunststoff hergestellt ist. Dies ermöglicht eine besonders einfache und kostengünstige Herstellung. Aus dem glei-

chen Grunde ist es auch bevorzugt, wenn der Stab und alle Flügel aus einem Kunststoff hergestellt sind.

[0037] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung umfasst die Mischvorrichtung Komponenten, die als Einmalteile für den Einmalgebrauch ausgestaltet sind. Dazu hat die Mischvorrichtung eine Einmalvorrichtung, die für den Einmalgebrauch ausgestaltet ist, sowie eine wiederverwendbaren Vorrichtung, die für den Mehrfachgebrauch ausgestaltet ist, wobei die Einmalvorrichtung den Mischbehälter, den Rotor, alle Flügel, den Stab, sowie das Begrenzungselement umfasst, wobei der Mischbehälter als flexibler Mischbehälter ausgestaltet und aus einem Kunststoff hergestellt ist, und wobei die wiederverwendbare Vorrichtung den Stator umfasst, sowie einen Stützbehälter zur Aufnahme des Mischbehälters.

[0038] Durch die Erfindung wird ferner eine Einmalvorrichtung vorgeschlagen für eine erfindungsgemässe Mischvorrichtung, welche Mischvorrichtung die wiederverwendbare Vorrichtung umfasst, die für den Mehrfachgebrauch ausgestaltet ist, wobei die Einmalvorrichtung für den Einmalgebrauch ausgestaltet ist, und den flexiblen Mischbehälter zur Aufnahme der zu mischenden oder zu rührenden Substanzen umfasst, welcher aus einem Kunststoff hergestellt ist, sowie den in dem Mischbehälter angeordneten Rotor, mit welchem der mindestens eine Flügel zum Mischen oder Rühren der Substanzen zur Rotation um die axiale Richtung antreibbar ist, sowie den sich im Betriebszustand in axialer Richtung erstreckenden Stab, der drehfest mit dem Rotor verbunden ist, und das bezüglich des Mischbehälters fixierte Begrenzungselement, welches mit dem Stab zusammenwirkt, wobei das Begrenzungselement so ausgestaltet und angeordnet ist, dass der Stab im Betriebszustand bezüglich des Begrenzungselements rotieren kann, und eine Verkipfung des Rotors durch einen körperlichen Kontakt zwischen dem Stab und dem Begrenzungselement zumindest begrenzt ist, wobei ferner die Einmalvorrichtung für das Zusammenwirken mit der wiederverwendbaren Vorrichtung ausgestaltet ist, und in den Stützbehälter der wiederverwendbaren Vorrichtung einsetzbar ist, wobei der Rotor durch den Stator der wiederverwendbaren Einrichtung berührungslos durch ein magnetisches Drehfeld um die axiale Richtung antreibbar und bezüglich des Stators magnetisch lagerbar ist.

[0039] Weitere vorteilhafte Massnahmen und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0040] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und anhand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen (teilweise im Schnitt):

Fig. 1: eine Schnittdarstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemässen Mischvorrichtung,

Fig. 2: eine Ausgestaltung des Begrenzungselements als Wälzlager,

- Fig. 3: eine Ausgestaltung des Begrenzungselements als Gleitlager,
- Fig. 4: eine Ausgestaltung des Begrenzungselements als Pendellager,
- Fig. 5: eine Ausgestaltung des Begrenzungselements als Pendelgleitlager,
- Fig. 6: einen Schnitt durch das Begrenzungselement aus Fig. 5 entlang der Schnittlinie VI-VI in Fig. 5;
- Fig. 7: eine Schnittdarstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemässen Mischvorrichtung,
- Fig. 8: eine Schnittdarstellung eines dritten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemässen Mischvorrichtung,
- Fig. 9: eine Aufsicht auf das Begrenzungselement des dritten Ausführungsbeispiels aus der axialen Richtung,
- Fig. 10: eine Schnittdarstellung eines vierten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemässen Mischvorrichtung, und
- Fig. 11 - 14: verschiedene Varianten für die Ausgestaltung des Begrenzungselements, jeweils in einer Schnittdarstellung.

[0041] Fig. 1 zeigt in einer Längsschnittdarstellung ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Mischvorrichtung, die gesamthaft mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnet ist. Derartige Mischvorrichtungen 1 können insbesondere in der pharmazeutischen Industrie und in der biotechnologischen Industrie Verwendung finden. Speziell eignet sich die erfindungsgemässe Mischvorrichtung auch für solche Anwendungen, bei denen ein sehr hohes Mass an Reinheit oder Sterilität derjenigen Komponenten wesentlich ist, die mit den zu mischenden Substanzen in Kontakt kommen. Die erfindungsgemässe Mischvorrichtung 1 kann auch als Bioreaktor oder als Fermenter ausgestaltet ist. Es versteht sich jedoch, dass die Erfindung nicht auf solche Ausgestaltungen beschränkt ist, sondern ganz allgemein Mischvorrichtungen betrifft, mit denen Medien oder Substanzen gemischt oder gerührt werden. Insbesondere können diese Substanzen Fluide oder Feststoffe, vorzugsweise Pulver, sein. Die erfindungsgemässe Mischvorrichtung 1 eignet sich zum Mischen oder Rühren von Flüssigkeiten untereinander und/oder zum Mischen von mindestens einer Flüssigkeit mit einem Pulver oder sonstigen Feststoff und/oder zum Mischen von Gasen mit Flüssigkeiten und/oder Feststoffen.

[0042] Bei dem in Fig. 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel umfasst die Mischvorrichtung 1 einen Mischbehälter 2 zur Aufnahme der zu mischenden oder zu rührenden Substanzen, welcher formstabil ausgestaltet ist und vorzugsweise aus einem Kunststoff hergestellt ist. Beispiele für geeignete Kunststoffe werden weiter hinten noch genannt. Der Mischbehälter 2 kann mehrere Einlässe und Auslässe für flüssige, gasförmige oder feste Substanzen oder für die Aufnahme von Sonden oder Messsensoren aufweisen, die in Fig. 1 aus Gründen der besseren Übersicht nicht dargestellt sind.

[0043] Der Mischbehälter 2 weist zwei axiale Begrenzungsflächen auf, nämlich einen Boden 22 (darstellungsgemäss unten in Fig. 1) und eine Decke 23 (darstellungsgemäss oben in Fig. 1).

[0044] In dem Mischbehälter 2 ist an seinem Boden 22 ein scheiben- oder ringförmiger Rotor 3 angeordnet, mit welchem mehrere Flügel 6 zu einer Rotation um eine axiale Richtung A angetrieben werden können, welche die Substanzen in dem Mischbehälter 2 mischen oder rühren. Ausserhalb des Mischbehälters 2 ist ein Stator 4 mit mehreren Spulenkernen 41 vorgesehen, die Spulen oder Wicklungen 42 tragen, mit welchem der Rotor 3 im Betriebszustand berührungslos magnetisch antreibbar ist. Vorzugsweise ist der Stator 4 als Lager- und Antriebsstator ausgestaltet, mit welchem der Rotor 3 im Betriebszustand berührungslos magnetisch antreibbar und bezüglich des Stators 4 berührungslos magnetisch lagerbar ist. Der Stator 4 und der Rotor 3 bilden somit einen elektromagnetischen Drehantrieb, der vorzugsweise nach dem Prinzip des lagerlosen Motors ausgestaltet ist.

[0045] Bei einem lagerlosen Motor ist der Rotor 3 berührungslos magnetisch antreibbar und berührungslos magnetisch bezüglich des Stators 4 lagerbar. Dazu ist der Stator 4 als Lager- und Antriebsstator ausgestaltet, mit welchem der Rotor 3 im Betriebszustand berührungslos magnetisch um eine Solldrehachse antreibbar - also in Rotation versetzbar- und bezüglich des Stators 4 berührungslos magnetisch lagerbar ist. Mit der Solldrehachse wird diejenige Achse bezeichnet, um welche sich der Rotor 3 im Betriebszustand dreht, wenn sich der Rotor 3 bezüglich des Stators 4 in einer zentrierten und unverkippten Lage befindet. Diese Solldrehachse definiert die axiale Richtung A, d.h. die axiale Richtung A ist die Richtung der Solldrehachse. Üblicherweise stimmt die die axiale Richtung A festlegende Solldrehachse mit der Mittelachse des Stators 4 überein. Mit einer radialen Richtung wird eine zur axialen Richtung senkrechte Richtung bezeichnet.

[0046] Der lagerlose Motor ist dem Fachmann mittlerweile hinlänglich bekannt, sodass eine detaillierte Beschreibung seiner Funktion nicht mehr notwendig ist. Mit dem Begriff lagerloser Motor ist gemeint, dass der Rotor 3 vollkommen magnetisch gelagert ist, wobei keine separaten Magnetlager vorgesehen sind. Der Stator 4 ist dazu als Lager- und Antriebsstator ausgestaltet, er ist also sowohl Stator des elektrischen Antriebs als auch Stator der magnetischen Lagerung. Dabei umfasst der Stator 4 die Wicklungen 42, mit denen sich ein magnetischer Drehantrieb ausbilden lässt.

Der Stator 4 ist dazu als Lager- und Antriebsstator ausgestaltet, er ist also sowohl Stator des elektrischen Antriebs als auch Stator der magnetischen Lagerung. Dabei umfasst der Stator 4 die Wicklungen 42, mit denen sich ein magnetischer Drehantrieb ausbilden lässt.

tisches Drehfeld erzeugen lässt, welches zum einen ein Drehmoment auf den Rotor 3 ausübt, das dessen Rotation bewirkt, und welches zum anderen eine beliebig einstellbare Querkraft auf den Rotor 3 ausübt, sodass dessen radiale Position - also seine Position in der zur axialen Richtung A senkrechten radialen Ebene - aktiv steuerbar bzw. regelbar ist. Somit sind zumindest drei Freiheitsgrade des Rotors 3 aktiv regelbar. Bezüglich seiner axialen Auslenkung in axialer Richtung A ist der Rotor 3 zumindest passiv magnetisch, das heisst nicht ansteuerbar, durch Reluktanzkräfte stabilisiert. Auch bezüglich der verbleibenden zwei Freiheitsgrade, nämlich Verkippen bezüglich der zur Solldrehachse senkrechten radialen Ebene kann der Rotor 3 - je nach Ausführungsform - ebenfalls passiv magnetisch stabilisiert sein.

[0047] Beim lagerlosen Motor wird im Unterschied zu klassischen Magnetlagern die magnetische Lagerung und der Antrieb des Motors über elektromagnetische Drehfelder realisiert, deren Summe zum einen ein Antriebsmoment auf den Rotor 3 erzeugen, sowie eine beliebig einstellbare Querkraft, mit welcher die radiale Position des Rotors 3 regelbar ist. Diese Drehfelder können entweder separat - also mit unterschiedlichen Spulen -, generiert werden, oder die Drehfelder können durch rechnerische Überlagerung der benötigten Ströme oder Spannungen und dann mithilfe eines einzigen Spulensystems generiert werden.

[0048] Zur Platzierung des Rotors 3 im Mischbehälter 2 weist der Mischbehälter 2 an seinem Boden 22 einen im wesentlichen zylindrischen Becher 21 auf, der sich bezüglich des Mischbehälters 2 als Auswölbung nach aussen erstreckt, und im Zentrum des Bodens 22 angeordnet ist. Der zylindrische Becher 21 ist vorzugsweise formstabil und aus einem Kunststoff gefertigt. Der Rotor 3 ist in dem Becher 21 angeordnet.

[0049] Der Stator 4 ist so angeordnet, dass er den Becher 21 in Umfangsrichtung vollständig umgibt, sodass der Rotor 3 zentral zwischen den von den Spulenkernen 41 gebildeten Statorpolen 43 angeordnet ist.

[0050] Der Rotor 3 umfasst einen magnetisch wirksamen Kern 31, welcher über magnetische Felder mit dem Stator 4 wechselwirkt, um den Rotor 3 magnetisch anzutreiben und zu lagern. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der magnetisch wirksame Kern 31 des Rotors 3 ein ringförmiger Permanentmagnet, dessen Magnetisierung in Fig. 1 durch die beiden Pfeile ohne Bezugszeichen angezeigt ist. Der magnetisch wirksame Kern 31 ist mit einer Ummantelung 32 versehen, welche aus Kunststoff besteht.

[0051] Im Folgenden wird mit der magnetischen Rotorebene C die magnetische Mittelebene des magnetisch wirksamen Kerns 31 des Rotors 3 bezeichnet. Dies ist diejenige Ebene senkrecht zur axialen Richtung A, in welcher der Rotor 3 bzw. der magnetisch wirksame Kern 31 des Rotors 3 im Betriebszustand gelagert wird, wenn der Rotor 3 nicht verkippt ist. In der Regel ist die magnetische Rotorebene C die geometrische Mittelebene des magnetisch wirksamen Kerns 31 des Rotors 3, die senkrecht

zur axialen Richtung A liegt. Diejenige Ebene, in welcher der Rotor 3 im Betriebszustand gelagert wird, wird auch als radiale Ebene bezeichnet. Die radiale Ebene definiert die x-y -Ebene eines kartesischen Koordinatensystems, dessen z-Achse in axialer Richtung A verläuft. Ist der Rotor 3 also nicht verkippt, so stimmt die radiale Ebene mit der magnetischen Rotorebene C überein.

[0052] Der Becher 21 weist in axialer Richtung A eine Tiefe auf, die etwas grösser ist als Erstreckung des magnetisch wirksamen Kerns 31 des Rotors 3 in axialer Richtung A. Somit kann der Rotor 3 beim Aktivieren des elektromagnetischen Drehantriebs durch die magnetischen Kräfte vom Boden des Bechers 21 abgehoben und in eine zentrierte Position zwischen den Statorpolen 43 gebracht werden, wo der Rotor 3 dann kontaktlos bezüglich des Bechers 21 rotieren kann.

[0053] Der Stator 4 ist in einem im Wesentlichen zylindrischen Spalttopf 5 angeordnet, welcher an seiner darstellungsgemässen Oberseite eine zentral angeordnete, ebenfalls zylindrische Ausnehmung 51 aufweist, welche so bemessen ist, dass sie den Becher 21 aufnehmen kann. Im zusammengesetzten Zustand ist der Becher 21 des Mischbehälters 2 koaxial mit dem Spalttopf 5 bzw. der Ausnehmung 51 angeordnet. Die Abmessungen des Spalttopfs 5 und des Bechers 21 sind dabei so aufeinander abgestimmt, dass der Spalttopf 5 den Becher 21 im zusammengesetzten Zustand eng umschliesst und mit seiner Mantelfläche an der Mantelfläche des Bechers 21 anliegt.

[0054] Der Spalttopf 5 ist integraler Bestandteil eines Statorgehäuses 52 oder er ist fest mit dem Statorgehäuse 52 verbunden, welches den Stator 4 aufnimmt. Der Stator 4 ist bei diesem Ausführungsbeispiel mittels einer thermisch leitfähigen Vergussmasse im Statorgehäuse 52 eingegossen und somit im Statorgehäuse 52 fixiert.

[0055] Bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel ist der von dem Stator 4 und dem Rotor 3 gebildete Drehantrieb als sogenannter Tempelmotor ausgestaltet. Das Charakteristische einer Ausgestaltung als Tempelmotor ist es, dass der Stator 4 eine Mehrzahl von separaten Spulenkernen 41 umfasst, von denen jeder einen stabförmigen Längsschenkel umfasst, welcher sich von einem ersten Ende in axialer Richtung A bis zu einem zweiten Ende erstreckt, wobei alle ersten Enden - gemäss der Darstellung in Fig. 1 sind dies die unteren Enden - durch einen Rückschluss 44 miteinander verbunden sind. Dabei umfasst der Rückschluss 44 mehrere Segmente, von denen jedes jeweils das erste Ende eines Spulenkerns 41 mit dem ersten Ende des benachbarten Spulenkerns 41 verbindet. Dabei sind die individuellen Spulenkern 41 vorzugsweise so angeordnet, dass sie den Rotor 3 kreisförmig umgeben und auf diesem Kreis äquidistant angeordnet sind. Im Betrieb ist der Rotor 3 zwischen den zweiten Enden der Spulenkern 41, welche die radial nach innen gerichteten Statorpole 43 aufweisen, berührungslos magnetisch gelagert. Die zueinander parallel ausgerichteten Längsschenkel der Spulenkern 41, die sich alle parallel zur axialen Richtung A

erstrecken, und welche den Rotor 3 umgeben, sind es, welche dem Tempelmotor seinen Namen gegeben haben, weil diese parallelen Längsschenkel an die Säulen eines Tempels erinnern.

[0056] Ein weiteres Merkmal des Tempelmotors ist es, dass die Wicklungen 42 des Stators 4 jeweils um die Längsschenkel der Spulenkerne 41 angeordnet sind und somit ausserhalb der magnetischen Rotorebene C angeordnet sind, Darstellungsgemäss unterhalb der magnetischen Rotorebene C. Vorzugsweise sind die Wicklungen 42 vollständig unterhalb des magnetisch wirksamen Kerns 31 angeordnet. Die Wicklungen 42 sind also nicht in der Ebene angeordnet, in welcher der Rotor 3 im Betriebszustand angetrieben und gelagert wird. Im Unterschied zu anderen elektromagnetischen Drehantrieben, bei welchen die Wicklungen des Stators so angeordnet sind, dass die Spulenachsen jeweils in der magnetischen Rotorebene liegen, also in der Ebene, in welcher der Rotor angetrieben und gelagert wird, sind beim Tempelmotor die Wicklungen 42 des Stators 2 so angeordnet, dass die Achsen der Wicklungen 42 senkrecht auf der magnetischen Rotorebene C stehen und somit parallel zur axialen Richtung A ausgerichtet sind.

[0057] Es versteht sich natürlich, dass die Erfindung nicht auf solche Ausgestaltungen als Tempelmotor beschränkt ist. Es sind auch zahlreiche andere Ausgestaltungen des Stators 4 möglich. Wesentlich ist nur, dass der Rotor 3 im Betriebszustand berührungslos magnetisch zur Rotation um die axiale Richtung antreibbar ist.

[0058] Erfindungsgemäss weist die Mischvorrichtung 1 einen sich in axialer Richtung A erstreckenden Stab 8 auf, sowie ein bezüglich des Mischbehälters 2 fixiertes mechanisches Begrenzungselement 9, welches mit dem Stab 8 zusammenwirkt, um eine Verkippung des Rotors 3 im Betriebszustand zumindest zu begrenzen. Mit einer Verkippung des Rotors 3 ist dabei gemeint, dass die magnetische Rotorebene C des Rotors nicht mehr genau senkrecht auf der axialen Richtung A steht, sondern mit dieser einen von 90° verschiedenen Winkel einschliesst. Dies ist gleichbedeutend damit, dass die magnetische Rotorebene C und die radiale Ebene, in welcher der Rotor 3 gelagert wird, nicht mehr deckungsgleich und nicht mehr parallel zueinander sind, sondern einen von Null verschiedenen Winkel miteinander einschliessen.

[0059] Mit einer axialen Verschiebung des Rotors 3 ist gemeint, dass der unverkippte Rotor 3 in axialer Richtung A verschoben ist, ohne dabei verkippt zu sein. In diesem Fall ist die magnetische Rotorebene C noch parallel zur radialen Ebene, aber nicht mehr deckungsgleich mit dieser.

[0060] Der sich in axialer Richtung A erstreckenden Stab 8 ist drehfest mit dem Rotor 3 verbunden und wirkt mit dem bezüglich des Mischbehälters 2 fixierten Begrenzungselement 9 zusammen. Dabei sind grundsätzlich zwei unterschiedliche Ausführungsformen möglich.

[0061] Gemäss einer ersten bevorzugten Ausgestaltung ist das Begrenzungselement 9 als Kippbegrenzung 91 ausgestaltet. Damit ist gemeint, dass der Stab 8 im

Betriebszustand bei unverkipptem Rotor 3 - wenn also die magnetische Rotorebene C des Rotors 3 senkrecht auf der axialen Richtung A steht - kontaktfrei bezüglich der Kippbegrenzung 91 rotiert. Erst bei einer Verkippung des Rotors 3 kommt der Stab 8 in körperlichen Kontakt mit dem als Kippbegrenzung 91 ausgestalteten Begrenzungselement 9, wodurch die Verkippung des Rotors 3 begrenzt wird.

[0062] Gemäss einer zweiten bevorzugten Ausgestaltung ist das Begrenzungselement 9 als mechanisches Lager 92 für den Stab 8 ausgestaltet, insbesondere als Radiallager. Bei dieser zweiten bevorzugten Ausgestaltung ist das Begrenzungselement 9 also ein an sich bekanntes mechanisches Lager 92, sodass auch bei unverkipptem Rotor 3 ein Kontakt zwischen dem Begrenzungselement 9 und dem von ihm gelagerten Stab 8 besteht.

[0063] Sowohl bei der ersten als auch bei der zweiten bevorzugten Ausgestaltung kann der Stab 8 einstückig und mit einer konstanten nicht veränderbaren Länge in axialer Richtung A gefertigt sein. Alternativ ist es aber auch möglich, dass der Stab 8 mehrere, konzentrisch ineinander angeordneten Teile oder Segmente, beispielsweise Rohre, umfasst, welche in axialer Richtung A relativ zueinander verschiebbar sind, so dass der Stab in bekannter Weise, ähnlich einer Teleskopantenne, in seiner Länge ausziehbar oder auf die Länge der einzelnen Teile oder Segmente zusammen schiebbar ist.

[0064] Bei der ersten Ausgestaltung des Begrenzungselements 9 als Kippbegrenzung 91, welche in Fig. 1 dargestellt ist, rotiert der Stab 8 im Betriebszustand bei unverkipptem Rotor 3 mit geringem Spiel kontaktfrei bezüglich des als Kippbegrenzung 91 ausgestalteten Begrenzungselements 9 und eine Verkippung des Rotors 3 wird durch einen körperlichen Kontakt zwischen dem Stab 8 und dem Begrenzungselement 9 begrenzt.

[0065] Bei dem in Fig. 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel ist der zylindrisch ausgestaltete Stab 8 im Zentrum des Rotors 3 angeordnet, sodass die Achse des Stabs 8 bei unverkipptem Rotor 3 mit der axialen Richtung A zusammenfällt. Der Stab 8 erstreckt sich bezüglich der axialen Richtung A durch den gesamten Mischbehälter 2. Das Begrenzungselement 9 ist innenliegend an der Decke 23 des Mischbehälters angeordnet, und zwar so, dass das Zentrum des Begrenzungselements 9 mit dem Zentrum des Rotors 3 fluchtet. Das Begrenzungselement 9 ist hier als Hülse ausgestaltet, deren innerer Durchmesser ID grösser ist als der Durchmesser D des Stabs 8. Beim Zusammensetzen der Mischvorrichtung 1 wird der Stab 8 in das Begrenzungselement 9 eingeführt, wobei die Länge des Stabs 8 und sein Durchmesser D so bemessen sind, dass zwischen der inneren Wandung des Begrenzungselements 9 und dem Stab 8 ein Spiel S existiert. Bezüglich der axialen Richtung A ist der Stab 8 so bemessen, dass er auch in axialer Richtung A kontaktfrei von dem Begrenzungselement 9 aufgenommen wird.

[0066] Der Rotor 3 ist bezüglich Verkippungen passiv

magnetisch, d. h. nicht ansteuerbar, im Stator 4 stabilisiert. Das heisst, wenn es im Betriebszustand zu einer Verkipfung des Rotors 3 kommt, so werden dadurch magnetische Rückstellkräfte hervorgerufen, welche ein Drehmoment bezüglich der axialen Richtung A auf den Rotor 3 bewirken, das den Rotor 3 in seine unverkippte Stellung zurück bewegt. Diese magnetischen Rückstellkräfte sind üblicherweise Reluktanzkräfte, welche durch die Verkipfung des Rotors 3 generiert werden. Diese passive magnetische Stabilisierung des Rotors 3 gegen Verkipfungen soll auch durch das Begrenzungselement 9 nicht beeinflusst werden. Der Rotor 3 rotiert im Betriebszustand berührungslos im Stator 4 und auch der Stab 8 rotiert bei verkipfungsfreiem Rotor 3 berührungslos in dem als Kippbegrenzung 91 ausgestalteten Begrenzungselement 9. Kommt es im Betrieb zu einer Verkipfung des Rotors 3, so wird diese zunächst durch die passive magnetische Stabilisierung des Rotors 3 kompensiert, welche den Rotor 3 in seine unverkippte Lage zurückbewegt, ohne dass es zu einem körperlichen Kontakt zwischen dem Stab 8 und dem Begrenzungselement 9 kommt.

[0067] Erst wenn die Verkipfung des Rotors 3 zu gross, bzw. zu stark wird, kommt es zu einem körperlichen Kontakt zwischen dem als Kippbegrenzung 91 ausgestalteten Begrenzungselement 9 und dem Stab 8, welcher dann die maximale Verkipfung des Rotors 3 begrenzt. Durch diesen körperlichen Kontakt mit dem Begrenzungselement 9 wird eine weitere Zunahme der Verkipfung des Rotors 3 verhindert.

[0068] Bei dieser ersten bevorzugten Ausgestaltung des Begrenzungselements 9 als Kippbegrenzung 91 ist es charakteristisch, dass der Stab 8 bei unverkippten Rotor 3 und bei Verkipfungen des Rotors 3, die von seiner passiven magnetischen Lagerung rückgängig gemacht werden können, berührungslos in dem Begrenzungselement 9 rotieren kann. Erst wenn die Verkipfung des Rotors 3 zu gross werden könnte, verhindert der körperliche Kontakt zwischen dem Stab 8 und dem Begrenzungselement 9 eine weitere Zunahme der Verkipfung des Rotors 3.

[0069] Die Kippbegrenzung 91 ist somit kein vollwertiges Lager für den Rotor 3, sondern lediglich eine Begrenzung für die Verkipfung des Rotors 3.

[0070] Das Spiel S zwischen dem Stab 8 und der Kippbegrenzung 91 ist vorzugsweise so bemessen, dass der Stab 8 in Kontakt mit der Kippbegrenzung 91 kommt, bevor der Rotor 3 in körperlichen Kontakt mit der Wandung oder dem Boden des Bechers 21 kommt. Es lässt sich in einfacher Weise bestimmen, wie stark der Rotor 3 verkippt werden kann, bevor es zu einem solchen Kontakt mit dem Becher 21 kommt. Das Spiel S wird dann so gewählt, dass ein Kontakt zwischen dem Rotor 3 und dem Becher 21 sicher vermieden wird.

[0071] Der Stab 8 ist vorzugsweise auch aus einem Kunststoff hergestellt und kann entweder als integraler Bestandteil an die Ummantelung 32 des Rotors 3 angeformt sein oder - wie dies die Darstellung in Fig. 1 zeigt

- der Stab 8 wird als separate Komponente hergestellt, welche dann in eine zentrale Öffnung des Rotors 3 eingesteckt wird, sodass der Stab 8 drehfest mit dem Rotor 3 verbunden ist. Natürlich ist es auch möglich, den Stab 8 mit dem Rotor 3 zu verkleben oder zu verschweissen. Ferner ist es möglich, dass der Stab 8 aus einem Metall, beispielsweise einem Edelstahl oder Aluminium besteht. Wie bereits erwähnt, kann der Stab 8 einstückig mit einer nicht veränderbaren Länge in axialer Richtung A ausgestaltet sein, oder der Stab 8 umfasst mehrere, konzentrisch ineinander angeordnete Segmente, die relativ zueinander in axialer Richtung A bewegbar sind, sodass der Stab 8 teleskopartig zusammengeschoben bzw. auseinander gezogen werden kann. Die vorzugsweise aus Kunststoff bestehende Kippbegrenzung 91 kann als separates Bauteil hergestellt und dann an der Decke 23 des Mischbehälters 2 fixiert werden, beispielsweise durch Verschweissen oder Verkleben. Es ist natürlich auch möglich, dass die Kippbegrenzung 91 als integraler Bestandteil der Decke 23 hergestellt wird. Natürlich kann auch die Kippbegrenzung 91 ganz oder teilweise aus einem metallischen Material bestehen.

[0072] Bei dem in Fig. 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel ist in dem Mischbehälter 2 eine Mehrzahl von Flügeln 6 zum Mischen oder Rühren der Substanzen vorgesehen. Die Flügel 6 sind vorzugsweise aus Kunststoff hergestellt und an dem Stab 8 angeordnet und befestigt. Dabei sind die Flügel 6 bezüglich der axialen Richtung A auf verschiedenen Höhen angeordnet, sodass die Flügel 6 in axialer Richtung A über den gesamten Mischbehälter 2 verteilt sind. Hierdurch lässt sich eine besonders homogene Durchmischung der Substanzen im Mischbehälter 2 realisieren. Da der Stab 8 mit den darauf befestigten Flügeln 6 drehfest mit dem Rotor 3 verbunden ist, sind die Flügel 6 durch die Rotation des Rotors 3 zur Rotation um die axiale Richtung A antreibbar. Die Flügel 6 können als separate Komponenten gefertigt werden, die dann mit dem Stab 8 verbunden werden, beispielsweise durch Verschweissen oder Verkleben, oder die Flügel 6 können integraler Bestandteil des Stabs 8 sein.

[0073] Abweichend von der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform ist es natürlich auch möglich, dass alle Flügel 6 zu einem Flügelrad zusammengefasst sind und ein oder mehrere solche Flügelräder an dem Stab 8 vorgesehen sind. Ferner ist es möglich, alternativ oder ergänzend die Flügel direkt auf dem Rotor 3 bzw. direkt auf der Ummantelung 32 des Rotors vorzusehen.

[0074] Wie bereits erwähnt kann gemäss einer zweiten bevorzugten Ausgestaltung das Begrenzungselement 9 auch als mechanisches Lager 92 ausgestaltet sein, welches ein vollwertiges Lager, insbesondere ein vollwertiges Radiallager für den Stab 8 bildet. Im Folgenden werden für das in Fig. 1 dargestellte erste Ausführungsbeispiel nur die Unterschiede erläutert, welche sich ergeben, wenn das Begrenzungselement 9 gemäss der zweiten Ausgestaltung ein mechanisches Lager 92 ist. Ansonsten gelten die vorangehenden Erläuterungen in glei-

cher oder sinngemäss gleicher Weise auch für diese zweite bevorzugte Ausgestaltung.

[0075] Fig. 2 zeigt in einer sehr schematischen Darstellung einen Teil der Decke 23 des Mischbehälters 2 mit dem daran befestigten Begrenzungselement 9, das als mechanisches Lager 92 ausgestaltet ist, sowie das Ende des Stabs 8, welches von dem mechanischen Lager 92 gelagert wird. Dabei ist es bevorzugt, wenn das Lager 92 primär als Radiallager ausgestaltet ist und nicht als Axiallager für den Stab 8. Das mechanische Lager 92 gemäss Fig. 2 ist als Wälzlager ausgestaltet, das in an sich bekannter Weise einen inneren Lagerkörper 921 umfasst, welcher drehfest mit dem Stab 8 verbunden ist, sodass der innere Lagerkörper 921 gemeinsam mit dem Stab 8 rotiert, einen äusseren Lagerkörper 922, welcher stationär bezüglich des Mischbehälters 2 ist, also beispielsweise an der Decke 23 fixiert ist, sowie eine Mehrzahl von Wälzkörpern 923, welche zwischen dem im Betriebszustand rotierenden inneren Lagerkörper 921 und dem stationären äusseren Lagerkörper 922 angeordnet sind. Dabei können die Wälzkörper 923 alle an sich von Wälzlager bekannten Ausgestaltungen haben. Die Wälzkörper 923 können insbesondere Kugeln sein (Kugellager) oder auch zylindrische oder kegelförmige bzw. kegelstumpfförmige Wälzkörper 923. Durch das mechanische Lager 92 wird der Stab 8 in an sich bekannter Weise gelagert. Im Unterschied zu der ersten bevorzugten Ausgestaltung ist also der Stab 8 während des Betriebs ständig - auch bei unverkipptem Rotor 3 - in körperlichem Kontakt mit dem mechanischen Lager 92.

[0076] Natürlich gibt es bezüglich der Ausgestaltung des mechanischen Lagers 92 zahlreiche Varianten, es ist auch keinesfalls notwendig, dass das mechanische Lager 92 als Wälzlager ausgestaltet ist. So ist es beispielsweise auch möglich, das mechanische Lager 92 als ein Gleitlager oder als ein fluidgeschmiertes Lager oder als ein hydrodynamisches Lager auszugestalten.

[0077] Fig. 3 zeigt eine besonders einfache Variante, bei welcher das mechanische Lager 92 als Gleitlager ausgestaltet ist. Das Lager 92 ist dabei als eine an dem Deckel 23 des Mischbehälters 2 fixierte Hülse ausgestaltet, welche das Ende des Stabs 8 aufnimmt. Dabei ist der Innendurchmesser der Hülse im Wesentlichen gleich gross wie der Durchmesser des Stabs 8, sodass der Stab 8 während des Betriebs entlang der inneren Wandung der Hülse gleitet. Das axiale Ende des Stabs 8, genauer gesagt seine axiale Endfläche ist dabei nicht in Kontakt mit der Hülse, sondern lediglich die Mantelfläche des Stabs 8. Die in Fig. 3 dargestellte Variante des mechanischen Lagers 92 entspricht von ihrem Aufbau im Wesentlichen dem in Fig. 1 dargestellten Begrenzungselement 9, wobei jedoch das Spiel S zwischen der Hülse des Lagers 92 und dem Stab 8 bei der in Fig. 3 dargestellten Ausgestaltung Null oder zumindest nahezu Null ist, sodass eine Gleitdichtung realisiert wird. Als Materialien für die beiden Gegenlaufpartner, nämlich die Hülse des Lagers 92 und den Stab 8 eignen sich alle für Gleitdichtungen üblichen Materialien; so können beispiels-

weise die Hülse des Lagers 92 und der Stab 8 aus einem Kunststoff gefertigt sein, wobei natürlich für beide Komponenten 92, 8 auch unterschiedliche Kunststoffe verwendet werden können. Die Hülse des Lagers 92 kann beispielsweise aus den unter dem Markennamen Teflon bekannten Materialien Polytetrafluoroethylen (PTFE) oder Perfluoralkoxy-Polymere (PFA) gefertigt sein, die gute Gleit- bzw. Reibeigenschaften haben. Es eignen sich aber auch andere Materialpaarungen, beispielsweise Metall/Polyethylen (PE) oder andere Kombinationen aus Metall/Kunststoff. Dabei ist dann vorzugsweise der Stab 8 aus einem Metall gefertigt und die Hülse des Lagers 92 aus einem Kunststoff. Lager, bzw. Hülsen und Stäbe, welche nicht aus Fluoropolymeren wie PTFE oder PFA bestehen, bzw. keine Teile aus diesen Materialien umfassen, sind besonders geeignet, wenn die Mischvorrichtung 1 oder Teile davon mit Gammastrahlen sterilisiert werden sollen.

[0078] Bei der zweiten bevorzugten Ausgestaltung des Begrenzungselements 9 als mechanisches Lager 92 ist es insbesondere bevorzugt, wenn das mechanische Lager 92 als Pendellager ausgestaltet ist, welches zusätzlich Verkippungen des Stabs 8 aufnehmen kann. Pendellager an sich sind in zahlreichen Ausführungsformen bekannt. Als ein Beispiel illustriert Fig. 4 den prinzipiellen Aufbau einer Ausgestaltung, bei welcher das mechanische Lager 92 als Pendelkugellager, also als ein Wälzlager ausgestaltet ist. Der innere Lagerkörper 921, welcher drehfest mit dem im Betriebszustand rotierenden Stab 8 verbunden ist, ist im Wesentlichen zylindrisch ausgestaltet, während die innenliegende Begrenzungsfläche des stationären äusseren Lagerkörpers 922, welche dem inneren Lagerkörper 921 zugewandt ist, gekrümmt und insbesondere sphärisch gekrümmt ausgestaltet ist. Kommt es nun zu einer Verkippung des Stabs 8, so können die als Kugeln ausgestalteten Wälzkörper 923 auf der gekrümmten Begrenzungsfläche des äusseren Lagerkörpers 922 abrollen, wie dies durch die Pfeile mit dem Bezugszeichen P in Fig. 4 angedeutet ist. Auf diese Weise kann das Pendelkugellager auch Kippmomente aufnehmen bzw. ausgleichen, die von einer Verkippung des Stabs 8 in das Lager 92 eingebracht werden.

[0079] Auch bei der Ausgestaltung als Pendellager können die Wälzkörper 923 in an sich bekannter Weise alternativ in Form von Rollen oder Zylindern ausgestaltet sein.

[0080] Auch bei der Ausgestaltung des mechanischen Lagers 92 als Gleitlager ist es bevorzugt, wenn das mechanische Lager 92 als Pendellager ausgestaltet ist. Hierfür eignen sich prinzipiell alle an sich bekannten Ausführungsformen von Pendelgleitlagern, wie z.B. sphärische Gleitlager oder Gelenkgleitlager.

[0081] In Fig. 5 ist in einer schematischen Darstellung eine besonders einfache Ausgestaltung des mechanischen Lagers 92 als Pendelgleitlager dargestellt. Zusätzlich zeigt Fig. 6 noch einen Schnitt entlang der Schnittlinie VI-VI in Fig. 5.

[0082] Bei der in den Fig. 5 und 6 dargestellten Aus-

gestaltung ist das als mechanisches Lager 92 ausgestaltete Begrenzungselement 9 aussenliegend an der Decke 23 des Mischbehälters 2, also ausserhalb des Mischbehälters 2 angeordnet. Es versteht sich natürlich, dass das Begrenzungselement 9 bzw. das Lager 92 in sinngemäss gleicher Weise auch innenliegend an der Decke 23 oder an dem Boden 22 des Mischbehälters 2 angeordnet sein kann.

[0083] Bei der Ausgestaltung gemäss Fig. 5 und Fig. 6 ist der äussere Lagerkörper 922 des mechanischen Lagers 92 als eine Scheibe 922', beispielsweise als kreisförmige Scheibe 922', ausgestaltet, welche in ihrem Zentrum eine Öffnung 925 aufweist, durch welche hindurch sich der Stab 8 erstreckt. Der Stab 8 bildet bei dieser Ausgestaltung selbst den inneren Lagerkörper. Dabei ist die Öffnung 925 in der Scheibe 922' bezüglich ihres Durchmessers so bemessen, dass der Stab 8 an der innenliegenden Begrenzung der Öffnung 925 anliegt, so dass hierdurch ein Gleitlager realisiert ist. Vorzugsweise ist die Begrenzung der Öffnung 925 abgerundet ausgestaltet, so wie dies in Fig. 5 dargestellt ist. Diese in Fig. 5 und Fig. 6 dargestellte Ausgestaltung stellt ein einfaches Pendelgleitlager dar, weil der Stab 8 in der Öffnung 925 Kippbewegungen ausführen kann. Auch bei der Ausgestaltung als Pendelgleitlager 92 können die beiden Gegenlaufpartner beide aus Kunststoff gefertigt sein, oder einer der beiden Gegenlaufpartner kann aus Metall und der andere aus Kunststoff gefertigt sein.

[0084] Die Scheibe 922' ist hier aussen am Mischbehälter 2, nämlich auf seiner Decke 23 angebracht und kann beispielsweise mittels Verkleben oder Verschweissen auf der Decke 23 des Mischbehälters 2 befestigt werden. Damit während des Betriebs keine Flüssigkeit oder kein Gas aus dem Mischbehälter 2 entlang des Stabs 8 in die Umgebung austreten kann, ist auf der Scheibe 922' eine Abschlusskappe 926 vorgesehen, welche vorzugsweise aus einem Kunststoff hergestellt ist, und welche das darstellungsgemäss obere Ende des Stabs 8 vollständig umgibt. Die Abschlusskappe 926 ist fluiddicht mit der Scheibe 922' verbunden, beispielsweise durch Verkleben, Verschweissen oder sonst eine geeignete dichtende Verbindung, z.B. eine Schnappverbindung.

[0085] Damit der Stab 8 während des Betriebs nicht aus der Öffnung 925 herausrutschen kann und somit gegen eine Trennung von der mechanischen Dichtung 92 gesichert ist, weist der Stab 8 an seinem dem Rotor 3 abgewandten Ende vorzugsweise ein Abschlusselement 81 auf, dessen Durchmesser grösser ist als der Durchmesser der Öffnung 925. Bei der Montage des Stabs 8 kann dieses Abschlusselement 81 aufgrund elastischer Verformungen durch die Öffnung 925 hindurchbewegt werden.

[0086] Die nun folgenden Erläuterungen weiterer Ausführungsbeispiele und Varianten der Erfindung gelten in gleicher oder sinngemäss gleicher Weise sowohl für die erste bevorzugte Ausgestaltung, bei welcher das Begrenzungselement 9 als Kippbegrenzung 91 ausgestaltet ist, als auch für die zweite bevorzugte Ausgestaltung,

bei welcher das Begrenzungselement 9 als mechanisches Lager 92 ausgestaltet ist. Es wird daher abgesehen von explizit erwähnten Ausnahmen - im Folgenden allgemein auf das Begrenzungselement 9 Bezug genommen, wobei dieses jeweils sowohl als Kippbegrenzung 91 als auch als mechanisches Lager 92 ausgestaltet sein kann.

[0087] Fig. 7 zeigt in einem Längsschnitt entlang der axialen Richtung A ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Mischvorrichtung 1. Im Folgenden wird nur auf die Unterschiede zu dem vorangehend beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel eingegangen. Insbesondere haben die Bezugszeichen die gleiche Bedeutung wie sie bereits im Zusammenhang mit dem vorangehend beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel erläutert sind. Es versteht sich, dass alle vorangehenden Erläuterungen in gleicher Weise oder in sinngemäss gleicher Weise auch für das zweite Ausführungsbeispiel gelten.

[0088] Das in Fig. 7 dargestellte zweite Ausführungsbeispiel ist hier als Bioreaktor ausgestaltet. Im Unterschied zu dem ersten Ausführungsbeispiel sind bei dem zweiten Ausführungsbeispiel der Rotor 3 und der Stator 4 an der Decke 23 des Mischbehälters 2 angeordnet. Der Becher 21 ist im Zentrum der Decke 23 angeordnet und wiederum - in Bezug auf den Mischbehälter 2 - als Ausstülpung nach aussen ausgestaltet. Der Spalttopf 5 mit dem darin angeordneten Stator 4 ist dementsprechend aussen auf dem Deckel 23 angeordnet, sodass seine Ausnehmung 51 den Becher 21 mit dem darin angeordneten Rotor 3 in sinngemäss gleicher Weise aufnimmt bzw. umschliesst wie dies schon für das erste Ausführungsbeispiel beschrieben wurde.

[0089] Das Begrenzungselement 9 ist dem Zentrum des Rotors 3 gegenüberliegend am Boden 22 des Mischbehälters 2 fixiert, sodass das Begrenzungselement 9 das Ende des Stabs 8 aufnehmen kann.

[0090] Der Mischbehälter 2 ist in einem Fuss 10 angeordnet, welcher dem Mischbehälter 2 einen sicheren Stand gibt.

[0091] In Fig. 7 sind nun mit beispielhaftem Charakter auch noch weitere Komponenten der Mischvorrichtung 1 dargestellt, die z. B. bei einer Ausgestaltung als Bioreaktor vorgesehen sein können. So ist eine Zuführung 26 vorgesehen, welche sich durch die Wandung des Mischbehälters 2 erstreckt und durch welche Substanzen in den Mischbehälter 2 einbringbar sind. Ferner ist eine Gaszuführung 25 vorgesehen, welche sich durch die Wandung des Mischbehälters 2 erstreckt, und durch welche ein Gas, beispielsweise Sauerstoff in den Mischbehälter 2 einbringbar ist. Weiterhin ist eine Gasabführung 24 mit einem Gasfilter vorgesehen, welche sich durch die Wandung des Mischbehälters 2 erstreckt. Über die Gasabführung 24 können Gase, wie beispielsweise Kohlendioxid, welche z. B. bei biologischen Prozessen in dem Mischbehälter 2 generiert werden, aus diesem abgeführt werden. Auch ist eine weitere Durchführung 27 vorgesehen, welche sich durch die Wandung des Misch-

behälters 2 erstreckt und welche für die Aufnahme von Sonden 271 oder Messsensoren verwendbar ist, mit denen Parameter während des Mischprozesses überwacht werden können, z. B. pH-Wert, Temperatur, Druck, Konzentrationen etc.. Am Boden 22 des Mischbehälters 2 ist eine Abführung 28 vorgesehen, welche sich durch die Wandung des Mischbehälters 2 erstreckt und durch welche Substanzen aus dem Mischbehälter 2 abführbar sind oder mittels welcher der Mischbehälter 2 entleert werden kann. Es können auch noch weitere Durchführungen 29 vorgesehen sein, die für unterschiedliche Zwecke nutzbar sind.

[0092] Fig. 8 zeigt in einem Längsschnitt entlang der axialen Richtung A ein drittes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Mischvorrichtung 1. Im Folgenden wird nur auf die Unterschiede zu den vorangehend beschriebenen Ausführungsbeispielen eingegangen. Insbesondere haben die Bezugszeichen die gleiche Bedeutung wie sie bereits im Zusammenhang mit den vorangehend beschriebenen Ausführungsbeispielen erläutert sind. Es versteht sich, dass alle vorangehenden Erläuterungen in gleicher Weise oder in sinngemäss gleicher Weise auch für das dritte Ausführungsbeispiel gelten.

[0093] Das dritte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von den beiden ersten im Wesentlichen dadurch, dass sich der Stab 8 bezüglich der axialen Richtung A nicht durch den gesamten Mischbehälter 2 hindurch erstreckt, sondern innerhalb des Mischbehälters 2, also deutlich beabstandet von seiner Decke 23 endet.

[0094] Das Begrenzungselement 9 ist hier am Boden 22 des Mischbehälters 2 vorgesehen und fixiert. Zum besseren Verständnis zeigt Fig. 9 noch eine Aufsicht auf das Begrenzungselement 9 der in Fig. 8 dargestellten Mischvorrichtung 1. Das Begrenzungselement 9 umfasst einen zentralen Ring 93 zur Aufnahme des Stabs 8.

[0095] Dabei ist im Falle der ersten bevorzugten Ausgestaltung des Begrenzungselements 9 als Kippbegrenzung 91 der innere Durchmesser ID des Rings 93 grösser als der Durchmesser D des Stabs 8. Beim Zusammensetzen der Mischvorrichtung 1 wird der Stab 8 durch den Ring 93 hindurch geführt, wobei der Durchmesser D des Stabs so bemessen ist, dass zwischen der inneren Wandung des Rings 93 und dem Stab 8 das Spiel S existiert, das durch die Differenz des Innendurchmessers ID des Rings 93 und des Durchmessers D des Stabs 8 festgelegt ist. Bei dieser Ausgestaltung erstreckt sich also der Stab 8 in axialer Richtung A durch das Begrenzungselement 9 hindurch.

[0096] Im Falle der zweiten bevorzugten Ausgestaltung des Begrenzungselements 9 als mechanisches Lager 92 ist der innere Durchmesser ID des Rings 93 gleich oder fast gleich gross wie der Durchmesser des Stabs 8, sodass das Spiel S Null oder annähernd Null ist. Der Ring 93 bildet dann ein mechanisches Gleitlager 92 für den Stab 8, vorzugsweise ein fluidgeschmiertes Gleitlager 92, welches von dem oder von einem der Prozessfluide geschmiert wird, welche sich im Betriebszustand in dem Mischbehälter 2 befinden. Dabei kann es vorteil-

haft sein, wenn in dem Ring 93 ein ringförmiger Einsatz (nicht dargestellt) vorgesehen ist, der aus einem für Gleitreibung besonders geeigneten Material beispielsweise einem Kunststoff wie dem bereits erwähnten Teflon gefertigt ist.

[0097] Für beide bevorzugten Ausgestaltungen, nämlich als Kippbegrenzung 91 oder als mechanisches Lager 92, umfasst das Begrenzungselement 9 ferner eine Mehrzahl, hier vier Arme 94, welche äquidistant verteilt jeweils am radial äusseren Rand des Rings 93 beginnen, und sich von dort zunächst in radialer Richtung und dann in axialer Richtung A bis zum Boden 22 des Mischbehälters 2 erstrecken, wo sie jeweils fixiert sind. Je nachdem wie lang der Stab 8 ist, können die Arme 94 des Begrenzungselements 9 auch an der Decke 22 des Mischbehälters 2 fixiert sein.

[0098] Natürlich ist es auch bei solchen Ausgestaltungen, bei welchen sich der Stab 8 bezüglich der axialen Richtung A nicht durch den ganzen Mischbehälter 2 hindurch erstreckt, möglich, das Begrenzungselement 9 so auszugestalten, dass es ein Ende des Stabs 8 aufnimmt und nicht vollständig von dem Stab 8 durchdrungen wird.

[0099] Fig. 10 zeigt in einem Längsschnitt entlang der axialen Richtung A ein viertes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Mischvorrichtung 1. Im Folgenden wird nur auf die Unterschiede zu den vorangehend beschriebenen Ausführungsbeispielen eingegangen. Insbesondere haben die Bezugszeichen die gleiche Bedeutung wie sie bereits im Zusammenhang mit den vorangehend beschriebenen Ausführungsbeispielen erläutert sind. Es versteht sich, dass alle vorangehenden Erläuterungen in gleicher Weise oder in sinngemäss gleicher Weise auch für das vierte Ausführungsbeispiel gelten.

[0100] Das vierte Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Mischvorrichtung 1 ist speziell für Anwendungen mit Einmalgebrauch ausgestaltet. Um die Reinheit bzw. die Sterilität derjenigen Komponenten der Mischvorrichtung 1 zu gewährleisten, die mit den zu mischenden oder zu rührenden Substanzen in Kontakt kommen, umfasst das vierte Ausführungsbeispiel eine Einmalvorrichtung, die gesamthaft mit dem Bezugszeichen 20 bezeichnet ist und für den Einmalgebrauch ausgestaltet ist, sowie eine wiederverwendbare Vorrichtung, die gesamthaft mit dem Bezugszeichen 60 bezeichnet ist und die für den dauerhaften Gebrauch, also den Mehrfachgebrauch ausgestaltet ist. Dabei umfasst die Einmalvorrichtung 20 diejenigen Komponenten, welche während des Mischvorgangs mit den zu mischenden Substanzen in Kontakt kommt. Dies sind insbesondere der Mischbehälter 2, der Rotor 3, alle Flügel 6, der Stab 8 und das Begrenzungselement 9.

[0101] Mit dem Begriff "Einmalvorrichtung" und anderen Zusammensetzungen mit dem Bestandteil "Einmal", wie z. B. Einmalteil, Einmalkomponente usw., sind dabei solche Komponenten bzw. Teile gemeint, die für den Einmalgebrauch ausgestaltet sind, die also bestimmungsgemäss nur ein einziges Mal benutzt werden können und dann entsorgt werden. Für eine neue Anwendung muss

dann ein neues, bisher unbenutztes Einmalteil eingesetzt werden. Bei der Konzipierung bzw. der Ausgestaltung der Einmalvorrichtung 20 sind es daher wesentliche Aspekte, dass die Einmalvorrichtung 20 möglichst einfach und wirtschaftlich herstellbar ist, wenige Kosten verursacht und aus möglichst preisgünstig erhältlichen Materialien herstellbar ist. Ein anderer wesentlicher Aspekt ist es, dass die Einmalvorrichtung 20 in möglichst einfacher Weise mit der wiederverwendbaren Vorrichtung 60 zu der Mischvorrichtung 1 zusammenfügbar ist. Die Einmalvorrichtung 20 soll also in sehr einfacher Weise ersetzt werden können, ohne dass dafür ein hoher Montageaufwand notwendig ist. Besonders bevorzugt soll die Einmalvorrichtung 20 ohne die Verwendung von Werkzeugen mit der wiederverwendbaren Vorrichtung 60 zusammenfügbar bzw. von dieser trennbar sein.

[0102] Auch ist es ein wichtiger Aspekt, dass die Einmalvorrichtung 20 nach ihrem Gebrauch möglichst einfach zu entsorgen ist. Daher werden solche Materialien bevorzugt, die eine möglichst geringe Umweltbelastung, insbesondere auch bei der Entsorgung mit sich bringen.

[0103] Bei der Ausgestaltung mit der Einmalvorrichtung 20 ist der Mischbehälter 2 als flexibler Mischbehälter 2 ausgestaltet, welcher aus einem Kunststoff hergestellt ist. Der Mischbehälter 2 ist vorzugsweise ein flexibler Beutel, beispielsweise ein Plastik- oder ein Kunststoffsack, der zusammengefasst werden kann, sodass er bei der Lagerung möglichst wenig Platz beansprucht. Der Mischbehälter 2 weist bei dem vierten Ausführungsbeispiel mehrere Ein- oder Auslässe 11 auf, die wie vorangehend beschrieben beispielsweise zum Zu- und Abführen von Substanzen und Gasen oder für die Aufnahme von Sonden oder Messsensoren nutzbar sind. Dabei sind beispielsweise an manchen der Ein- oder Auslässen 11 in an sich bekannter Weise Schläuche oder schlauchartige Fortsetzungen vorgesehen, die aus Kunststoff hergestellt sind und mit dem Mischbehälter 2 verschweisst sind, sodass durch diese Schläuche Substanzen zu- oder abführbar sind. Andere Ein- oder Auslässe 11 können auch in an sich bekannter Weise als selbstdichtende Durchgänge ausgestaltet sein.

[0104] Insbesondere können an dem Mischbehälter 2 sogenannte Sampling Ports 111 angeklebt oder angeschweisst sein. Dabei handelt es sich um kurze schlauchartige Kunststoffgebilde, durch welche beispielsweise Proben aus dem Mischbehälter 2 entnommen werden können. Jeder Sampling Port 111 ist dabei üblicherweise in an sich bekannter Art an seinem aus dem Mischbehälter 2 herausragenden Ende mit einer Klemme gesichert, sodass keine ungewünschten Substanzen durch diese Sampling Ports 111 in das Innere des Mischbehälters 2 gelangen können.

[0105] Auch kann an dem Mischbehälter 2 die Gasabführung 24 mit dem Gasfilter vorgesehen sein, wobei auch der Gasfilter für den Einmalgebrauch ausgelegt ist.

[0106] Der zylindrische Becher 21 für die Aufnahme des Rotors 3 ist vorzugsweise formstabil und aus einem Kunststoff gefertigt. Er kann aber beispielsweise auch in

Form eines flexiblen Schlauches oder Beutels aus Kunststoffolie ausgestaltet sein. Das Begrenzungsselement 9, der Stab 8 sowie alle Flügel 6 sind formstabil ausgestaltet und vorzugsweise aus einem Kunststoff gefertigt. Die formstabilen Teile, welche an dem Mischbehälter 2 fixiert sind, also insbesondere der Becher 21 und das Begrenzungsselement 9 können mittels Verkleben oder Verschweißen fluiddicht mit dem flexiblen Mischbehälter 2 verbunden werden. Es ist natürlich auch bei der Ausgestaltung für den Einmalgebrauch möglich, den Stab 8 und oder das Begrenzungsselement 9 ganz oder teilweise aus einem metallischen Werkstoff herzustellen. So kann das Begrenzungsselement 9 beispielsweise eine metallische Hülse, z. B. aus Aluminium sein. Auch der Stab 8 kann bei der Ausgestaltung für den Einmalgebrauch aus einem metallischen Werkstoff bestehen, um beispielsweise eine grössere Stabilität zu gewährleisten. Da sowohl das Begrenzungsselement 9 als auch der Stab 8 sehr einfach ausgestaltete Komponenten sind, insbesondere bezüglich ihrer Geometrie, können sie auch sehr kostengünstig hergestellt werden.

[0107] Die wiederverwendbare Vorrichtung 60 umfasst einen formstabilen Stützbehälter 61 zur Aufnahme des Mischbehälters 2, sowie den Stator 4. Der Stützbehälter 61 weist an seinem Boden mehrere Füße 62 auf, auf denen der Stützbehälter 61 steht. Ferner ist im Boden mindestens eine Öffnung 12 vorgesehen, sodass Substanzen aus dem Mischbehälter 2 abgeführt bzw. in diesen eingebracht werden können. An seiner Oberseite ist der im Wesentlichen zylindrisch ausgestaltete Stützbehälter 61 offen oder optional -wie in Fig. 10 gezeigt - mit einem abnehmbaren Deckel 63 versehen, sodass der Mischbehälter 2 problemlos in den Stützbehälter 61 eingebracht werden kann. Ferner können an der Wand des Stützbehälters 61 Fenster 64 vorgesehen sein, durch welche ein optischer Zugang zu dem Mischbehälter 2 möglich ist.

[0108] Am Boden des Stützbehälters 61 ist zentral der im Wesentlichen zylindrisch ausgestaltete Spalttopf 5 und das Statorgehäuse 52 mit dem darin enthaltenen Stator 4 angeordnet. Der Spalttopf 5 ist in das Statorgehäuse 52 integriert oder an diesem fixiert. Der Spalttopf 5 erstreckt sich in Richtung seiner Zylinderachse Darstellungsgemäss nach unten, sodass er im zusammengesetzten Zustand koaxial den Becher 21 aufnehmen kann. Die Abmessungen des Spalttopfs 5 und des Bechers 21 sind dabei so aufeinander abgestimmt, dass die Ausnehmung 51 des Spalttopfs 5 den Becher 21 im zusammengesetzten Zustand eng umschliesst und mit ihrer Mantelfläche an der Mantelfläche des Bechers 21 anliegt.

[0109] Das Statorgehäuse 52 mit dem Spalttopf 5 ist vorzugsweise mittels Schrauben am Boden des Stützbehälters 61 fixiert.

[0110] In dem Statorgehäuse 52 ist der Stator 4 angeordnet, welcher als Lager- und Antriebsstator ausgestaltet ist, mit welchem der Rotor 3 im Betriebszustand berührungslos antreibbar und bezüglich des Stators 3 berührungslos magnetisch lagerbar ist.

[0111] Das Zusammensetzen der Einmalvorrichtung 20 und der wiederverwendbaren Vorrichtung 60 zu der Mischvorrichtung 1 ist äusserst einfach, sowie schnell und insbesondere ohne Werkzeuge durchführbar. Dazu wird der üblicherweise für die Lagerung zusammengefaltete oder um den Stab 8 herum gewickelte Mischbehälter 2 mit dem darin befindlichen Rotor 3, dem Begrenzungselement 9 und den Flügeln 6 seiner Verpackung entnommen, in den Stützbehälter 61 eingelegt und der Becher 21 mit dem Rotor 3 in den Spalttopf 5 eingesetzt. Falls der Stab 8 noch nicht mit dem Rotor 3 verbunden ist, wird der Stab 8 in den Rotor 3 eingesetzt und dann in Wirkverbindung mit dem Begrenzungselement 9 gebracht. Optional wird der Deckel 63 aufgesetzt, um den Stützbehälter 61 zu verschliessen. Schon dann ist die Mischvorrichtung 1 bereit für die Anwendung. Nach der Anwendung wird der Mischbehälter 2 mit dem Becher 21, dem Stab 8, dem Begrenzungselement 9 und dem Rotor 3 einfach aus dem Stützbehälter 61 herausgezogen. Der Becher 21 löst sich dabei einfach vom Spalttopf 5 ab. Diese besonders einfache und problemlose Verbindung bzw. Trennung der Einmalvorrichtung 20 mit bzw. von der wiederverwendbaren Vorrichtung 60 trägt somit einem wesentlichen Aspekt der Ausgestaltung für den Einmalgebrauch Rechnung.

[0112] Insbesondere bei der Ausgestaltung des Mischbehälters 2 als flexibler Mischbehälter 2 kann es vorteilhaft sein, wenn das Begrenzungselement 9 eine Fixierung 90 umfasst, mit welchem das Begrenzungselement bezüglich der wiederverwendbaren Vorrichtung 60 fixierbar ist. Bei dem in Fig. 10 dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst diese Fixierung 90 einen Stift oder einen Gewindestift, welcher durch eine entsprechende Öffnung im Deckel 63 der wiederverwendbaren Vorrichtung 60 greift und dann mittels einer Mutter oder einer anderen geeigneten Massnahme am Deckel 63 fixiert wird.

[0113] Der Rotor 3 kann - wie in Fig. 10 gezeigt - mit einem Permanentmagneten als magnetisch wirksamen Kern 31 ausgestaltet sein. Insbesondere bei der Ausgestaltung als Einmalteil kann es je nach Anwendung aber auch vorteilhaft sein, den Rotor 3 permanentmagnetfrei, also ohne Permanentmagnete und spulenfrei auszugestalten. Der magnetisch wirksame Kern 31 ist dann beispielsweise aus einem weichmagnetischen Material wie Eisen, Nickel-Eisen oder Silizium-Eisen gefertigt. Diese Massnahme ermöglicht eine kostengünstige Ausgestaltung des Rotors 3 als Einmalteil, denn insbesondere sind für die Herstellung des Rotors 3 keine Seltenen Erden wie z. B. Neodym oder Samarium, bzw. Verbindungen oder Legierungen dieser notwendig, die häufig für die Herstellung von Permanentmagneten verwendet werden.

[0114] Bei solchen Ausgestaltungen, bei welchen der Rotor 3 ohne Permanentmagnete ausgestaltet ist, ist es besonders bevorzugt, wenn im Stator 4 ein oder mehrere Permanentmagnet(e) vorgesehen ist/sind, um einen permanentmagnetischen Vormagnetisierungsfluss zu generieren, sodass nicht der gesamte für den Antrieb und

die Lagerung benötigte magnetische Fluss als elektromagnetischer Fluss generiert werden muss.

[0115] Da die Komponenten der Einmalvorrichtung 20, also der Mischbehälter 2, der Rotor 3, alle Flügel 6, der Stab 8 und das Begrenzungselement 9 für den Einmalgebrauch ausgelegt sind, sollten die aus Kunststoff gefertigten Teile aus einem möglichst preisgünstigen, handelsüblichen Kunststoff hergestellt werden. Ein weiterer wesentlicher Aspekt ist es, dass die Einmalvorrichtung 20 bzw. ihre Komponenten für gewisse Anwendungsbereiche sterilisierbar sein müssen. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn die Einmalvorrichtung 20 gamma-sterilisierbar ist. Bei dieser Art der Sterilisierung wird das zu sterilisierende Element mit Gamma-Strahlung beaufschlagt. Der Vorteil der Gamma-Sterilisierung, beispielsweise im Vergleich zur Dampfsterilisierung, liegt insbesondere darin, dass die Sterilisierung auch durch die Verpackung hindurch erfolgen kann. Gerade bei Einmalteilen ist es eine gängige Praxis, dass die Teile nach ihrer Herstellung in die Verpackung gebracht werden und dann noch eine Zeit lagern, bevor sie an den Kunden ausgeliefert werden. In solchen Fällen erfolgt die Sterilisierung durch die Verpackung hindurch, was bei einer Dampfsterilisierung oder anderen Verfahren nicht möglich ist.

[0116] Die Einmalvorrichtung 20 bietet andererseits durch ihre nur einmalige Verwendbarkeit, den grossen Vorteil, dass man bei der Konstruktion keinen Wert auf eine gute Reinigbarkeit der Einmalvorrichtung 20 legen muss, weil die Einmalvorrichtung bei bestimmungsgemäsem Gebrauch nicht gereinigt werden muss. Ferner ist es in der Regel nicht notwendig, dass die Einmalvorrichtung 20 bzw. ihre Komponenten mehr als einmal sterilisierbar sein müssen. Dies ist insbesondere bei der Gamma-Sterilisierung ein grosser Vorteil, weil die Beaufschlagung mit Gamma-Strahlung bei Kunststoffen zu Degradationen führen kann, sodass eine mehrfache Gamma-Sterilisierung den Kunststoff unbrauchbar machen kann.

[0117] Da in der Regel bei Einmalteilen auf eine Sterilisierung unter hohen Temperaturen und /oder unter hohem (Dampf-) Druck verzichtet werden kann, können kostengünstigere Kunststoffe eingesetzt werden, beispielsweise solche, die keine hohen Temperaturen aushalten, oder die nicht mehrfach hohen Temperatur- und Druckwerten ausgesetzt werden können.

[0118] Unter Berücksichtigung all dieser Aspekte ist es daher bevorzugt, für die Herstellung der Einmalvorrichtung 20 solche Kunststoffe zu verwenden, die zumindest einmal gamma-sterilisierbar sind. Die Materialien sollten dabei gammastabil für eine Dosis von mindestens 40 kGy sein, um eine einmalige Gamma-Sterilisierung zu ermöglichen. Bei der Gamma-Sterilisierung sollten zudem keine giftigen Stoffe entstehen. Zudem ist es bevorzugt, wenn alle Materialien, die mit den zu mischenden bzw. den durchmischten Substanzen in Berührung kommen, USP Class VI Standards erfüllen.

[0119] Für die Herstellung des flexiblen Mischbehäl-

ters 2 sind beispielsweise folgende Kunststoffe bevorzugt: PolyEthylene (PE), Low Density PolyEthylene (LDPE), Ultra Low Density PolyEthylene (ULDPE), Ethylene Vinyl Acetate (EVA), PolyEthylene Terephthalate (PET), PolyVinylChlorid (PVC), PolyPropylene (PP), PolyUrethan (PU), Silicone

[0120] Für die Herstellung des Bechers 21, des Stabs 8, des Begrenzungselements 9, der Flügel 6 und der aus Kunststoff bestehenden Teile des Rotors 3, also z. B. die Ummantelung 32, sind beispielsweise folgende Kunststoffe bevorzugt: PolyEthylene (PE), PolyPropylene (PP), Low Density PolyEthylene (LDPE), Ultra Low Density PolyEthylene (ULDPE), Ethylene Vinyl Acetate (EVA), PolyEthylene Terephthalate (PET), PolyVinylChlorid (PVC), PolyVinylidene Fluoride (PVDF), Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS), PolyAcryl, PolyCarbonate (PC).

[0121] Diese genannten Kunststoffe eignen sich unter anderen auch für die Herstellung eines formstabilen Mischbehälters 2, der für den Mehrfachgebrauch ausgestaltet ist.

[0122] Weniger geeignete oder sogar ungeeignete Materialien für die Herstellung der Kunststoffteile der Einmalvorrichtung 20 sind beispielsweise die unter dem Markennamen Teflon bekannten Materialien Polytetrafluoroethylene (PTFE) und Perfluoralkoxy-Polymere (PFA). Bei diesen Materialien besteht nämlich bei der Gamma-Sterilisierung die Gefahr, dass gefährliche Gase austreten, wie beispielsweise Fluor, das dann giftige oder schädliche Verbindungen wie Flusssäure (HF) bilden kann.

[0123] Ist der Mischbehälter 2 für den Mehrfachgebrauch konzipiert, so kann er natürlich auch aus PTFE oder PFA oder auch aus einem Metall, beispielsweise Edelstahl oder auch aus Glas hergestellt sein.

[0124] Auch ist es bevorzugt, wenn die aus Kunststoff bestehenden Komponenten mittels eines Spritzgiessverfahrens herstellbar sind, weil dies eine besonders kostengünstige Art der Herstellung ist.

[0125] Im Folgenden werden anhand der Fig. 11, 12 und 13 beispielhaft noch verschiedene Varianten für die Ausgestaltung des Begrenzungselements 9 erläutert, die für alle der vorangehend beschriebenen Ausführungsbeispiele geeignet sind. Wie bereits erläutert, wirken der Stab 8 und das Begrenzungselement 9 vorzugsweise so zusammen, dass der Stab 8 gegen eine Trennung von dem Begrenzungselement 9 gesichert ist. Neben der bereits beschriebenen Variante mit dem Ring 93 des Begrenzungselements 9, bei welcher sich der Stab 8 in axialer Richtung durch das Begrenzungselement 9 hindurch erstreckt, zeigen die Fig. 11-13 Ausführungsformen, bei denen das Begrenzungselement 9 mit dem dem Rotor 3 abgewandten Ende des Stabs 8 zusammenwirkt.

[0126] Bei den in den Fig. 12 und 13 dargestellten Varianten ist dabei das Begrenzungselement 9 so ausgestaltet, dass das dem Rotor 3 abgewandte Ende des Stabs 8 von dem Begrenzungselement 9 aufgenommen wird, während die in Fig. 11 gezeigte Variante einer Aus-

führungsform entspricht, bei welcher das dem Rotor 3 abgewandte Ende des Stabs 8 so ausgestaltet ist, dass es einen Teil des Begrenzungselements 9 umschliesst.

[0127] Die in Fig. 11 dargestellte Variante des Begrenzungselements 9 umfasst einen Stift 95, welcher aus einem Grundkörper 96 des Begrenzungselements 9 in axialer Richtung A herausragt. Dieser Stift 95 weist an seinem dem Grundkörper 96 abgewandten Ende einen Kugelkopf 97 auf, welcher zum Zusammenwirken mit dem Stab 8 ausgestaltet ist. Das mit diesem Stift 95 zusammenwirkende Ende des Stabs 8 ist hohl ausgestaltet und umfasst eine Zunge 82 an seinem Ende, welche die Öffnung des Stabs 8 so begrenzt, dass der von der Zunge 82 gebildete Durchlass einerseits grösser ist als der Durchmesser DS des Stifts und andererseits kleiner als der Durchmesser des Kugelkopfs 97. Somit lässt sich der Kugelkopf 97 in Form einer Schnappverbindung in das Ende des Stabs 8 einführen.

[0128] Bei der ersten bevorzugten Ausgestaltung des Begrenzungselements 9 als Kippbegrenzung 91 ist der Durchmesser des Kugelkopfs 97 so bemessen, dass der Kugelkopf 97 nach seinem Einführen in das Ende des Stabs 8 berührungsfrei in diesem Ende des Stabs 8 aufgenommen ist, solange der Rotor 3 unverkippt oder in einer durch die passiv magnetische Lagerung ausgleichbaren Verkippung orientiert ist. Erst wenn die Verkippung des Rotors 3 zu stark bzw. zu gross wird, legt sich der Kugelkopf 97 an die innere Wandung des Stabs 8 an, rollt auf dieser ab und begrenzt somit die maximal mögliche Verkippung des Rotors 3. Die Verkippung des Rotors 3 ist in Fig. 11 durch den Doppelpfeil ohne Bezugszeichen angedeutet.

[0129] Bei der zweiten bevorzugten Ausgestaltung des Begrenzungselements 9 als mechanisches Lager 92 ist der Durchmesser des Kugelkopfs 97 so bemessen, dass der Kugelkopf 97 nach seinem Einführen in das Ende des Stabs 8 ständig - also auch bei unverkipptem Rotor 3 - an der inneren Wandung des Stabs 8 anliegt und so mit dieser inneren Wandung in Form eines Gleitlagers zusammenwirkt.

[0130] Bei den in den Fig. 12 und 13 dargestellten Varianten für das Begrenzungselement 9 handelt es sich um Varianten, bei welchen das dem Rotor 3 abgewandte Ende des Stabs 8 von dem Begrenzungselement 9 aufgenommen wird. Bei diesen beiden Varianten ist der Stab 8 an seinem dem Rotor 3 abgewandten Ende mit dem Abschlusselement 81 versehen, welches zur Aufnahme durch das Begrenzungselement 9 ausgestaltet ist. Dabei ist die Wirkverbindung zwischen dem Ende des Stabs 8 und dem Begrenzungselement 9 vorzugsweise durch eine Schnappverbindung realisiert.

[0131] Bei der in Fig. 12 dargestellten Variante ist das Abschlusselement 81 kegelstumpfförmig ausgestaltet. Diese Ausführungsform eignet sich insbesondere für die erste bevorzugte Ausgestaltung des Begrenzungselements 9 als Kippbegrenzung 91. Das Begrenzungselement 9 weist dann einen als Klaue 98 ausgestalteten Bereich mit einer zentralen Eintrittsöffnung 982 auf, die

so bemessen ist, dass der Durchmesser der Eintrittsöffnung 982 grösser ist als der Durchmesser D des Stabs 8, aber kleiner als der maximale Durchmesser des kegeltumpfförmigen Abschlusselements 81. Die Klaue 98 bildet eine Kegelfläche 981 um die Eintrittsöffnung 982 herum, durch welche das Abschlusselement 81 in das Begrenzungselement 9 einführbar ist. Unterhalb der Klaue 98 ist eine Kavität 99 vorgesehen, die so ausgestaltet ist, dass sich das Abschlusselement 81 kontaktlos in der Kavität 99 bewegen kann, solange die Verkipfung des Rotors 3 den vorgebbaren Grenzwert nicht überschreitet, der durch die Kapazität der passiv magnetischen Stabilisierung des Rotors 3 gegeben ist. Falls dieser Grenzwert überschritten wird, kommt das Abschlusselement 81 in körperlichen Kontakt mit dem Begrenzungselement 9 und behindert so eine weitere Zunahme der Verkipfung des Rotors 3. Dabei ist es vorteilhaft, dass das kegeltumpfförmige Abschlusselement 81 auf der Innenfläche des Begrenzungselements 9 abrollen kann.

[0132] Die in Fig. 13 dargestellte Variante zeigt eine Ausgestaltung, bei welcher das Abschlusselement 81 als Kugelkopf ausgestaltet ist. Bei der ersten bevorzugten Ausgestaltung des Begrenzungselements 9 als Kippbegrenzung 91 ist der Durchmesser des Kugelkopfs 81 so bemessen, dass der Kugelkopf 81 nach seinem Einführen in die Klaue 98 berührungsfrei in der Kavität 99 aufgenommen ist, solange der Rotor 3 unverkippt oder in einer durch die passiv magnetische Lagerung ausgleichbaren Verkipfung orientiert ist. Erst wenn die Verkipfung des Rotors 3 zu stark bzw. zu gross wird, legt sich der Kugelkopf 81 an die Wandung der Kavität 99 an, rollt auf dieser ab und begrenzt somit die maximal mögliche Verkipfung des Rotors 3. Die Verkipfung des Rotors 3 ist in Fig. 13 durch den Doppelpfeil ohne Bezugszeichen angedeutet.

[0133] Ist die in Fig. 13 dargestellte Variante gemäss der zweiten bevorzugten Ausgestaltung des Begrenzungselements 9 als mechanisches Lager 92 ausgestaltet, ist der Durchmesser des Kugelkopfs 81 so bemessen, dass der Kugelkopf 81 nach seinem Einführen in die Kavität 99 ständig - also auch bei unverkipptem Rotor 3 - an der Wandung der Kavität anliegt und so mit dieser Wandung in Form eines Gleitlagers zusammenwirkt.

[0134] Das vorzugsweise formstabile Begrenzungselement 9 kann - wie in Fig. 13 dargestellt - durch Verschweissen oder Verkleben mit dem Mischbehälter 2 verbunden und bezüglich diesem fixiert werden.

[0135] Insbesondere die in den Fig. 12 und 13 dargestellten Varianten bieten den zusätzlichen Vorteil, dass durch diese Ausgestaltung auch die Verschiebung des Rotors 3 in axialer Richtung A begrenzt ist, und zwar sowohl für Verschiebungen des Rotors 3 in axialer Richtung A nach oben als auch für Verschiebungen des Rotors 3 in axialer Richtung A nach unten.

[0136] Fig. 14 zeigt eine Variante, die insbesondere für die zweite bevorzugte Ausgestaltung des Begrenzungselements 9 als mechanisches Lager 92 geeignet

ist. Diese Variante entspricht sinngemäss etwa der in Fig. 13 dargestellten, wobei in Fig. 14 speziell eine Ausgestaltung als Gleitlager aus Kunststoff zeigt, bei welcher das als Kugelkopf ausgestaltete Abschlusselement 81 in die Klaue 98 einschnappt, sodass das axiale Spiel des Stabs 8 ebenfalls beschränkt wird.

Patentansprüche

1. Mischvorrichtung zum Mischen oder Rühren von Substanzen mit einem Mischbehälter (2) zur Aufnahme der zu mischenden oder zu rührenden Substanzen, mit einem in dem Mischbehälter (2) angeordneten Rotor (3), mit welchem mindestens ein Flügel (6) zum Mischen oder Rühren der Substanzen zur Rotation um eine axiale Richtung (A) antreibbar ist, sowie mit einem ausserhalb des Mischbehälters (2) angeordneten Stator (4), mit welchem der Rotor (3) im Betriebszustand berührungslos magnetisch zur Rotation um die axiale Richtung (A) antreibbar und bezüglich des Stators (4) magnetisch lagerbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein sich in axialer Richtung (A) erstreckender Stab (8) vorgesehen ist, der drehfest mit dem Rotor (3) verbunden ist, sowie ein bezüglich des Mischbehälters (2) fixiertes mechanisches Begrenzungselement (9), welches mit dem Stab (8) zusammenwirkt, wobei das Begrenzungselement (9) so ausgestaltet und angeordnet ist, dass der Stab (8) bezüglich des Begrenzungselements (9) rotieren kann, und eine Verkipfung des Rotors (3) durch einen körperlichen Kontakt zwischen dem Stab (8) und dem Begrenzungselement (9) zumindest begrenzt ist.
2. Mischvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Stator (4) als Lager- und Antriebsstator ausgestaltet ist, mit welchem der Rotor (3) im Betriebszustand berührungslos magnetisch antreibbar und zumindest radial bezüglich des Stators (4) berührungslos magnetisch lagerbar ist.
3. Mischvorrichtung nach Anspruch 2, bei welcher der Rotor (3) im Betriebszustand bezüglich der axialen Richtung (A) passiv magnetisch stabilisiert ist und vorzugsweise bezüglich der axialen Richtung (A) zusätzlich passiv magnetisch gegen Verkipfungen stabilisiert ist.
4. Mischvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Begrenzungselement (9) als Kippbegrenzung (91) ausgestaltet ist, derart, dass der Stab (8) im Betriebszustand bei unverkipptem Rotor (3) kontaktfrei bezüglich der Kippbegrenzung (91) rotiert, und dass eine Verkipfung des Rotors (3) durch einen körperlichen Kontakt zwischen dem Stab (8) und der Kippbegrenzung (91) begrenzt wird.

5. Mischvorrichtung nach einem der Ansprüche 1-3, wobei das Begrenzungselement (9) als mechanisches Lager (92) für den Stab (8) ausgestaltet ist, vorzugsweise als mechanisches Radiallager. 5
6. Mischvorrichtung nach Anspruch 5, wobei das mechanische Lager (92) als Wälzlager oder als Gleitlager oder als fluidgeschmiertes Lager oder als hydrodynamisches Lager ausgestaltet ist. 10
7. Mischvorrichtung nach einem der Ansprüche 5-6, wobei das mechanische Lager (92) als Pendellager ausgestaltet ist, welches Verkippungen des Stabs (8) aufnehmen kann. 15
8. Mischvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Begrenzungselement (9) innenliegend an einer der beiden axialen Begrenzungsflächen (22, 23) des Mischbehälters (2) angeordnet ist. 20
9. Mischvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Stab (8) gegen eine Trennung von dem Begrenzungselement (9) gesichert ist. 25
10. Mischvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei sich der Stab (8) in axialer Richtung (A) durch das Begrenzungselement (9) hindurch erstreckt. 30
11. Mischvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem der Stab (8) an seinem dem Rotor (3) abgewandten Ende ein Abschlusselement (81) aufweist, welches zur Aufnahme durch das Begrenzungselement (9) ausgestaltet ist. 35
12. Mischvorrichtung nach Anspruch 8, wobei das Abschlusselement (81) über eine Schnappverbindung in das Begrenzungselement (9) einführbar ist. 40
13. Mischvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei an dem Stab (8) eine Mehrzahl von Flügeln (6) zum Mischen oder Rühren der Substanzen vorgesehen ist. 45
14. Mischvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche mit einer Einmalvorrichtung (20), die für den Einmalgebrauch ausgestaltet ist, sowie mit einer wiederverwendbaren Vorrichtung (60), die für den Mehrfachgebrauch ausgestaltet ist, wobei die Einmalvorrichtung (20) den Mischbehälter (2), den Rotor (3), alle Flügel (6), den Stab (8), sowie das Begrenzungselement (9) umfasst, wobei der Mischbehälter (2) als flexibler Mischbehälter (2) ausgestaltet und aus einem Kunststoff hergestellt ist, und wobei die wiederverwendbare Vorrichtung (60) den Stator (4) umfasst, sowie einen Stützbehälter (61) zur Aufnahme des Mischbehälters (2). 50
15. Einmalvorrichtung für eine Mischvorrichtung gemäss Anspruch 14, welche Mischvorrichtung die wiederverwendbare Vorrichtung (60) umfasst, die für den Mehrfachgebrauch ausgestaltet ist, wobei die Einmalvorrichtung (20) für den Einmalgebrauch ausgestaltet ist, und den flexiblen Mischbehälter (2) zur Aufnahme der zu mischenden oder zu rührenden Substanzen umfasst, welcher aus einem Kunststoff hergestellt ist, sowie den in dem Mischbehälter (2) angeordneten Rotor (3), mit welchem der mindestens eine Flügel (6) zum Mischen oder Rühren der Substanzen zur Rotation um die axiale Richtung (A) antreibbar ist, sowie den sich im Betriebszustand in axialer Richtung (A) erstreckenden Stab (8), der drehfest mit dem Rotor (3) verbunden ist, und das bezüglich des Mischbehälters (2) fixierte Begrenzungselement (9), welches mit dem Stab (8) zusammenwirkt, wobei das Begrenzungselement (9) so ausgestaltet und angeordnet ist, dass der Stab (8) im Betriebszustand bezüglich des Begrenzungselements (9) rotieren kann, und eine Verkippung des Rotors (3) durch einen körperlichen Kontakt zwischen dem Stab (8) und dem Begrenzungselement (9) zumindest begrenzt ist, wobei ferner die Einmalvorrichtung (20) für das Zusammenwirken mit der wiederverwendbaren Vorrichtung (60) ausgestaltet ist, und in den Stützbehälter (61) der wiederverwendbaren Vorrichtung (60) einsetzbar ist, wobei der Rotor (3) durch den Stator (4) der wiederverwendbaren Einrichtung (60) berührungslos durch ein magnetisches Drehfeld um die axiale Richtung (A) antreibbar und bezüglich des Stators (4) magnetisch lagerbar ist. 55

Fig.1

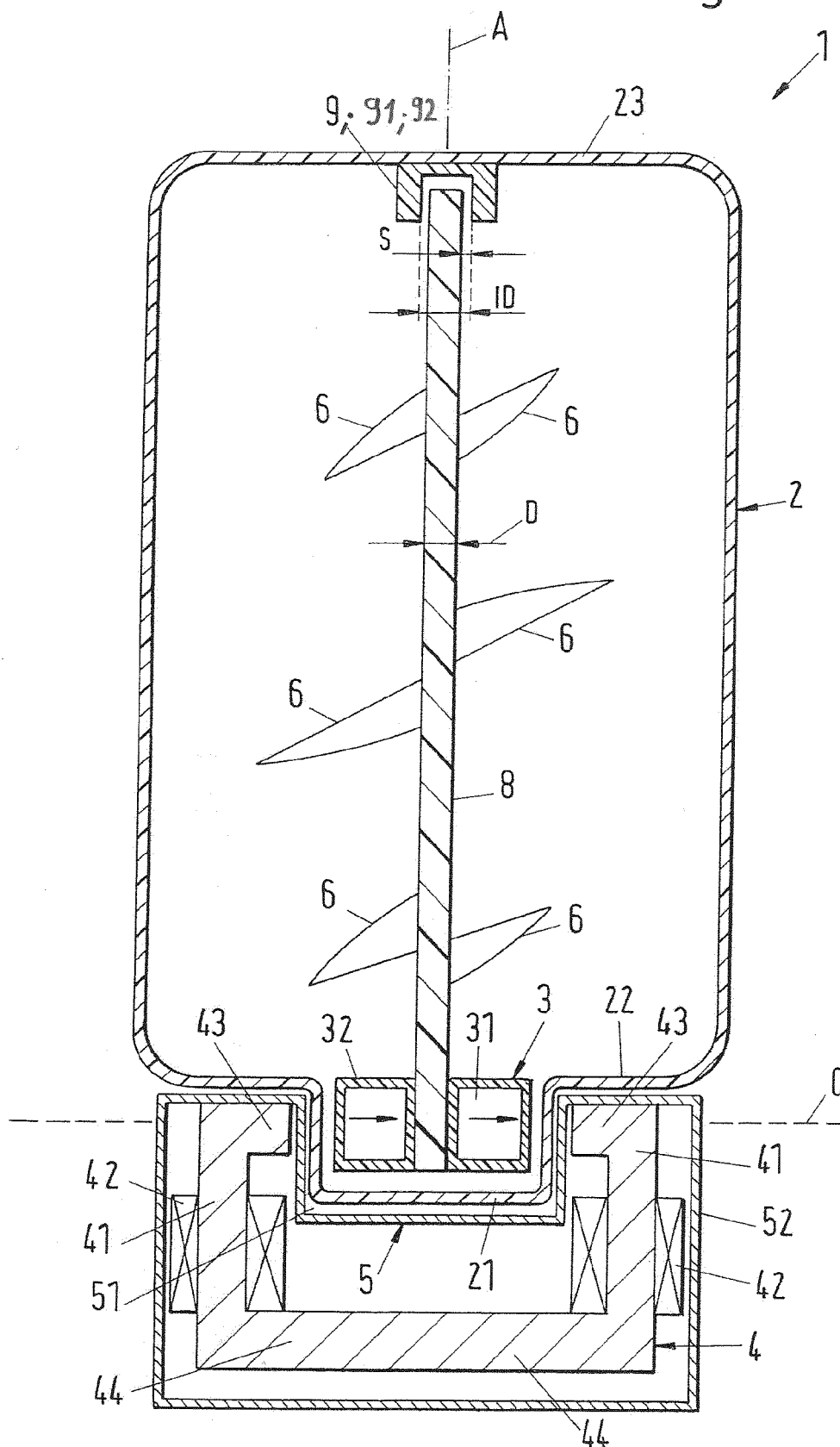


Fig. 2

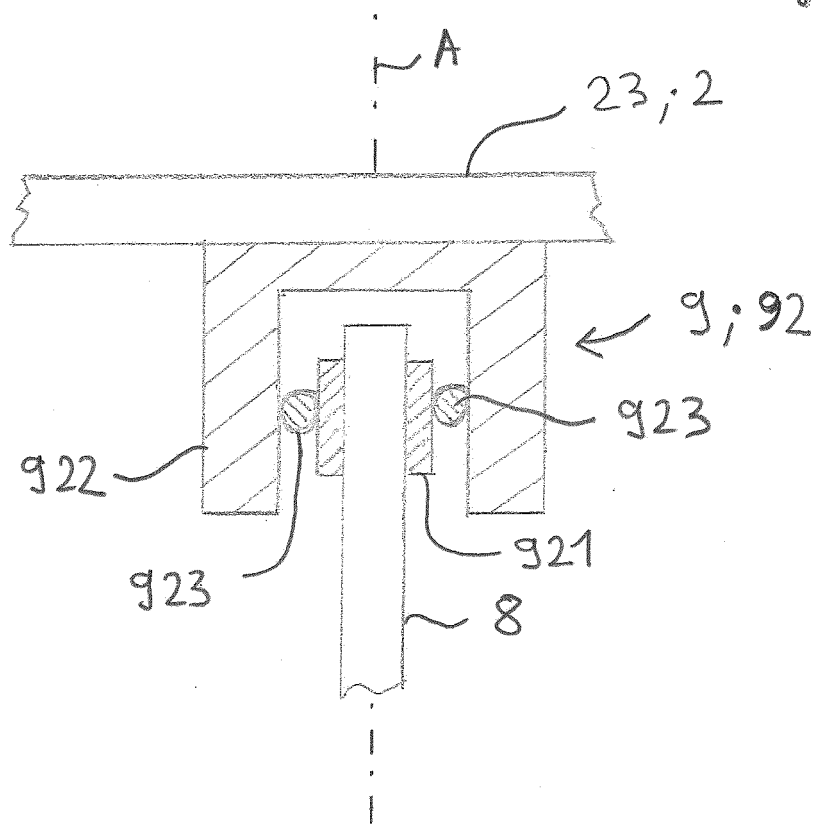


Fig. 3

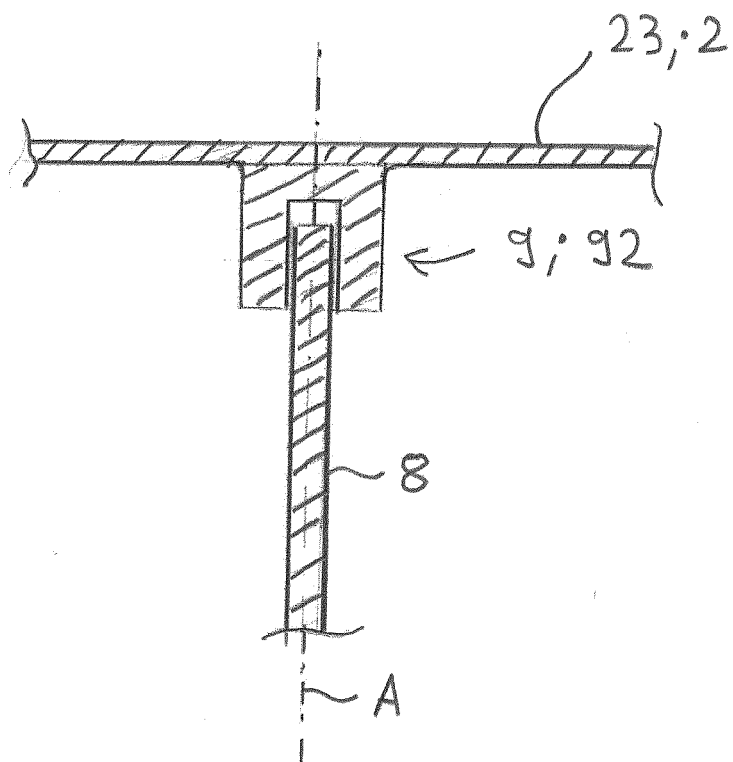


Fig. 4

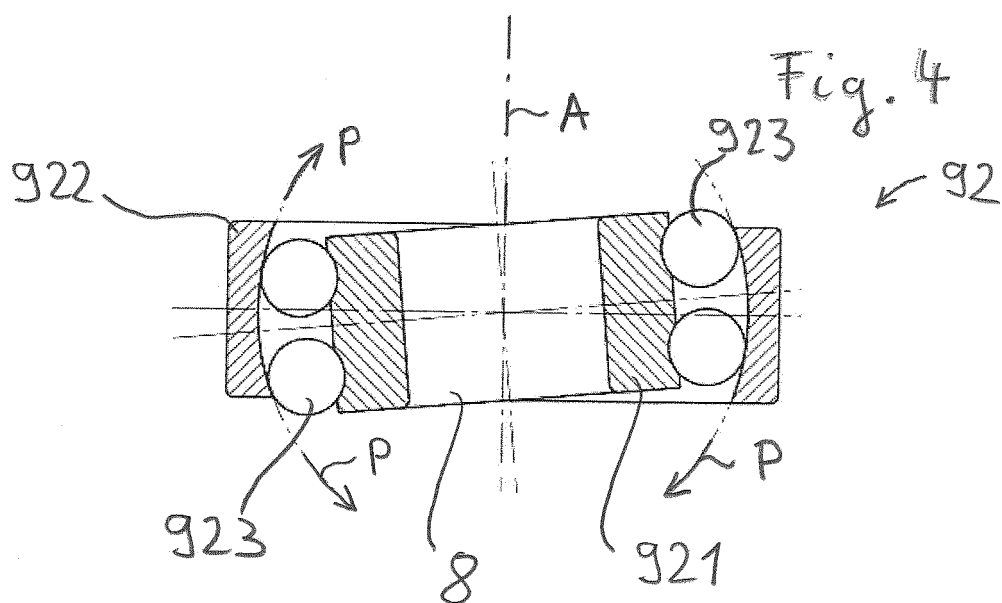


Fig. 5

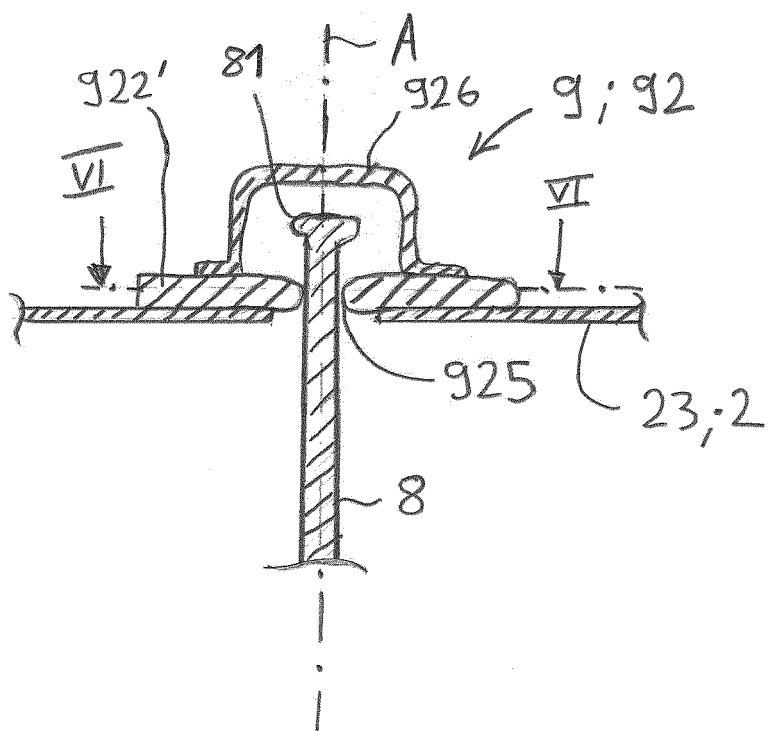


Fig. 6

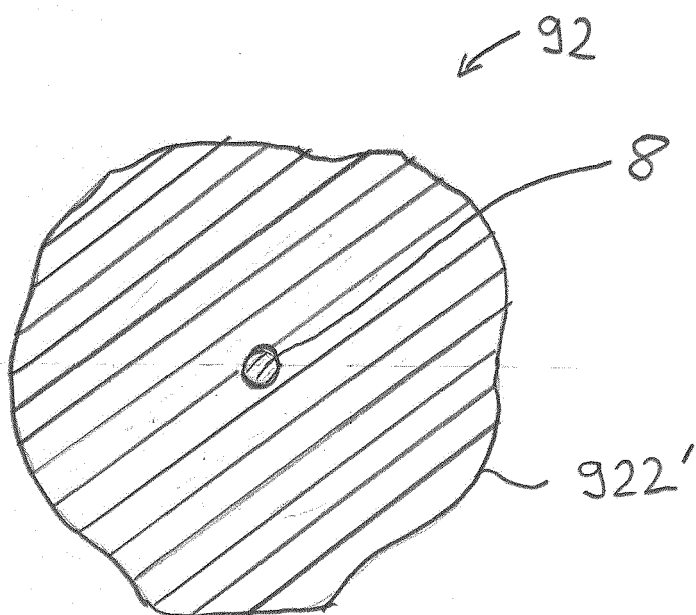


Fig. 7

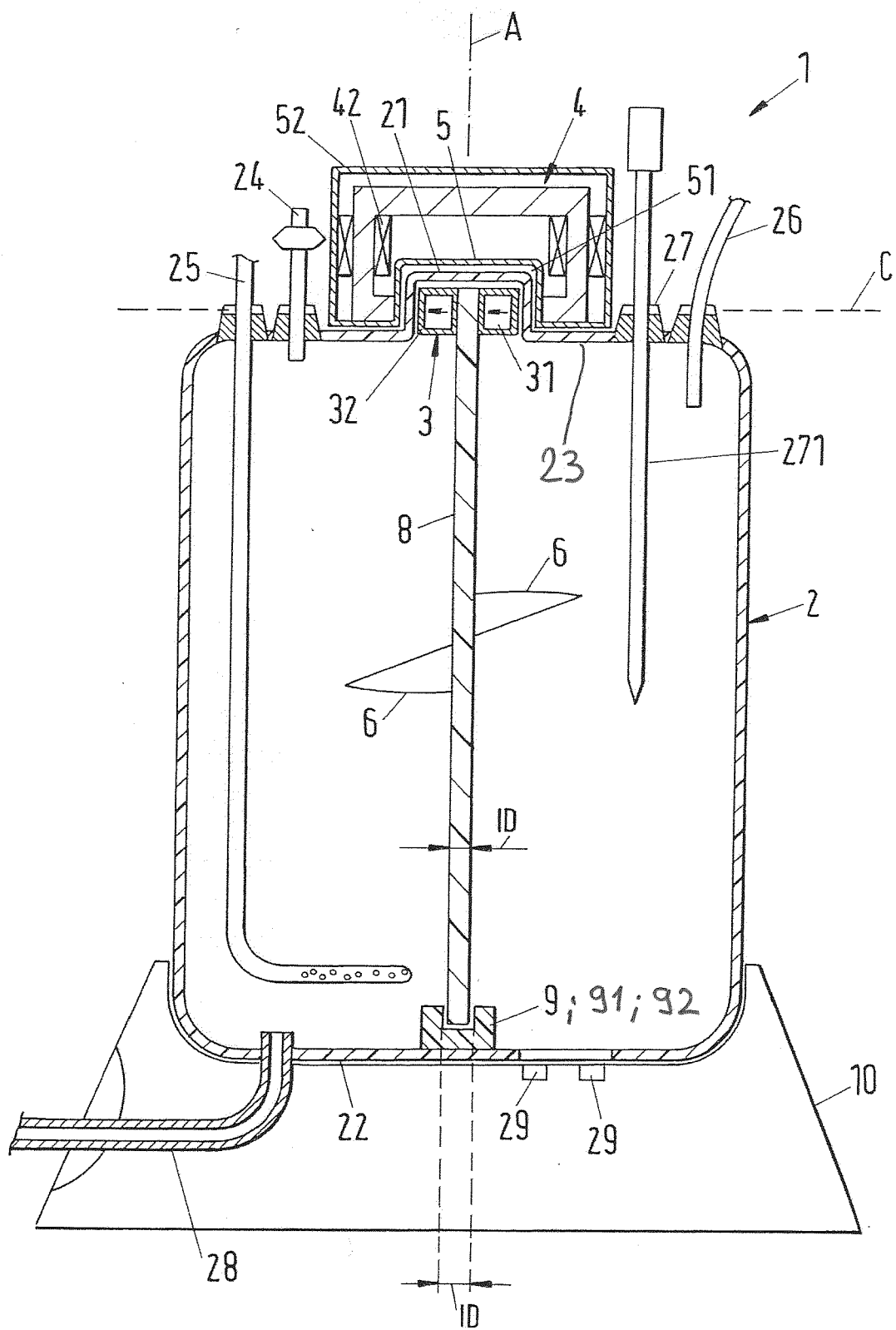


Fig. 8

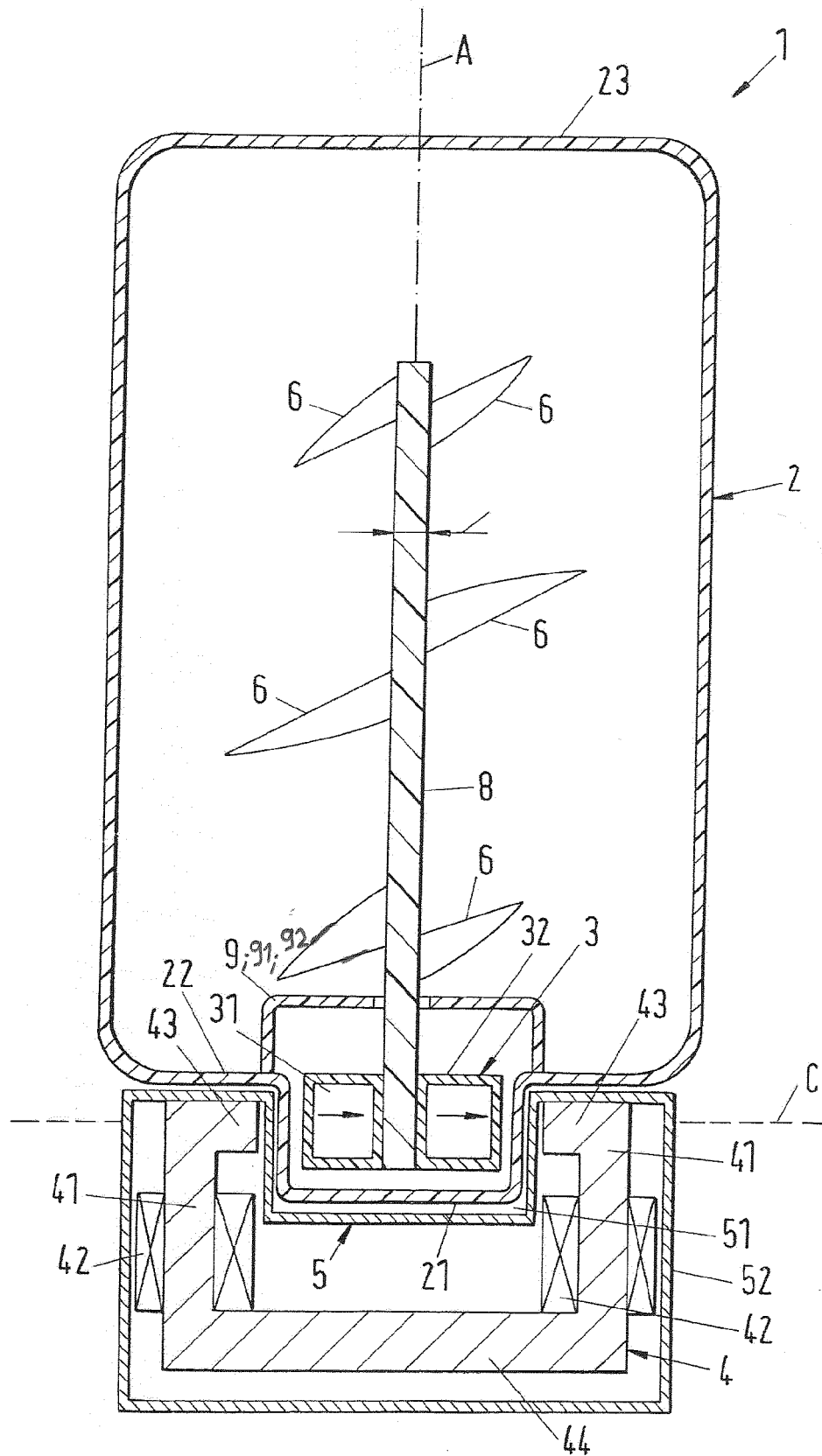


Fig. 9

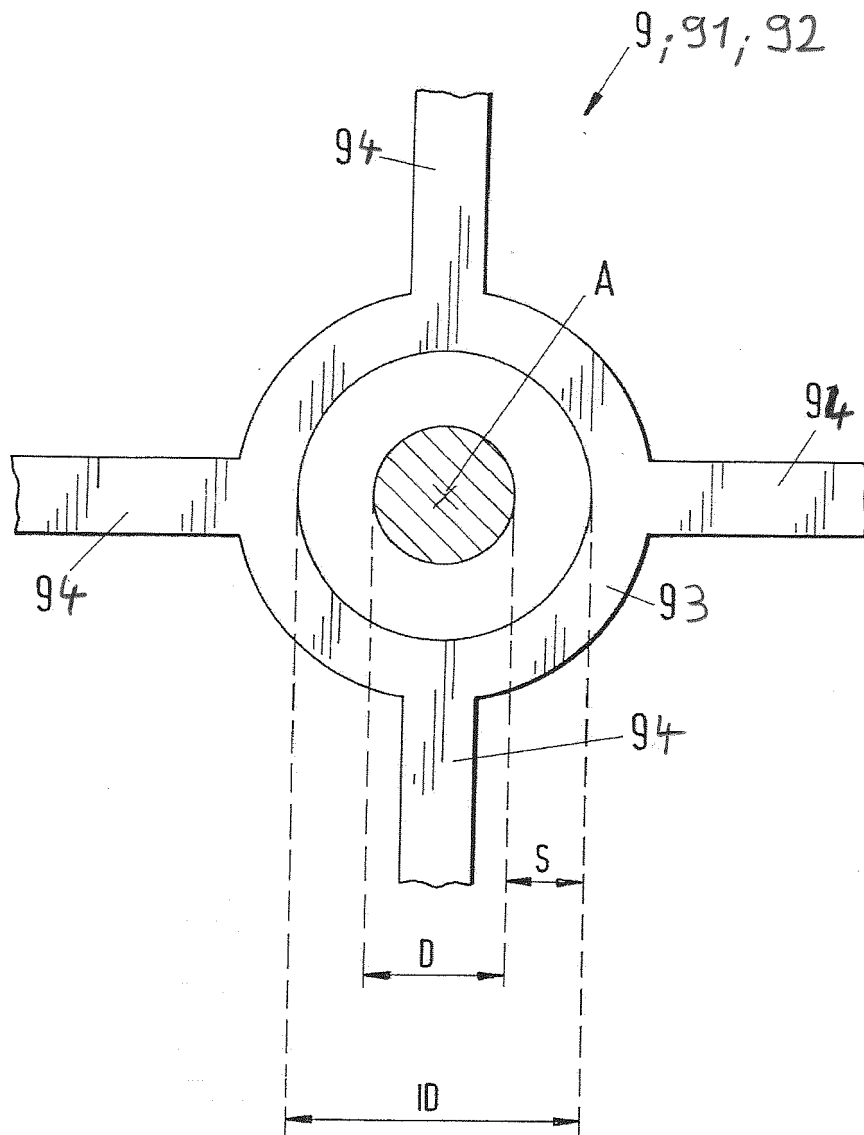


Fig. 10

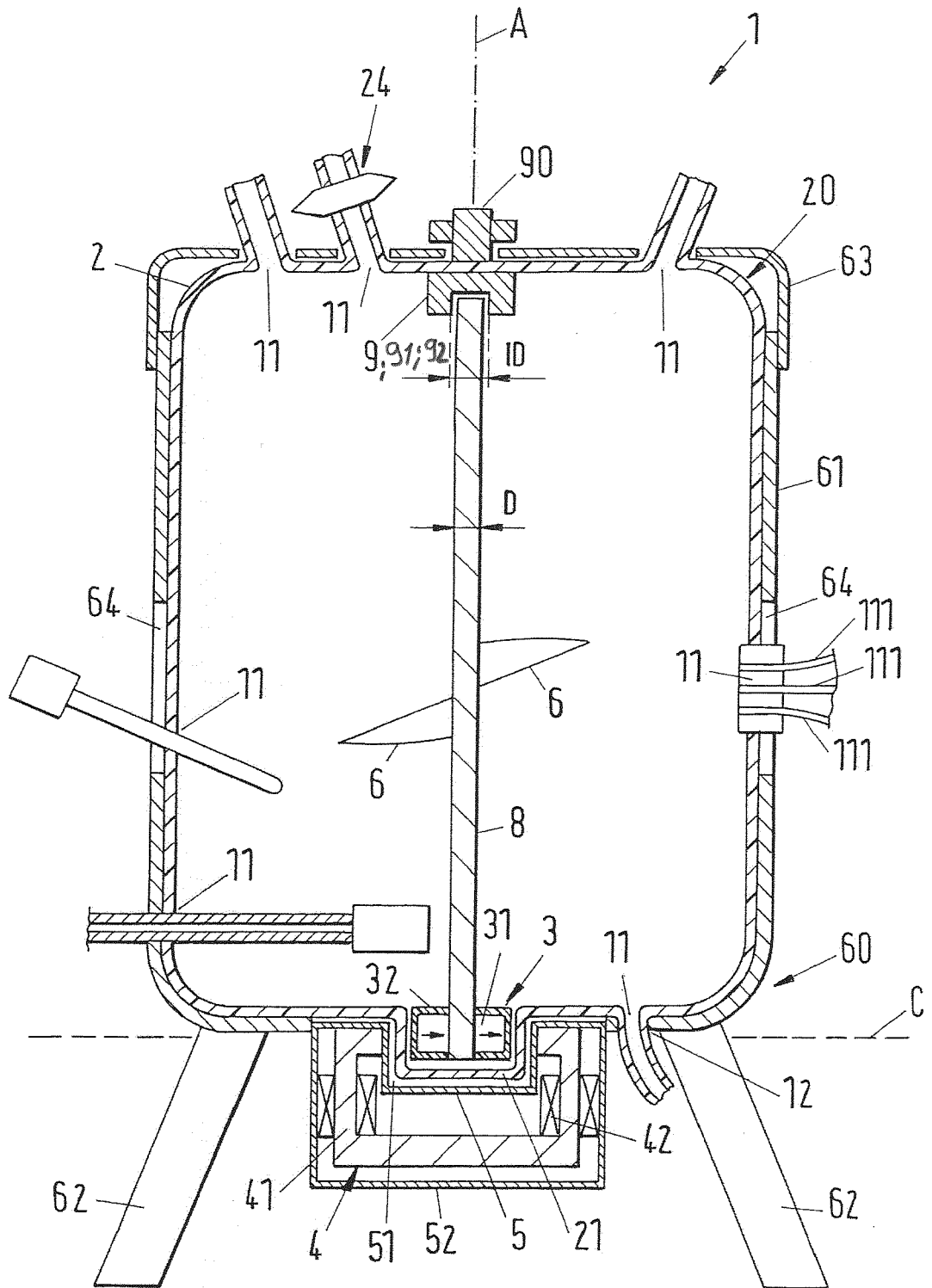


Fig. 11

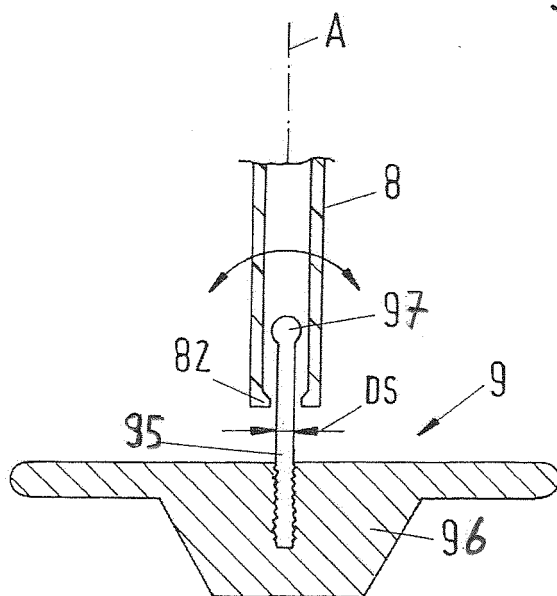


Fig. 12

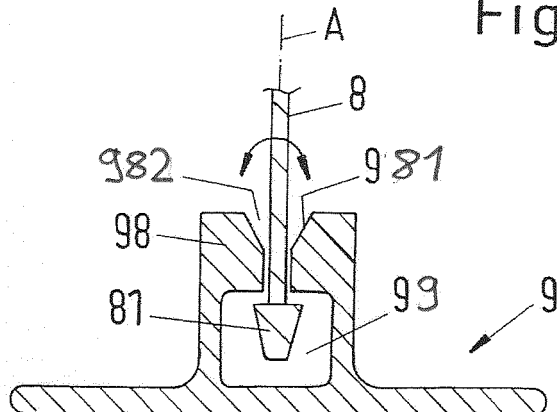


Fig. 13

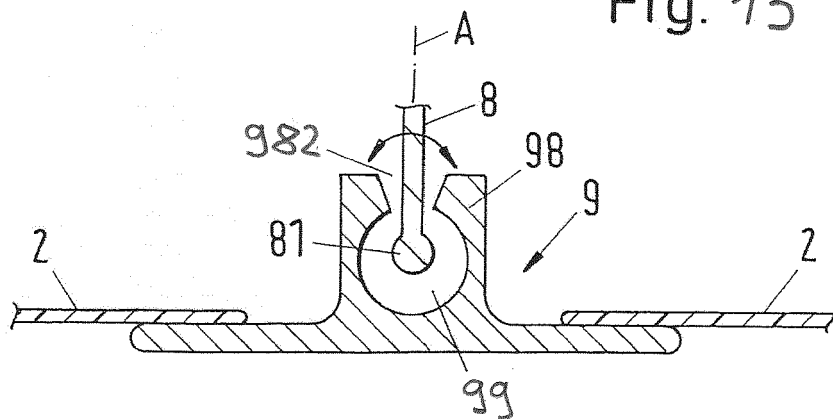
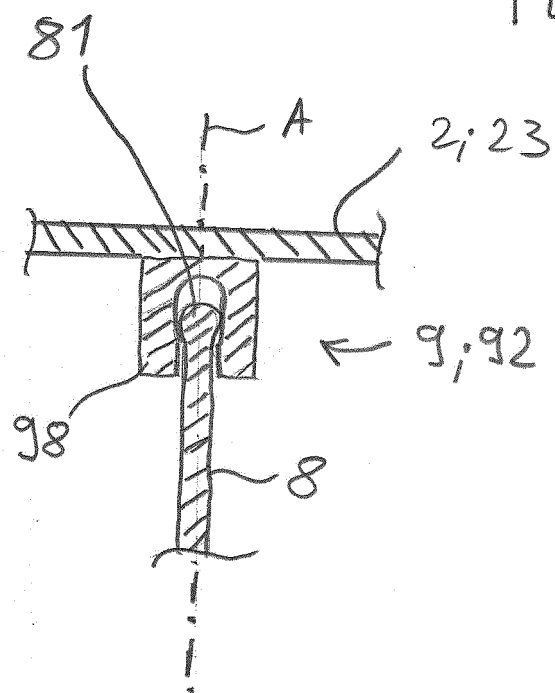


Fig. 14





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 15 4806

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2011/013474 A1 (LUDWIG JENS [DE] ET AL) 20. Januar 2011 (2011-01-20)	1,5,6, 8-15	INV. B01F13/08 B01F15/00
Y	* Absatz [0002] *	2,3	
A	* Absatz [0004] - Absatz [0005] *	4,7	
	* Absatz [0012] *		
	* Absatz [0014] *		
	* Absatz [0019] *		
	* Absatz [0049] *		
	* Absatz [0069] - Absatz [0072] *		
	* Absatz [0083] - Absatz [0085] *		
	* Abbildungen 1,9A-11B *		

X	US 2008/131957 A1 (RYAN JOHN A [US] ET AL) 5. Juni 2008 (2008-06-05)	1,5,6, 8-13	
Y	* Absatz [0002] *	2,3	
A	* Absatz [0006] *	4,7,14, 15	
	* Absatz [0014] - Absatz [0017] *		
	* Abbildungen *		

X	EP 1 748 201 A2 (ZETA AG BIO UND VERFAHRENSTECH [CH]) 31. Januar 2007 (2007-01-31)	1-3,5,6, 9-11, 13-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	* Absatz [0006] - Absatz [0007] *	4,7,8,12	B01F
	* Absatz [0016] *		
	* Absatz [0021] *		
	* Absatz [0023] *		
	* Abbildung 5 *		

X	DE 35 00 573 A1 (SKIRDE GERHARD) 10. Juli 1986 (1986-07-10)	1,4-6,9, 10,13	
Y	* Seite 10, Zeile 18 - Seite 11, Zeile 12	2,3	
A	* * * * *	7,8,11, 12,14,15	
	* Seite 12, Zeile 3 - Zeile 15 *		
	* Seite 13, Zeile 13 - Zeile 27 *		
	* Abbildung 1 *		

	-/--		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 14. September 2017	Prüfer Real Cabrera, Rafael
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 15 4806

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP H01 180227 A (OKADA YUKIHIKO) 18. Juli 1989 (1989-07-18)	1,5,6,9, 10,13	
A	* Zusammenfassung * * Abbildungen *	2-4,7,8, 11,12, 14,15	

X	JP S59 52519 A (SHINKO ELECTRIC CO LTD) 27. März 1984 (1984-03-27)	1,5,6, 9-11,13	
Y	* Zusammenfassung *	2,3	
A	* Abbildungen *	4,7,8, 12,14,15	

Y	JP S61 212278 A (SHIBAURA ENG WORKS LTD) 20. September 1986 (1986-09-20)	2,3	
A	* Zusammenfassung * * Abbildungen *	1,4-15	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 14. September 2017	Prüfer Real Cabrera, Rafael
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 15 4806

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

14-09-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2011013474 A1	20-01-2011	AT 556763 T	15-05-2012
		CN 101977673 A	16-02-2011
		CN 101977674 A	16-02-2011
		EP 2254687 A1	01-12-2010
		EP 2274084 A2	19-01-2011
		EP 2274085 A2	19-01-2011
		US 2011013473 A1	20-01-2011
		US 2011013474 A1	20-01-2011
		US 2011038222 A1	17-02-2011
		WO 2009115926 A2	24-09-2009
		WO 2009116002 A1	24-09-2009
		WO 2009122310 A2	08-10-2009

US 2008131957 A1	05-06-2008	KEINE	

EP 1748201 A2	31-01-2007	AT 493588 T	15-01-2011
		AT 511031 T	15-06-2011
		EP 1748201 A2	31-01-2007
		EP 2196688 A2	16-06-2010
		US 2007036027 A1	15-02-2007

DE 3500573 A1	10-07-1986	KEINE	

JP H01180227 A	18-07-1989	KEINE	

JP S5952519 A	27-03-1984	KEINE	

JP S61212278 A	20-09-1986	JP H0628593 B2	20-04-1994
		JP S61212278 A	20-09-1986

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- EP 2065085 B [0005] [0007]