

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Mischvorrichtung insbesondere zum Mischen von Laborgefäß-Inhalten mit einer Aufnahmevorrichtung zum Aufnehmen von Mischgut und mit einem Antrieb, durch den sich die Aufnahmevorrichtung relativ gegenüber einem bestimmungsgemäß ortsfesten Chassis in eine Mischbewegung versetzen lässt, bei der sich die Aufnahmevorrichtung auf einer geschlossenen Bahn, periodisch zu einer bestimmten Lage in einer bestimmten Ausrichtung im Raum wiederkehrend, bewegt, vorzugsweise in einer horizontalen Bewegungsebene nur translatorisch und zyklisch, insbesondere auf einer Kreisbahn, und mit einer Lagerung, die die Aufnahmevorrichtung in der Mischbewegung führt.

[0002] Mischvorrichtungen, in denen Laborgefäß-Inhalte vermennt werden, sind hinlänglich bekannt. Dazu haben Mischvorrichtungen bekanntlich Aufnahmevorrichtungen für die verschiedensten Mischgut-Gefäße. Solche Aufnahmevorrichtungen können auch aus einer Sockelstruktur bestehen, auf der ein Halter für die Mischgut-Gefäße auswechselbar gehalten ist, um den Mischer für verschiedene Gefäße brauchbar zu machen. Insbesondere für Labore gibt es Mischer, die auch kleine Flüssigkeitsmengen dadurch mischen können, dass kleine Behälter in geeigneten Haltern, so genannten "Wechselblöcken" auch in sehr großen Gruppen zwei-, drei- oder sogar vierstelliger Anzahl zusammengefasst sind. Solche Wechselblöcke und auch die Reaktionsgefäße können genormt sein. So gibt es zum Beispiel Reaktionsgefäße mit 0,2 ml, 0,5 ml, 1,5 ml und 2,0 ml Inhalt - sowie jeweils geeignete Wechselblöcke standardisiert dazu. Ferner gibt es zum Beispiel Wechselblöcke für Cryo-Gefäße, für Falcon-Gefäße (1,5 ml und 50 ml), für Glasgefäße und Bechergläser, für Microtiterplatten (MTP), für Deep Well Platten (DWP), für Slides (Objektträger) und für PCR-Platten mit 96 oder 384 Einzelgefäßen. Diese Aufzählung ist nicht abschließend, deutet aber an, in welcher großen Vielfalt Laborgefäße bzw. Mischgut-Gefäße existieren, für die die Mischer geeignet sein sollten. Zu diesem Zweck kann eine Standardisierung der Sockelstruktur von Wechselblöcken vorgenommen werden.

[0003] Weil diese Wechselblöcke prinzipiell so aufgebaut sind, dass die Einzelgefäße von oben dort hinein gesteckt werden, hat sich für die bekannten Mischer eine kreisförmig translatorisch zyklische Mischbewegung etabliert, die im Wesentlichen in einer horizontalen Ebene abläuft. Zu diesem Zweck ist bei den bekannten Mixern in aller Regel ein elektromotorischer Exzenterantrieb dafür zuständig, eine Aufnahmevorrichtung in diese kreisförmige Bewegung zu versetzen. Letzterer ist dazu in bekanntlich unterschiedlicher Weise gelagert: Bekannt ist zum Beispiel eine Lagerung in Linear-Wälzlagern (so genannten Kugelbüchsen) oder in Lineargleitlagern in den beiden horizontalen Richtungen. Bekannt ist aber auch eine Filmscharnierlagerung oder die Lagerung in einem Schwingrahmen, bei der die Aufnahmevorrichtung in den beiden horizontalen Richtungen zum Beispiel durch Schraubenfedern federnd in einem Rahmen gelagert ist.

[0004] Diese bekannten Arten von Lagerungen haben alle unterschiedliche Nachteile. Die Lagerung in Linearwälzlagern oder Lineargleitlagern ist konstruktiv aufwendig, erfordert eine genaue Justierung und kann daher störanfällig sein. Die Filmscharnierlagerung ist zwar preiswert und konstruktiv recht einfach, kann aber zu Ermüdungsversagen führen. Die Verwendung eines Schwingrahmens führt zu einer verstärkten axialen Belastung des Antriebs und benötigt eine gewisse Bauhöhe. Außerdem muss der Antrieb zusätzliche Arbeit gegen die im Schwingrahmen verwendeten Feder-elemente leisten. Hierdurch erhöht sich auch das Risiko, dass ein Schwingrahmen beschädigt werden kann. Weiterhin ist das Ausrichten eines Schwingrahmens bezüglich des Exzenterantriebs in einem Mischer sehr aufwendig.

[0005] Üblicherweise werden solche Mischer mit einer Drehfrequenz von 200 U/min bis 1.500 U/min angetrieben. Abhängig von der für das Mischgut erforderlichen Mischung, aber auch von misch-mechanischen Parametern ist die Frequenz der Mischbewegung bekanntlich einstellbar.

[0006] Aus der Mischbewegung, insbesondere der als bevorzugt beschriebenen kreisförmigen Mischbewegung, ergibt sich physikalisch das Problem von Unwucht. Dies wird bekanntlich durch ein geeignet platziertes Gegengewicht gelöst, das mit dem drehangetriebenen Aufnahmeadapter in Verbindung steht und sich zum Kompensieren der Unwucht mitdreht.

[0007] Ebenfalls bekannte Lagerungen sind in der DE 20018633U1 und der US5655836 beschrieben, bei der die Aufnahmevorrichtung in Form eines "Tisches" auf Stützen steht mit Gelenklagern an ihren beiden Enden, die bei allen Stützen gleichweit von einander entfernt sind. Hier zeigt sich als problematisch, dass die bei dieser Anordnung möglichen und unter dem Einfluss der in der Dynamik der Mischbewegung wirkenden Mischkräfte auch eine ungewollte Verdrehung und/oder Verkipfung des Tisches gegenüber einem (bestimmungsgemäß ortsfesten) Chassis zulassen (z-Schlag), wobei sich die Hauptebene der Aufnahmevorrichtung (und damit auch der von ihr gehaltenen Mischgut-Gefäße) deutlich aus der horizontalen Ebene bewegen kann - wodurch die Gefahr besteht, dass Gefäßinhalte verschüttet werden und die ungewollte Verdrehung und/oder Verkipfung der Aufnahmevorrichtung durch den Antrieb nicht mehr zurückgeführt werden kann.

[0008] Aus der DE 102 32 202 A1 ist eine gattungsgemäße Mischvorrichtung für Laborgefäßinhalte bekannt, bei der eine Aufnahmevorrichtung für die Gefäße mittels Gelenklagerstützen gelagert und geführt ist. Diese Vorrichtung birgt aber das Risiko ungewollter Verdrehung und/oder Verkipfung der Aufnahmevorrichtung während der Mischbewegung.

[0009] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Mischvorrichtung zu schaffen, die die genannten

Probleme der genannten bisherigen Lösungen vermeidet oder zumindest reduziert. Insbesondere liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Mischer mit Gelenklagern bereitzustellen, bei dem die Gefahr der ungewollten Verdrehung und/oder Verkipfung der Aufnahmevorrichtung reduziert ist.

[0010] Diese Aufgabe wird von einer Vorrichtung zum Mischen mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0011] Erfindungsgemäß hat eine Mischvorrichtung insbesondere zum Mischen von Laborgefäß-Inhalten eine Aufnahmevorrichtung zum Aufnehmen von Mischgut und einen Antrieb und eine Lagerung. Durch den Antrieb lässt sich die Aufnahmevorrichtung relativ gegenüber einem bestimmungsgemäß ortsfesten Chassis geführt durch die Lagerung in eine Mischbewegung versetzen.

[0012] Vorzugsweise ist die Mischbewegung eine translatorische Bewegung der gesamten Aufnahmevorrichtung (angetrieben vom Antrieb und geführt von der Zwangsführung der Lagerung) auf einer Bahn im Raum, die im wesentlichen in der horizontalen Ebene verläuft, d.h. in x- und y-Richtung in dreidimensionalen Koordinatensystem. Die maximalen Abweichungen der Bahn in vertikaler (das heißt zur horizontalen Ebene senkrechten) Richtung (z-Richtung), beträgt vorzugsweise 5% der Höhe (in der vertikalen Richtung) der kleinsten verwendeten Mischgut-Gefäße, noch bevorzugter 1 % und besonders bevorzugt 0,2 % der Höhe der kleinsten verwendeten Mischgut-Gefäße. Abweichungen aus der horizontalen Ebene in der Senkrechten betragen vorzugsweise nicht mehr als 0,2 mm, noch bevorzugter nicht mehr als 0,05 mm und besonders bevorzugt nicht mehr als 0,02 mm. Bei der Beurteilung der Güte einer möglichst ebenen kreisförmigen Bahn wird vorzugsweise auf Beschleunigungssensoren zurückgegriffen, die die Beschleunigung der Aufnahmevorrichtung in alle drei Raumrichtungen (x, y, z) messen. Der Betrag der Beschleunigungsvektoren soll für eine gegebene Drehfrequenz immer konstant sein, wobei die z-Komponente möglichst gering ist, und die x- und z-Komponenten phasenverschoben zueinander sind. Bei einer Drehfrequenz von 3000 U/min ist der Effektivwert für den Beschleunigungsvektor in z-Richtung kleiner oder gleich 50 m/s², vorzugsweise kleiner oder gleich 20 m/s² und besonders bevorzugt kleiner oder gleich 10 m/s², wobei dieser Wert auch abhängig ist von der Gewichtsbelastung der Mischvorrichtung. Beispielsweise beträgt bei 3000 u/min der Effektivwert 10 m/s², wenn die Mischvorrichtung als Aufnahmevorrichtung einen Wechselblock mit einem Gewicht von 500 g trägt. Zur Bestimmung der Beschleunigung in z-Richtung wurde ein uniaxialer Sensor (M352C65, M353B15) der Firma PCP Piezoelectronics Inc. eingesetzt. Des Weiteren wurde ein triaxialer Sensor (356A22) der Firma PCP Piezoelectronics Inc eingesetzt, um die Güte, d.h. Gleichförmigkeit, des Rundlaufs zu bestimmen.

[0013] Ganz allgemein gesprochen ist die Mischbewegung eine Bewegung der Aufnahmevorrichtung auf einer geschlossenen, sozusagen ringförmigen auch irgendwie räumlich dreidimensional verlaufenden Bahn die zumindest überwiegend translatorisch ist, dabei aber auch Schlingerbewegungen ausführen kann, wenn sie nur periodisch zu mindestens einer bestimmten Lage in einer bestimmten Ausrichtung im Raum wiederkehrt. Real bevorzugt kehrt die Aufnahmevorrichtung zu jedem Punkt der Bahn im Raum wieder, und es handelt sich um eine periodische Bewegung, so dass jeder Punkt der Bahn im Raum in gleichen Zeitabständen immer wieder erreicht wird - oder anders ausgedrückt, so dass sich die Aufnahmevorrichtung periodisch am gleichen Ort befindet. Die bevorzugte kreisförmige oder elliptische, ebene Bahn wird auch als Orbitalbahn bezeichnet. Dargestellt im dreidimensionalen Koordinatensystem, liegt die bevorzugte kreisförmige Bewegungsbahn der erfindungsgemäßen Mischvorrichtung überwiegend auf der von x- (Abszisse) und y-Achse (Ordinate) aufgespannten horizontalen Ebene. Bewegungen in Richtung der z-Achse (Applikate) sind vorzugsweise weniger ausgeprägt und zeigen sich bei der Mischvorrichtung als eine Art Auf- und Abbewegung der Aufnahmevorrichtung und damit auch der sich darin befindenden Gefäße mit Inhalt. Die Bewegung in Richtung der z-Achse wird als z-Schlag bezeichnet.

[0014] Die erfindungsgemäße Lagerung hält und führt die Aufnahmevorrichtung während dieser Mischbewegung so, dass die dynamische Auf- und Abbewegung der Aufnahmevorrichtung vorzugsweise möglichst reduziert wird. Diese dynamische Auf- und Abbewegung ist dem Fachmann auch als der schon erwähnte z-Schlag bekannt. Ein z-Schlag während der Mischbewegung ist in den meisten Anwendungsfällen nachteilig, und daher unerwünscht, da er zur Benetzung und damit Kontamination der Gefäßdeckel führen kann, bzw. bei offenen Gefäßen die Probe aus dem Gefäß herausspritzt.

[0015] Die Lagerung weist mindestens zwei Stützen auf. Die wenigstens zwei Stützen können sowohl von einer gleichen Länge sein oder alternativ unterschiedliche Längen aufweisen. Bei Stützen unterschiedlicher Länge muss ein Höhenausgleich über die anderen Bauteile, beispielsweise die Aufnahmevorrichtung oder das Chassis erfolgen, um die Aufnahmevorrichtung wieder in einer horizontalen Ebene auszurichten. Jede dieser erfindungsgemäßen Stützen hat wenigstens zwei von einander beabstandete Lagerbereiche (Gelenklager), die - zumindest im Wesentlichen - keine translatorischen und mindestens zwei (linear unabhängige) rotatorische Freiheitsgrade aufweisen. Lagerbereiche (Gelenklager) sind die Bereiche der Stütze die unmittelbar im Kontakt mit einem Lager bzw. Teilen eines Lagers stehen. Eine Stütze kann sowohl einteilig als auch mehrteilig sein. Bei einer mehrteiligen Stütze weisen zumindest zwei Teile wenigstens je einen Lagerbereich auf. Die wenigstens zwei Lagerbereiche einer Stütze können sich an verschiedenen Positionen der Stütze befinden. Bevorzugt ist die endständige Anordnung, bei der sich jeweils an beiden Enden der Stütze ein Lager befindet, da dies die Montage der erfindungsgemäßen Mischvorrichtung vereinfacht. Der Lagerbereich

ist ein kurzer elastischer Stababschnitt, bei dem dessen Biegeelastizität die zwei rotatorischen Freiheitsgrade ausmacht (die dann allerdings in ihrem Bewegungsausmaß zum Beispiel durch die plastische Verformungsgrenze oder Bruchfestigkeit des Stabs begrenzt sind).

[0016] Alternativ können die Lagerbereiche Gleitlager aufweisen, die jeweils zumindest einen rotatorischen Freiheitsgrad um eine Achse aufweisen, die von der Erstreckungsrichtung der Stütze (bestimmungsgemäß ungefähr der Vertikalen) abweicht. Vorzugsweise sind die Drehachsen senkrecht zu der Erstreckungsrichtung.

[0017] Erfindungsgemäß möglich ist es, die (mindestens) zwei rotatorischen Freiheitsgrade durch zwei von einander separate Lager zu realisieren. Bevorzugt hat der Lagerbereich aber nur ein Lager. Das kann alle drei rotatorischen Freiheitsgrade (x, y und z) verwirklichen, vorzugsweise sogar mit sich in einem Punkt (Drehpunkt) kreuzenden Achsen (z. B. als Kugelgelenk). Oder in einer anderen Ausführungsform stehen die Richtungen des einen rotatorischen Freiheitsgrades beider Lager des jeweiligen Lagerbereichs senkrecht aufeinander - möglicherweise sogar sich in einem Punkt (Drehpunkt) kreuzend (Kreuz- oder "Kardan"-Gelenk). In einer anderen möglichen Ausführungsform liegen die Richtungen des einen rotatorischen Freiheitsgrades beider Lager in der Horizontalen..

[0018] Die Lager weisen zumindest im Wesentlichen, keine translatorischen Freiheitsgrade auf, d.h. ein Fachmann versteht darunter ein Lager ohne translatorische Freiheitsgrade, wobei er Abweichungen im üblichen Toleranzbereich akzeptiert. Diese ungewollten Abweichungen können sich beispielsweise aus der elastischen und/oder oder plastischen Verformung der Elemente der Lager ergeben, die aber aufgrund der Materialwahl - elastische und/oder oder plastischen Verformung sind nicht gewollt, sofern nicht explizit elastische Lagerelemente eingesetzt werden - vernachlässigbar sein sollten.

[0019] Von diesen Lagerbereichen lagert also der eine die jeweilige Stütze am Chassis und der andere die Aufnahmevorrichtung an der Stütze. Lagerbereich (Gelenklager) im Sinne dieser Erfindung ist ein kurzer elastischer Stababschnitt, bei dem dessen Biegeelastizität die zwei rotatorischen Freiheitsgrade ausmacht, möglicherweise ein Kreuzgelenk (auch Kardangelenke genannt), oder auch ein Kugel-Pfanne-Gelenk (Kugelgelenk). Eine mit den Kugelgelenken versehene Stütze wird hier Kugelstütze genannt. Die Lagerung weist erfindungsgemäß eine Führungseinrichtung auf, die während der Mischbewegung die Verdrehung der Aufnahmevorrichtung relativ zum Chassis führt.

[0020] Durch diese Führungseinrichtung, die vorzugsweise formschlüssig ist, lässt sich eine ungewollte, insbesondere chaotische, Verdrehung der Aufnahmevorrichtung relativ zum Chassis wirkungsvoll verhindern.

[0021] Der Antrieb der erfindungsgemäßen Mischvorrichtung zunächst ist in der Lage, die Aufnahmevorrichtung in eine Mischbewegung zu versetzen, die wie erwähnt vorzugsweise kreisförmig translatorisch zyklisch in einer Ebene verläuft. "Kreisförmig translatorisch zyklisch" kann mit anderen Worten dadurch beschrieben werden, dass bei einer solchen erfindungsgemäßen Mischbewegung alle Punkte der Aufnahmevorrichtung eine sich wiederholende Kreisbewegung mit im Wesentlichen gleichem Radius, gleicher Winkelgeschwindigkeit und gleicher Winkelposition um einen jeweiligen Mittelpunkt in planparallelen Ebenen ausführen. Die Mischbewegung verläuft vorzugsweise in im Wesentlichen horizontalen Ebenen - so dass zum Beispiel in Aufnahmeadaptern der Aufnahmevorrichtung aufgenommene Wechselblöcke mit in ihnen aufgenommen senkrecht stehenden Reaktionsgefäßen betriebssicher gemischt werden, d.h. ohne die Gefäßinhalte bei üblicher Befüllung zu verschütten. Der Antrieb erfolgt bevorzugterweise über einen Exzenter, der in der Aufnahmevorrichtung drehgelagert ist. Hierbei legt der Versatz zwischen der Achse der Antriebswelle und der zu ihr parallelen Achse des Exzenters den Kreisbahn-Radius der Mischbewegung fest. Dieser Versatz, der auch als Amplitude des Exzenters bezeichnet wird, bestimmt bei gleich bleibender Stützenlänge die Neigung der Stützen und damit auch den Abstand zwischen Aufnahmevorrichtung und Chassis.

[0022] Die erfindungsgemäße Lagerung der Aufnahmevorrichtung ermöglicht eine formschlüssige Führung der Aufnahmevorrichtung, wobei die Lagerung einfach zu montieren ist und trotzdem die axialen Kräfte, die von der Aufnahmevorrichtung ausgehen, von der Lagerung aufgenommen werden. Des Weiteren ermöglicht die erfindungsgemäße Lagerung die Konstruktion von Mischern mit kleiner Bauhöhe. Die Vorteile der erfindungsgemäßen Lagerung sind somit einfache Montage und sehr starke Reduktion der Belastung des Antriebs in axialer Richtung. Letzterer Punkt erhöht die Arbeitssicherheit und die Lebensdauer des Antriebs. Damit eignet sich die erfindungsgemäße Lagerung insbesondere auch für die Verwendung in Mischvorrichtungen, die hohe Lasten zu tragen haben, wie beispielsweise große befüllte Laborgefäße (z.B. Erlenmeyerkolben (2000 ml)). Da Platz in einem Labor auch immer begrenzt ist, ist die geringe Bauhöhe des erfindungsgemäßen Mischers ebenfalls von Vorteil.

[0023] Ferner ermöglicht diese Lagerung schon prinzipiell, den Radius dieser Kreisbahn durch Festlegung von Geometrieparametern wie zum Beispiel der Stützenlänge einzustellen oder sogar an der Vorrichtung vom Benutzer einstellbar zu machen. Der Kreisbahn-Radius beträgt vorzugsweise zwischen 0,5 mm und 5 mm und besonders bevorzugt zwischen 1 mm und 2 mm. Die Kreisbahn-Frequenz kann aufgrund der neuen Lagerung auf Werte bis 50 U/min reduziert werden. Es können aber auch (insbesondere bei hohem Beladungsgewicht der Gefäße) Frequenzen von 2.000 U/min, bevorzugt 2.500 U/min, und sogar 3.000 U/min und mehr gefahren werden.

[0024] Vorzugsweise hat die Lagerung zwei, drei oder vier der Stützen, die zum Beispiel prinzipiell wie Hocker- oder Tischbeine die Aufnahmevorrichtung sozusagen als Tischplatte auf dem Chassis als Untergrund lagern. Zum Beispiel wenn die Gelenklager, insbesondere die Drehpunkte der Gelenklager einer Stütze gleichweit von einander beabstandet

sind wie die Gelenklager, insbesondere die Drehpunkte der Gelenklager aller anderen Stützen, ergibt sich daraus eine Beweglichkeit der Aufnahmevorrichtung immer in planparalleler Ausrichtung über dem Chassis (Beweglichkeit der Ebene durch die Aufnahmevorrichtung-Gelenklager gegenüber der Ebene durch die Chassis-Gelenklager). Da die Stützen die axialen / vertikalen Lasten tragen, ist eine Mischvorrichtung umso belastbarer, je mehr Stützen sie aufweist.

5 **[0025]** Wenn der Abstand zwischen Chassis und Aufnahmevorrichtung zum Beispiel durch geeignete Zwangsführung festgelegt ist, besteht diese translatorische Beweglichkeit zum Beispiel bei gleichlangen, parallelen Stützen nur noch auf einer Kreisbahnen mit einem festen Radius. Dies ist essentiell, um eine gleichmäßige Mischbewegung auf einer kreisförmigen ebenen Bahn zu erzielen, d.h. eine stabile Mischbewegung ohne Kippen und mit reduziertem z-Schlag.

10 **[0026]** Bei dieser erfindungsgemäßen Mischvorrichtung bleibt der Neigungswinkel jeder einzelnen Stütze relativ zum Chassis über dem gesamten Umlauf der Mischbewegung konstant, da sich die Stützen nicht gegeneinander verwinden können. Zusätzlich gilt bei einer erfindungsgemäßen Mischvorrichtung mit Stützen gleicher Länge, über deren gesamte Länge sich die gedachten Punkte a, b, c, d etc. verteilen, dass auch während des Mischvorganges der Abstand gleich bleibt zwischen einem dieser Punkte und einem der jeweiligen äquivalenten Punkt a', b', c, 'd' etc., auf einer der anderen Stützen. Ohne diese Merkmale würde es zu einer ungewollten Verdrehung der beiden Ebenen gegeneinander kommen.

15 **[0027]** Folglich stellt die Festlegung dieses Abstandes ein erstes Beispiel dar für eine erfindungsgemäße Führungseinrichtung, die während der Mischbewegung die Verdrehung der Aufnahmevorrichtung relativ zum Chassis führt. Der Abstand (und damit auch der Radius der Kreisbahn) wird letztlich bestimmt durch die Amplitude, mit der der Exzenter die Aufnahmevorrichtung relativ zur Chassis bewegt, wobei der Exzenter am Chassis gelagert ist. Wenn der Abstand der Bewegungsebene der Aufnahmevorrichtung vom Chassis sogar einstellbar ausgestaltet ist, kann sich zum Beispiel auf diese Weise der Radius der Kreisbahn der Mischbewegung an der erfindungsgemäßen Mischvorrichtung einstellen lassen

20 **[0028]** Auch wenn der Abstand von Chassisebene zur Aufnahmevorrichtung durch die Antriebswelle im Angriffspunkt der Antriebswelle - d.h. durch den Excenter - an der Aufnahmevorrichtung festgelegt ist, ist in den übrigen Punkten eine Änderung des Abstandes durch ein ungewolltes Verkippen der Aufnahmevorrichtung relativ zur Chassisebene um den Angriffspunkt möglich.

25 **[0029]** Bei der erfindungsgemäßen Mischvorrichtung bleibt aber auch der Abstand zwischen Chassisebene und Aufnahmevorrichtung an den übrigen Punkten unverändert. Der Abstand bleibt an allen Punkten unverändert, da der Neigungswinkel jeder einzelnen Stütze relativ zum Chassis über dem gesamten Umlauf der Mischbewegung konstant gehalten wird, und sich die Stützen nicht gegeneinander verwinden können. Dieses Merkmal - Neigungswinkel jeder einzelnen Stütze relativ zum Chassis bleibt gleich - schließt somit eine ungewollte Verdrehung der beiden Ebenen, nämlich der Bewegungsebene der Aufnahmevorrichtung (der Ebene durch die Aufnahmevorrichtung-Gelenklager gegenüber der Chassisebene (Ebene durch die Chassis-Gelenklager) aus. Diese Verdrehung ist ungewollt, und es gilt bei der vorliegenden Erfindung, sie zu minimieren, da es dadurch zu einer unkontrollierten Mischbewegung kommt, die nachteilig ist (z-Schlag).

30 **[0030]** Diese ungewollte Verdrehung wird durch die erfindungsgemäße Führungseinrichtung reduziert bzw. verhindert. Die erfindungsgemäße Führungseinrichtung führt während der Mischbewegung die Verdrehung der Aufnahmevorrichtung relativ zum Chassis, wobei das Reduzieren/Verhindern dieser ungewollten Verdrehung unter dieses erfindungsgemäße Führen der Verdrehung fällt. Die erfindungsgemäße Führungseinrichtung führt vorzugsweise so, dass dabei die ungewollte Verdrehung gleich null ist. Dargestellt als Projektion in die x, y-Ebenen ist erkennbar, dass die Führungseinrichtung bewirkt, dass die Stützen immer in die gleiche Richtung ausgelenkt sind, d.h. die Führungseinrichtung synchronisiert die Stützenbewegung.

35 **[0031]** Unter die erfindungsgemäße Führungsvorrichtung fallen zum Beispiel Lagerungen, Gestänge, Nocken, Schienen, Stege, Kulissen und Kombinationen daraus. Die erfindungsgemäße Führungsvorrichtung kann ebenfalls aus einem Magnetfeld bestehen. Bei dieser Ausgestaltung tragen sowohl die Aufnahmevorrichtung als auch das Chassis jeweils mindestens ein kompatibles magnetisches Element, d.h. in anziehende Wechselwirkung tretende Elemente, ausgewählt aus der Gruppe der Magnete, magnetisierbaren Elemente, Dauermagnete, Elektromagnete und stromdurchflossene Spulen oder einer Kombination daraus. Beispiele für Dauermagnete sind solche aus einem ferromagnetischen Material wie Eisen, Nickel, Cobalt, Neodym-Eisen-Bor, Samarium-Cobalt.

40 **[0032]** Durch den Aufbau eines Magnetfeldes zwischen der Aufnahmevorrichtung bzw. Teilen davon und dem Chassis, bzw. Teilen davon, wird eine Zwangsführung erreicht, so dass der Neigungswinkel jeder einzelnen Stütze relativ zum Chassis über dem gesamten Umlauf der Mischbewegung konstant bleibt. Eine einstellbare Ausgestaltung ist möglich, beispielsweise durch Regulierung der Ströme in einer stromdurchflossenen Spule mittels einer Steuerungseinrichtung. Die Steuerungseinrichtung regelt aufgrund von empfangenen Signalen (z.B: manuelle Eingaben bezüglich der Stromdichte, des Gewichts und/oder der Viskosität des Gefäßinhalts; Sensorsignal bezüglich des detektierten Gewichts und/oder der Viskosität) den Stromfluss und damit die Stärke des Magnetfelds bzw. regelt die Polung der Spule und damit Richtung des Magnetfelds. So ist es möglich Gewichts-, Gefäß- und/oder Gefäßinhaltsabhängig (Viskosität) eine gezielte Bewegung in Vertikalrichtung, d.h. eine Schüttelbewegung (Auf- und Abbewegung; Vibration) der Aufnahmevorrichtung zu erzielen, die sich weiterhin auf ihrer Kreisbahn bewegt. Dies ist ein Vorteil dieser Ausgestaltung

[0033] Vorzugsweise hat die Führungseinrichtung mindestens einen Steg der zwei der erfindungsgemäßen Stützen mit einander verbindet. Dabei lagert ein Lager, das keine translatorischen und nur einen rotatorischen Freiheitsgrad aufweist, (Scharniergelenk) den Steg an der einen Stütze, und ein zweites Scharniergelenk lagert den Steg an der anderen Stütze. Die beiden Scharniergelenke sind dabei drehbar um zueinander parallele Achsen. So ist die Orientierung dieser beiden Stützen in der Ebene, die rechtwinklig zu den beiden parallelen Scharniergelenkachsen orientiert ist, festgelegt: die Stützen können sich nur in dieser Ebene gegeneinander verdrehen. So ist schon prinzipiell ein 3-dimensionales ("windschiefes") Verdrehen (Verwinden) der beiden Stützen gegeneinander mittels des Steges blockiert. Ein windschiefes Verdrehen (Verwinden) der Stützen gegeneinander ist aber Voraussetzung für das ungewollte Verdrehen der beiden auf den Stützen gelagerten Ebenen (wie oben schon angedeutet: bei Verdrehung der beiden Ebenen gegeneinander ändert sich durch die damit einher gehende Neigung der Stützen gleichzeitig der Abstand zwischen den Ebenen). Die ungewollte Verdrehung der Ebenen gegeneinander ist folglich durch die erfindungsgemäße Führungseinrichtung, den an den Stützen ansetzenden Steg im Zusammenspiel mit den Scharniergelenken, maßgeblich reduziert. Dem Fachmann ist bekannt, dass Stauchungen und Dehnungen der Stützen und Stege sich nicht gänzlich auszuschließen lassen, die auch ein ungewolltes Verdrehen bewirken. Die Achsen der Scharniergelenke sind jeweils mittig zwischen den jeweiligen Gelenklagern der zwei vom Steg verbundenen Stützen gelagert. Dies gilt insbesondere auch für zwei unterschiedlich lange Stützen, die über einen Steg und Scharniergelenke verbunden sind. Bei einer Vorrichtung mit einer Vielzahl an Stützen, beispielsweise mit vieren, bei der je zwei Stützen die gleiche Länge aufweisen, spielt es keine Rolle, zwischen welchen der Stützen der Steg mit Scharniergelenken angeordnet ist, solange die Achsen der Scharniergelenke jeweils mittig zwischen den jeweiligen Gelenklagern angeordnet sind.

[0034] Um zu illustrieren, dass aufgrund der Lagerung des Stegs über die zwei Scharniergelenke an zum Beispiel zwei gleichlange, parallele Stützen es zu keiner ungewollten Verdrehung kommt, lässt sich das System auch wie folgt beschreiben: Eine gedachte Gerade (also eine zum besseren Verständnis hineinprojizierte, tatsächlich nicht vorliegende Gerade), eine so genannte Verbindungsgerade, die an einer der beiden parallelen Scharniergelenkachsen beginnt und rechtwinklig zu den beiden Scharniergelenkachsen verläuft, bleibt auch während der Mischbewegung stets parallel zu einer gedachten Verbindungsgeraden (also einer zum besseren Verständnis hineinprojizierten tatsächlich nicht vorliegenden Geraden), die die beiden Lagergelenke miteinander am Chassis verbindet und zu einer gedachten Verbindungsgeraden (also einer zum besseren Verständnis hineinprojizierten tatsächlich nicht vorliegenden Geraden), die die beiden Lagergelenke an der Ausnahmeverrichtung miteinander verbindet.

[0035] Vorzugsweise sind folgende Abstände an der erfindungsgemäßen Vorrichtung gleichgroß: zwischen zwei Stützen der Abstand der Drehpunkte der Gelenklager am Chassis voneinander und der Abstand der Drehpunkte der Gelenklager an der Aufnahmeverrichtung voneinander. Bei auch gleichgroßen Abständen zwischen den Drehpunkten an der einen Stütze und den Drehpunkten an der anderen Stütze, d.h. bei Stützen gleicher Länge, kann sich bei der erfindungsgemäßen Lagerung eine parallelogrammförmige Anordnung dieser Drehpunkte ergeben. Wenn vorzugsweise bei allen Stützen der Vorrichtung die Drehpunkte der Gelenklager von zwei Stützen am Chassis und die Drehpunkte der Gelenklager derselben zwei Stützen an der Aufnahmeverrichtung gleichweit voneinander beabstandet sind und wenn alle Drehpunkte am Chassis zueinander dieselbe Anordnung haben wie alle Drehpunkte an der Aufnahmeverrichtung, ergibt sich an jeweils zwei Stützen zueinander immer eine parallelogrammförmige Anordnung der Drehpunkte - und daraus formschlüssig geführt eine Lagerung der erfindungsgemäßen Mischbewegung. Dies ist sogar zwangsgeführt, wenn zum Beispiel wie oben schon beschrieben die Bewegungsebene der Aufnahmeverrichtung in einem bestimmten Abstand vom Chassis durch geeignete zusätzliche Lagerung festgelegt ist.

[0036] Vorzugsweise haben die erfindungsgemäßen Stützen eine Länge zwischen 700 mm und 5 mm; bevorzugter eine Länge von 300 mm bis 10 mm; und besonders bevorzugt eine Länge von 150 mm bis 20 mm. In einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung der Stützen mit Gelenklagern haben die Stützen eine Länge von 35 mm, gemessen vom Drehpunkt / Mittelpunkt der Kugel des Kugel-Pfanne-Gelenks. Dann haben die Gelenklager, als Kugel-Pfanne-Gelenk ausgebildet, einen Kugeldurchmesser zwischen 60 mm und 3 mm; bevorzugter einen Kugeldurchmesser zwischen 30 mm und 5 mm; und besonders bevorzugt einen Kugeldurchmesser zwischen 20 mm und 7 mm. In einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Kugel-Pfanne-Gelenks beträgt der Kugeldurchmesser 13 mm. Daraus ergibt sich eine bevorzugte Gleitgeschwindigkeit im Gelenk von zwischen 0 und 0,2 m/s bei der Paarung Metall/Kunststoff und auch bei der umgekehrten Materialwahl - vorteilhaft insbesondere, wenn die Kugel mindestens seine Gelenkoberfläche aus poliertem Metall wie VA-Stahl oder Aluminium (anodisiert) oder aus Keramik und die Pfanne mindestens seine Gelenkoberfläche aus Kunststoff wie zum Beispiel abriebfestem, gleitmodifiziertem Thermo- oder Duroplast hat. Die bevorzugte Gleitgeschwindigkeit kann auch durch umgekehrte Materialwahl erreicht werden, d.h. die Kugel besteht zumindest an Ihrer Oberfläche aus einem Kunststoff, insbesondere einem abriebfesten gleitmodifizierten Thermoplasten oder Duroplasten und die Pfanne, mindestens ihre Gelenkoberfläche, aus einem polierten Metall beispielsweise VA-Stahl oder Aluminium (anodisiert) oder aus Keramik.

[0037] Bei dem als Kugel-Pfanne-Gelenk ausgestalteten Gelenklager können mehrere Varianten unterschieden werden. Bei einer Variante ist die Kugel starr verbunden mit der Stütze, und die Pfanne ist nur mittelbar über die Kugel in Verbindung mit der Stütze. Bei einer zweiten Variante ist die Anordnung umgekehrt, d.h. die Pfanne ist starr verbunden

mit der Stütze und die Kugel ist nur mittelbar über die Pfanne in Verbindung mit der Stütze. Der je nach Variante mit der Stütze nur mittelbar verbundene Teil des Kugel-Pfanne-Gelenks ist dagegen in starren Kontakt mit Chassis bzw. Aufnahmevorrichtung. Bevorzugt wird die zweite Variante, da eine erfindungsgemäße Mischvorrichtung mit dieser Anordnung der Lagerung besonders einfach zu montieren ist.

[0038] Die erfindungsgemäße Mischvorrichtung kann zusätzlich zu der Aufnahmevorrichtung, dem Antrieb und der erfindungsgemäßen Lagerung noch wenigstens ein Heizelement umfassen, vorzugsweise ein steuerbares Heizelement. Dieses wird bevorzugterweise verkörpert durch ein Peltierelement oder ein Widerstandsheizelement, z.B. eine Heizfolie. In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Mischvorrichtung zudem eine Kühlvorrichtung, z.B. ein Peltierelement. Dieses kann in einer besonders bevorzugten Ausführungsform zum Heizen und zum Kühlen verwendet werden. Bei verschiedenen Temperiervorrichtungen, z.B. bei Verwendung eines Peltierelementes, ist der ergänzende Einsatz von Kühlkörpern und Lüftern sinnvoll. Das Heiz- bzw. Kühlelement temperiert das Laborgefäß und damit auch den sich darin befindenden Inhalt.

[0039] Mit der erfindungsgemäßen Mischvorrichtung lässt sich ein Verfahren zum Mischen von Laborgefäß-Inhalten betreiben. Dabei wird ein Laborgefäß mit Inhalt auf die Mischvorrichtung gestellt und dann die Mischvorrichtung in Betrieb genommen. Bei diesem Mischverfahren ist es auch möglich, den Inhalt der Laborgefäße zu temperieren, d.h. über gesteuertes Heizen und Kühlen auf eine Temperatur einzustellen. Somit ist ein simultanes Mischen und Temperieren mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung möglich.

[0040] Die erfindungsgemäße Mischvorrichtung hat verschiedene Verwendungen: zum einen kann sie als freistehende Mischvorrichtung, d.h. als einzelnes unabhängiges Laborgerät im Labor eingesetzt werden. Eine weitere Verwendung ist ihr Einsatz in einem Laborautomaten, der z.B. von der Probenaufbereitung über das Mischen bis hin zur finalen Analyse verschiedene Arbeitsschritte übernimmt. Eine weitere Verwendungsmöglichkeit ist der Einsatz in einem Inkubator, in dem Proben, insbesondere lebende Zellen, einer kontrollierten Atmosphäre (Temperatur, Feuchtigkeit, Gas) ausgesetzt sind, wobei die erfindungsgemäße Mischvorrichtung für die gleichförmige Bewegung der zu inkubierenden Probe sorgt.

[0041] Aus der bisherigen kurzen Beschreibung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ergeben sich nachfolgende Vorteile: einfache Montierbarkeit der Lagerung und Reduktion der Belastung des Antriebs in axialer / vertikaler Richtung. Ein weiterer Vorteil der sich sowohl aus der hohen Belastbarkeit der Lagerung wie auch breiten Bandbreite der möglichen Umdrehungszahlen (50 U/min - 3000 U/min) ergibt, ist die Eignung der Lagerung sowohl für kleine leichte Laborgefäße, z. B. Eppendorf-Reaktionsgefäße Mikrotiterplatten, Objektträger, die sich alle mit Kleinstvolumina befüllen lassen (Maximale Füllvolumina; 0,1 ml, 0,2 ml, 0,5 ml, 1,5 ml und 2,0 ml) als auch für große, schwer befüllte Laborgefäße, Falcon Tubes, Glasgefäße, Erlenmeyerkolben (z.B. bis zu 2000 ml), Bechergläser etc..

[0042] Erfindungsgemäß ist also auch eine Mischvorrichtung mit einer Aufnahmevorrichtung zum Aufnehmen von Mischgut und mit einem Antrieb, durch den sich die Aufnahmevorrichtung relativ gegenüber einem Chassis in eine Mischbewegung versetzen lässt, bei der sich die Aufnahmevorrichtung auf einer geschlossenen Bahn, periodisch zu einer bestimmten Lage in einer bestimmten Ausrichtung im Raum wiederkehrend, bewegt, und mit einer Lagerung, die die Aufnahmevorrichtung in der Mischbewegung führt, wobei die Lagerung mindestens zwei Stützen aufweist jeweils mit zwei von einander beabstandeten Gelenklagern, die jeweils keine translatorischen und mindestens zwei rotatorische Freiheitsgrade aufweisen, von denen das eine Gelenklager die Stütze am Chassis lagert und das andere Gelenklager die Aufnahmevorrichtung an der Stütze, wobei die Lagerung eine Führungseinrichtung aufweist, die während der Mischbewegung die Verdrehung der Aufnahmevorrichtung relativ zum Chassis führt.

[0043] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung kann dadurch gekennzeichnet sein, dass mindestens eines der Gelenklager ein Kreuzgelenk ist oder ein Kugelgelenk oder ein Gelenkbereich mit zwei von einander beabstandeten Lagern jeweils mit nur einem rotatorischen Freiheitsgrad.

[0044] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung kann dadurch gekennzeichnet sein, dass die Führungseinrichtung mindestens einen Steg aufweist, der zwei der Stützen mit einander verbindet, wobei ein Scharniergelenk, das keine translatorischen und nur einen rotatorischen Freiheitsgrad aufweist, den Steg an der einen Stütze lagert und ein anderes Scharniergelenk den Steg an der anderen Stütze und wobei die beiden Scharniergelenke um zueinander parallele Achsen drehbar sind.

[0045] Bevorzugt ist in dieser letztgenannten Ausgestaltung, dass die Achsen der Scharniergelenke mittig zwischen den jeweiligen Gelenklagern der zwei vom Steg verbundenen Stützen am Chassis und an der Aufnahmevorrichtung gelagert sind.

[0046] Bevorzugt ist in dieser letztgenannten Ausgestaltung, dass der Steg die Stütze, an der er gelagert ist, oder die Stütze den Steg beim Scharniergelenk gabelförmig umgreift.

[0047] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung kann dadurch gekennzeichnet sein, dass die Drehpunkte der Gelenklager einer Stütze gleichweit von einander beabstandet sind wie die Drehpunkte der Gelenklager einer anderen Stütze.

[0048] Bevorzugt ist in dieser letztgenannten Ausgestaltung, dass die Drehpunkte der Gelenklager einer Stütze gleichweit von einander beabstandet sind wie die Drehpunkte der Gelenklager aller anderen Stützen.

[0049] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung kann dadurch gekennzeichnet sein, dass die Drehpunkte und/oder Dreh-

achsen der Gelenklager zweier Stützen am Chassis und die Drehpunkte und/oder Drehachsen der Gelenklager derselben Stützen an der Aufnahmevorrichtung gleichweit von einander beabstandet sind.

[0050] Bevorzugt ist in dieser letztgenannten Ausgestaltung, dass die Drehpunkte und/oder Drehachsen der Gelenklager aller Stützen am Chassis und die Drehpunkte und/oder Drehachsen der Gelenklager derselben Stützen an der Aufnahmevorrichtung gleichweit von einander beabstandet sind.

[0051] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung kann dadurch gekennzeichnet sein, dass nur die Stützen und/oder nicht der Antrieb eine auf die Aufnahmevorrichtung wirkende Gewichtskraft in das Chassis übertragen.

[0052] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung kann dadurch gekennzeichnet sein, dass die Vorrichtung ein steuerbares Heizelement umfasst ausgewählt aus der Gruppe der Peltierelemente und Widerstandsheizelemente und Heizfolien.

[0053] Erfindungsgemäß ist auch ein Verfahren zum Mischen von Laborgefäß-Inhalten, bei dem ein Laborgefäß mit Inhalt auf die Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 gestellt wird und dann die Mischvorrichtung in Betrieb genommen wird.

[0054] Dabei kann der Inhalt des Laborgefäßes temperiert werden.

[0055] Erfindungsgemäß ist auch die Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung als freistehende Mischvorrichtung oder als Teil eines Laborautomaten oder Inkubators.

[0056] Diese und weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, die Ausführungsbeispiele der Erfindung darstellen.

Figur 1 zeigt schematisch eine räumliche Ansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Mischen,

Figur 2 zeigt schematisch eine räumliche Ansicht einer alternativen erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Mischen ohne Aufnahmevorrichtung,

Figur 3 a zeigt eine schematische räumliche Ansicht einer Ausgestaltung einer Baugruppe einer erfindungsgemäßen Lagerung, bei der der Steg die Kugelstütze, an der er gelagert ist, beim Scharniergelenk gabelförmig umgreift und bei der die Kugeln der Kugel-Pfanne-Gelenke an der Kugelstütze angeordnet sind,

Figur 3 b zeigt eine räumliche Ansicht einer körperhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Lagerung nach Figur 3 a,

Figur 3 c zeigt eine schematische räumliche Ansicht einer alternativen Ausgestaltung der Baugruppe gemäß Figur 3 a. bei der die Kugelstütze den Steg beim Scharniergelenk gabelförmig umgreift und bei der die Pfannen der Kugel-Pfanne-Gelenke an der Kugelstütze angeordnet sind,

Figur 3 d zeigt eine räumliche Ansicht einer körperhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Lagerung nach Figur 3c,

Figur 4 zeigt eine räumliche Ansicht einer Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Gelenklagers,

Figur 5 a, b und c zeigen mehrere schematische räumliche Ansichten von alternativen Anordnungen der erfindungsgemäßen Kugelstützen einer Vorrichtung zum Mischen nach Figur 1, bei der die Kugelstützen paarweise unterschiedlich von Stegen mit einander verbunden sind,

Figur 6 zeigt eine räumliche Ansicht einer körperhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Mischen,

Figur 7 zeigt eine räumliche Ansicht der körperhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach Figur 6 als Außendarstellung mit einem Gehäuse und

[0057] In den verschiedenen Figuren sind einander irgendwie entsprechende Konstruktionselemente mit gleichen Bezugsziffern versehen.

[0058] In **Figur 1** ist eine Mischvorrichtung 2 erkennbar mit einem Chassis 4 und einer Aufnahmevorrichtung 6, die jeweils schematisch nur als rechteckige Platten abgebildet sind. Wie sich aus der räumlichen Ansicht ergibt, stützt sich die Aufnahmevorrichtung 6 auf vier Stützen 8, 10, 12, 14 ab. Die Stützen haben eine (hier nicht dargestellte) kreiszylindrische Grundform jeweils mit einer Gelenkkugel 16 jeweils eines Gelenklagers an beiden Enden der jeweiligen Stütze. Jede der Gelenkkugeln 16 ist in einer Kugelpfanne in der Unterseite der Aufnahmevorrichtung 6 oder in der Oberseite des Chassis 4 angeordnet. Die Drehpunkte (Mittelpunkte) der Lagerkugeln sind an allen Stützen gleichweit voneinander

entfernt (Abstand a).

[0059] In Figur 1 ist erkennbar, dass die Drehpunkte (Mittelpunkte) der Gelenklager 16 der Stützen 8 und 10 sowie der Stützen 12 und 14 im Chassis 4 denselben Abstand A haben wie der Abstand B zwischen den Drehpunkten (Mittelpunkten) der Gelenklager 16 derselben zwei Stützen 8 und 10 sowie der Stützen 12 und 14 in der Aufnahmevorrichtung 6. Dasselbe gilt für die Abstände C und D zwischen den Drehpunkten (Mittelpunkten) der Gelenklager 16 der Stützen 10 und 12 sowie der Stützen 8 und 14. So ergibt sich in der Vorrichtung 2 gemäß Figur 1 zwischen jedem beliebigen Paar der vier Stützen 8, 10, 12 und 14 eine parallelogrammförmige Anordnung der jeweiligen vier Drehpunkte (Mittelpunkte).

[0060] Wie sich aus Figur 1 ergibt, sind die vier Drehpunkte (Mittelpunkte) der Lagerkugeln 16 an den oberen Enden der vier Stützen auf einer (horizontalen) Ebene 6 angeordnet und die vier Drehpunkte (Mittelpunkten) der Lagerkugeln 16 an den jeweiligen unteren Enden der vier Stützen auf einer (horizontalen) Ebene 4 planparallel dazu. Diese erfindungsgemäße Lagerung ermöglicht eine Mischbewegung der Aufnahmevorrichtung 6 entlang dem Pfeil 18 translatorisch kreisförmig wiederkehrend.

[0061] Angetrieben wird die Aufnahmevorrichtung 6 in dieser Mischbewegung 18 von einem Exzenter 20, der auf einer senkrechten, drehangetriebenen Welle 22 sitzt. Der Exzenter 20 ist in einer Durchgangsbohrung 24 in der Aufnahmevorrichtung 6 gleitgelagert und legt mit seiner Exzentrizität E zwischen der Exzenterachse und der Wellenachse den Radius der Drehbewegung 18 fest. Dies bestimmt durch die Formschlüssigkeit der Gelenklager 16 - solange Lagerspiel und Toleranzen unberücksichtigt bleiben, also prinzipiell - dann auch den Abstand zwischen dem Chassis 4 und der Aufnahmevorrichtung 6 (senkrecht zu der Bewegungsebene der Mischbewegung 18).

[0062] In Figur 1 ist erkennbar, dass die Gelenklager 16 einen solchen Schwenkwinkel S der Stütze (zum Beispiel 10) gegenüber der Aufnahmevorrichtung 6 (und so auch gegenüber dem Chassis 4) zulassen, dass bei der Mischbewegung 18 die Kreisbahn der Drehpunkte der Gelenklager 16, die die Aufnahmevorrichtung 6 an der Stütze (zum Beispiel 10) lagern, in Draufsicht auf die Bewegungsebene 18 (Draufsicht nicht dargestellt) ungefähr gleich groß sind.

[0063] In Figur 1 ist ferner erkennbar, dass die Stützen 8 und 10 durch einen Steg 28 und die Stützen 12 und 14 durch einen Steg 30 miteinander verbunden sind. An beiden Enden der Stege 28 lagert ein Scharniergelenk 32 den jeweiligen Steg an einer der Stützen 8, 10, 12 oder 14. Die Scharniergelenke 32 lagern so den jeweiligen Steg 28, 30 an der jeweiligen Stütze drehbar um zueinander parallele Achsen 34. So ist zum Beispiel die Drehachse des Scharniergelenks 32 am linken Ende des Stegs 28 in Figur 1 parallel zur Drehachse des Scharniergelenks 32 a rechten Ende des Steges 28 in Figur 1.

[0064] Jeder um die beiden parallelen Achsen an seinen beiden Enden drehbar an den Kugelstützen 8 bis 14 angelegte Steg 28, 32 ist eine Führungseinrichtung, die während der Mischbewegung 18 die Verdrehung der Aufnahmevorrichtung 6 relativ zum Chassis 4 so führt, dass diese Verdrehung während der gesamten Periodendauer einer Wiederkehr - also während der gesamten Mischbewegung 18 - gleich null (mit anderen Worten immer translatorisch) ist.

[0065] **Figur 2** zeigt eine alternative Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Mischvorrichtung 2. In Figur 2 sind die einander entsprechenden Konstruktionselemente der Vorrichtung 2 identisch nummeriert wie in Figur 1, auch wenn es sich nicht um identische, sondern nur funktional entsprechende Konstruktionselemente handelt.

[0066] Im Unterschied zu der Vorrichtung 2 gemäß Figur 1 hat die Vorrichtung 2 gemäß Figur 2 nur zwei Stützen 10, 12. Hier ist der (senkrechte) Abstand der Aufnahmevorrichtung 6 (nicht dargestellt) vom Chassis 4 durch einen horizontalen Kragen 36 am unteren Ende des Exzenters 20 festgelegt.

[0067] **Figur 3 a** und **b** zeigen eine mögliche Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Lagerung, wie sie prinzipiell in Figur 2 abgebildet ist. In Figur 3 a ist allerdings erkennbar, dass die Stützen 10, 12 (jeweils als Kunststoffformteil - siehe Figur 3 b) seitliche Lagerkugeln 16 tragen, die in Lagerschalen 38 hineinragen und so jeweils ein Gelenklager bilden. Diese seitliche Orientierung der Gelenklager ermöglicht eine einfache Montierbarkeit durch gleichzeitiges Einschnappen beider Lagerkugeln einer Kugelstütze in die jeweilige Lagerschale. Der Steg 28 ist (ebenfalls als Kunststoffformteil - siehe Figur 3 b) auf den zwei Scharniergelenken 32 gelagert, die hier allerdings die jeweilige Kugelstütze gabelförmig umfassen. Die Zapfen der Scharniergelenke 32 dringen dabei senkrecht durch planparallele, ebene Außenflächen 40 an den Stützen 10 und 12 hindurch. Die ebenen Außenflächen 40 an der Stütze 10 und der Stütze 12 liegen an den ebenen Innenseiten 42 der gabelförmigen Enden des Steges 28 an.

[0068] Die Lagerschalen 38, in die die Lagerkugeln 16 am oberen Ende der Stützen 10, 12 hineinragen, sind gemäß Figur 3b in einem Kunststoffformteil 44 angeordnet und ebenso die Lagerschalen 38, in die die Lagerkugeln 16 am unteren Ende der beiden Stützen 10 und 12 hineinragen. So lässt sich der (gleiche) Abstand zwischen den jeweiligen Lagerschalen 38 und zwischen den Scharniergelenken 16 konstruktiv genau und eng toleriert nämlich in jeweils nur einem Bauteil festlegen.

[0069] **Figur 3 c** und **d** zeigen eine Baugruppe (Figur 3c schematisch und Figur 3d die körperhafte Ausgestaltung), die der gemäß Figur 3 a und b im Wesentlichen vollständig entspricht bis auf Wirkflächenumkehr zum Einen in den Gelenklagern und zum Anderen in der Gabelung: in Figur 3c und d umgreift beim Scharniergelenk die Kugelstütze gabelförmig den Steg und nicht umgekehrt, und die Pfannen (und nicht die Kugeln) der Kugel-Pfanne-Gelenke sind an der Kugelstütze angeordnet.

[0070] **Figur 6** zeigt in körperhafter Ausgestaltung zwei Baugruppen gemäß Figur 3b mit den Stützen 8, 10, 12, 14 und den Stegen 28, wie sie eine Aufnahmevorrichtung 6 über einem Chassis 4 lagern. Drehangetrieben ist an dieser Vorrichtung 2 die Aufnahmevorrichtung 6 über dem Chassis 4 durch einen Motor 46 über einen Exzenter 20 in einer Durchgangsbohrung 24 in der Aufnahmevorrichtung 6. Mit einem Gehäuse 47 ist diese Vorrichtung 2 in **Figur 7** dargestellt.

[0071] **Figur 4** zeigt eine Ausgestaltung der Gelenklager, die von den Lagerkugeln 16 und den Lagerschalen 38, wie zum Beispiel in Figur 3, gebildet werden. Erkennbar weist die Lagerschale 38 drei Schlitze 48 auf, die gleichmäßig auf dem Umfang des Randes 50 der Kugelöffnung 52 der Lagerschale 38 verteilt sind. Ein Federring 54 außenseitig um die Lagerschale 38 spannt die Wandungen der Lagerschale 38 nach innen gegen die Lagerkugel 16 vor.

[0072] **Figur 5 a, b und c** zeigen mehrere schematische räumliche Ansichten von alternativen Anordnungen der erfindungsgemäßen Kugelstützen einer Vorrichtung zum Mischen nach Figur 1, bei der die Kugelstützen paarweise unterschiedlich von Stegen mit einander verbunden sind.

[0073] Die Kugelstützen sind in Figur 5 höchst schematisch ohne Pfanne dargestellt, das Chassis 4 und die Aufnahmevorrichtung 6 nur höchst schematisch jeweils gestrichelt als Ebenen. In Fig 5 a wiederholt sich die zueinander rechteckige Anordnung der vier Kugelstützen 8 bis 14 - wobei allerdings auch die Kugelstützen 10 und 12 sowie 8 und 14 durch Scharniergelenk-Stege 56 beziehungsweise 58 mit einander verbunden sind. Fig 5b zeigt eine zueinander dreieckige Anordnung von drei Kugelstützen 8, 10 und 60 - wobei nur die Kugelstützen 8 und 10 durch den Scharniergelenk-Steg 28 mit einander verbunden sind. Die dritte Kugelstütze 60 steht allein und stützt so die Aufnahmevorrichtung 6 auf dem Chassis 4 wie drei Beine einen Hocker. Fig 5c schließlich zeigt eine zueinander sechseckige Anordnung von sechs Kugelstützen 8 bis 14 und 62 und 64 - wobei (wie in Figur 1) jeweils zwei Kugelstützen 8 und 10 durch einen Scharniergelenk-Steg (28, 30 und 66) mit einander verbunden sind.

Patentansprüche

1. Mischvorrichtung mit

- einer Aufnahmevorrichtung (6) zum Aufnehmen von Mischgut und mit
- einem Antrieb (20, 22), durch den sich die Aufnahmevorrichtung (6) relativ gegenüber einem Chassis (4) in eine Mischbewegung (18) versetzen lässt, bei der sich die Aufnahmevorrichtung (6) auf einer geschlossenen Bahn, periodisch zu einer bestimmten Lage in einer bestimmten Ausrichtung im Raum wiederkehrend, bewegt, und mit
- einer Lagerung, die die Aufnahmevorrichtung (6) in der Mischbewegung führt,

dadurch gekennzeichnet, dass die Lagerung

- mindestens zwei Stützen (8, 10, 12, 14, 60, 62, 64) aufweist jeweils mit zwei von einander beabstandeten Gelenklagern (16) in Form von elastischen Stababschnitten, die jeweils keine translatorischen und mindestens zwei rotatorische Freiheitsgrade aufweisen, von denen das eine Gelenklager (16) die Stütze (8, 10, 12, 14, 60, 62, 64) am Chassis (4) lagert und das andere Gelenklager (16) die Aufnahmevorrichtung (6) an der Stütze (8, 10, 12, 14, 60, 62, 64), und
- eine Führungseinrichtung (28, 30, 32) aufweist, die während der Mischbewegung (18) die Verdrehung der Aufnahmevorrichtung (6) relativ zum Chassis (4) führt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Führungseinrichtung (28, 30, 32) mindestens einen Steg (28, 30) aufweist, der zwei der Stützen (8, 12, 62) mit einander verbindet, wobei ein Scharniergelenk (32), das keine translatorischen und nur einen rotatorischen Freiheitsgrad aufweist, den Steg (28, 30) an der einen Stütze (10, 14, 64) lagert und ein anderes Scharniergelenk (32) den Steg (28, 30) an der anderen Stütze (8, 10, 12, 14, 62, 64) und wobei die beiden Scharniergelenke (32) um zueinander parallele Achsen drehbar sind.

3. Vorrichtung nach Anspruche 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Achsen der Scharniergelenke (32) mittig zwischen den jeweiligen Gelenklagern (16) der zwei vom Steg (28, 30) verbundenen Stützen (8, 10, 12, 14, 62, 64) am Chassis (4) und an der Aufnahmevorrichtung (6) gelagert sind.

4. Vorrichtung nach Anspruche 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steg (42) die Stütze (40), an der er gelagert ist, oder die Stütze den Steg beim Scharniergelenk gabelförmig umgreift.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehpunkte der Gelenklager (16) einer Stütze (8, 10, 12, 14, 60, 62, 64) gleichweit von einander beabstandet sind wie die Drehpunkte der

EP 2 669 000 A1

Gelenklager (16) einer anderen Stütze (8, 10, 12, 14, 60, 62, 64).

- 5
6. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehpunkte der Gelenklager (16) einer Stütze (8, 10, 12, 14, 60, 62, 64) gleichweit von einander beabstandet sind wie die Drehpunkte der Gelenklager (16) aller anderen Stützen (8, 10, 12, 14, 60, 62, 64).
- 10
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehpunkte und/oder Drehachsen der Gelenklager (16) zweier Stützen (8, 10, 12, 14, 60, 62, 64) am Chassis (4) und die Drehpunkte und/oder Drehachsen der Gelenklager (16) derselben Stützen (8, 10, 12, 14, 60, 62, 64) an der Aufnahmevorrichtung (6) gleichweit von einander beabstandet sind.
- 15
8. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehpunkte und/oder Drehachsen der Gelenklager (16) aller Stützen (8, 10, 12, 14, 60, 62, 64) am Chassis (4) und die Drehpunkte und/oder Drehachsen der Gelenklager (16) derselben Stützen (8, 10, 12, 14, 60, 62, 64) an der Aufnahmevorrichtung (6) gleichweit von einander beabstandet sind.
- 20
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** nur die Stützen (8, 10, 12, 14, 60, 62, 64) und/oder nicht der Antrieb (20, 22) eine auf die Aufnahmevorrichtung (6) wirkende Gewichtskraft in das Chassis (4) übertragen.
- 25
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem die Vorrichtung (2) ein steuerbares Heizelement umfasst ausgewählt aus der Gruppe der Peltierelemente und Widerstandsheizelemente und Heizfolien.
- 30
11. Verfahren zum Mischen von Laborgefäß-Inhalten, bei dem ein Laborgefäß mit Inhalt auf die Vorrichtung (2) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10 gestellt wird und dann die Mischvorrichtung (2) in Betrieb genommen wird.
- 35
12. Verfahren gemäß Anspruch 11, bei dem der Inhalt des Laborgefäßes temperiert wird.
- 40
13. Verwendung der Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10 als freistehende Mischvorrichtung (2) oder als Teil eines Laborautomaten oder Inkubators.
- 45
- 50
- 55

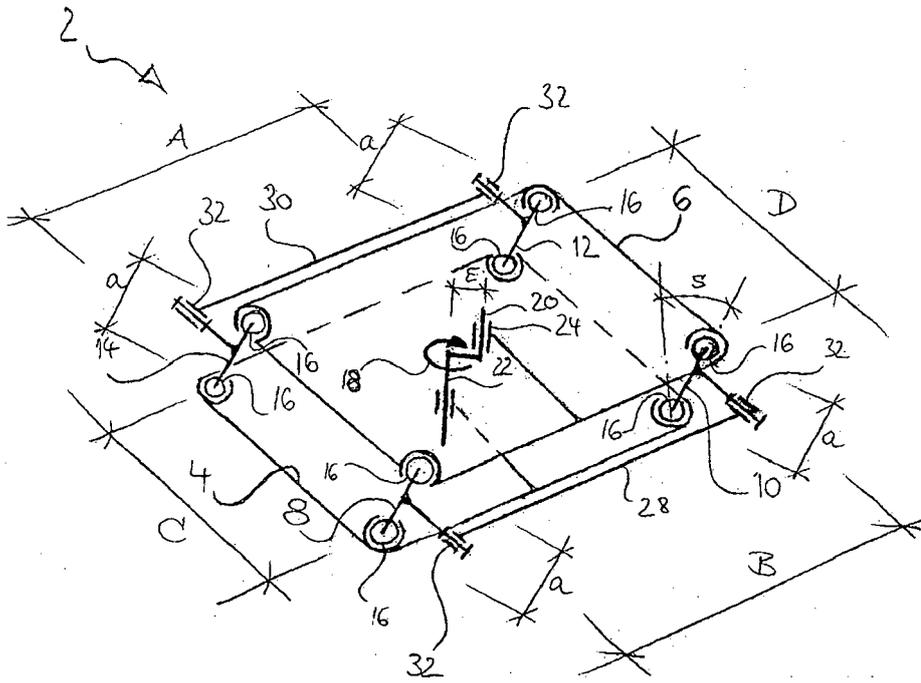


Fig. 1

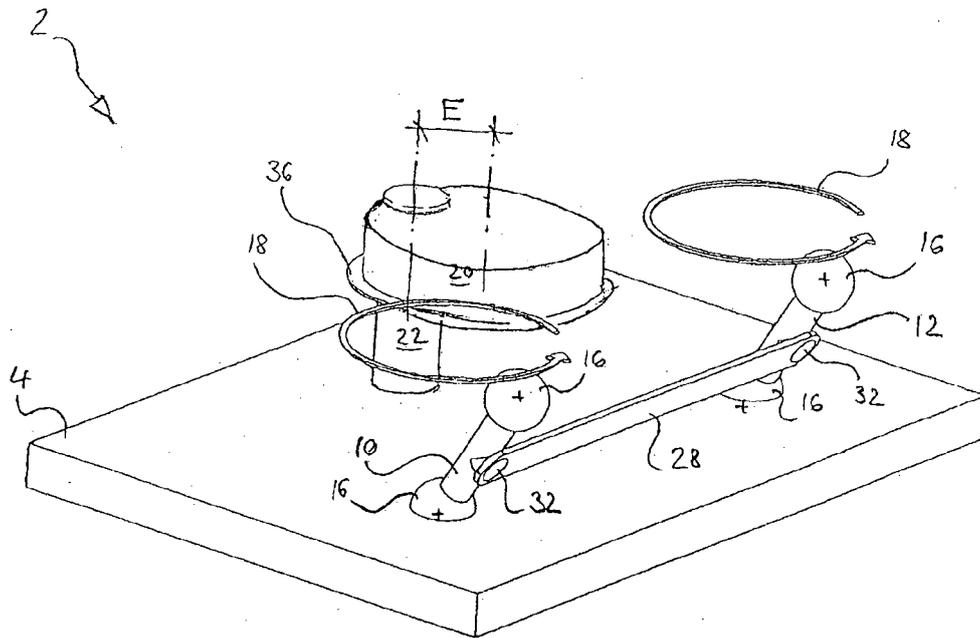


Fig. 2

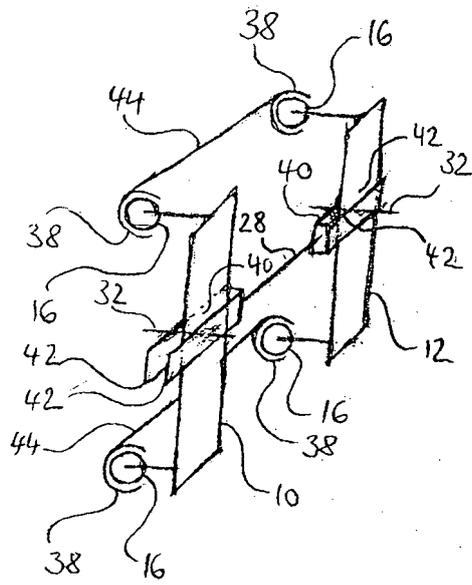


Fig. 3a

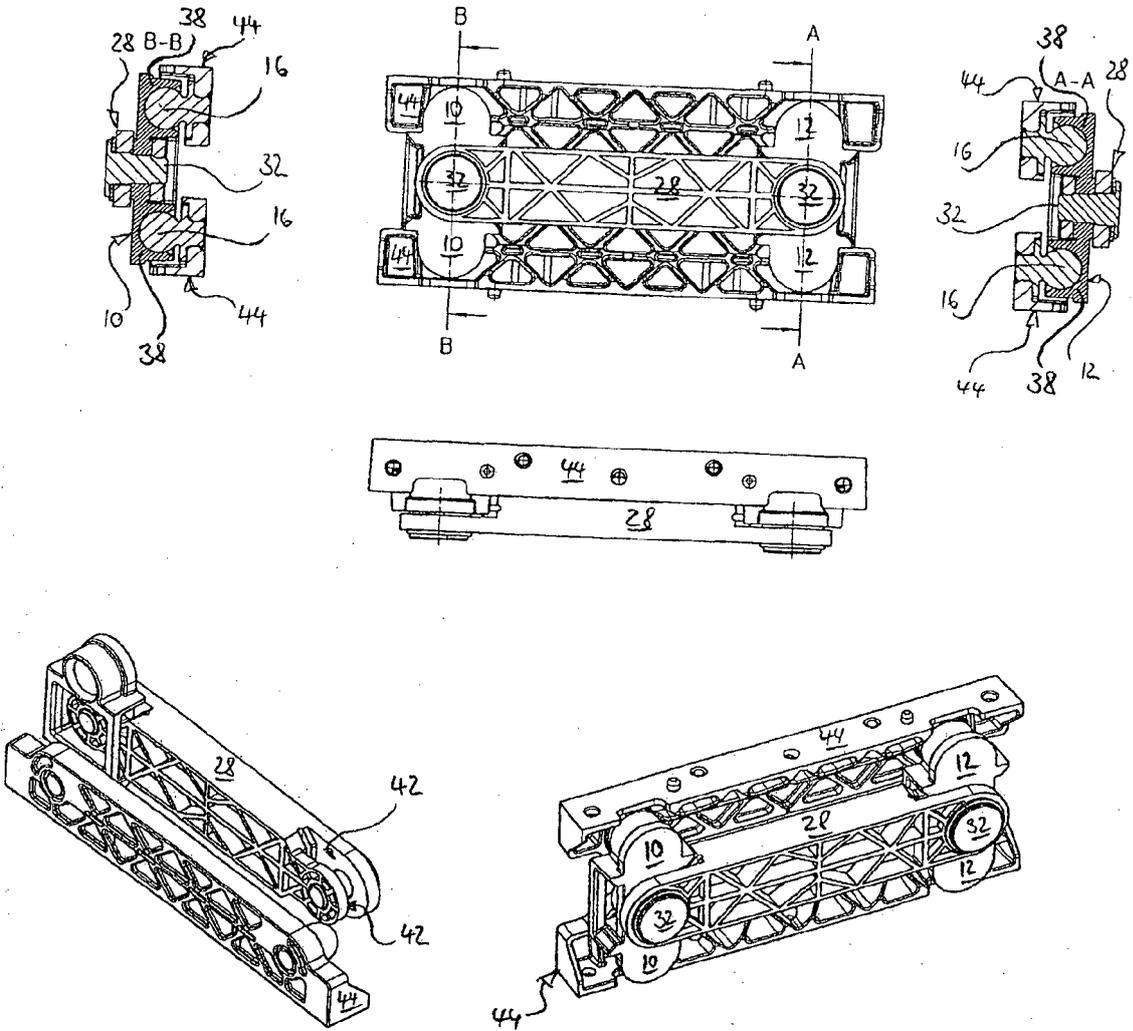


Fig. 3b

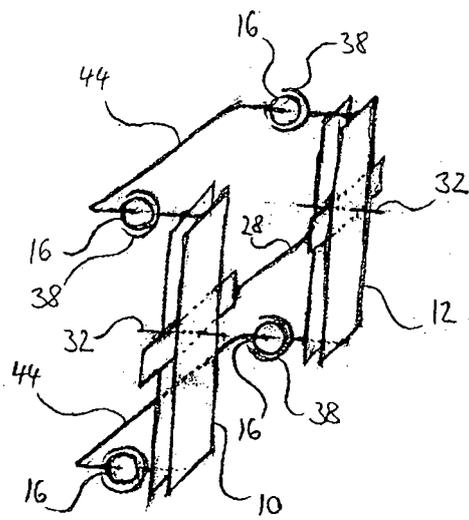


Fig. 3c

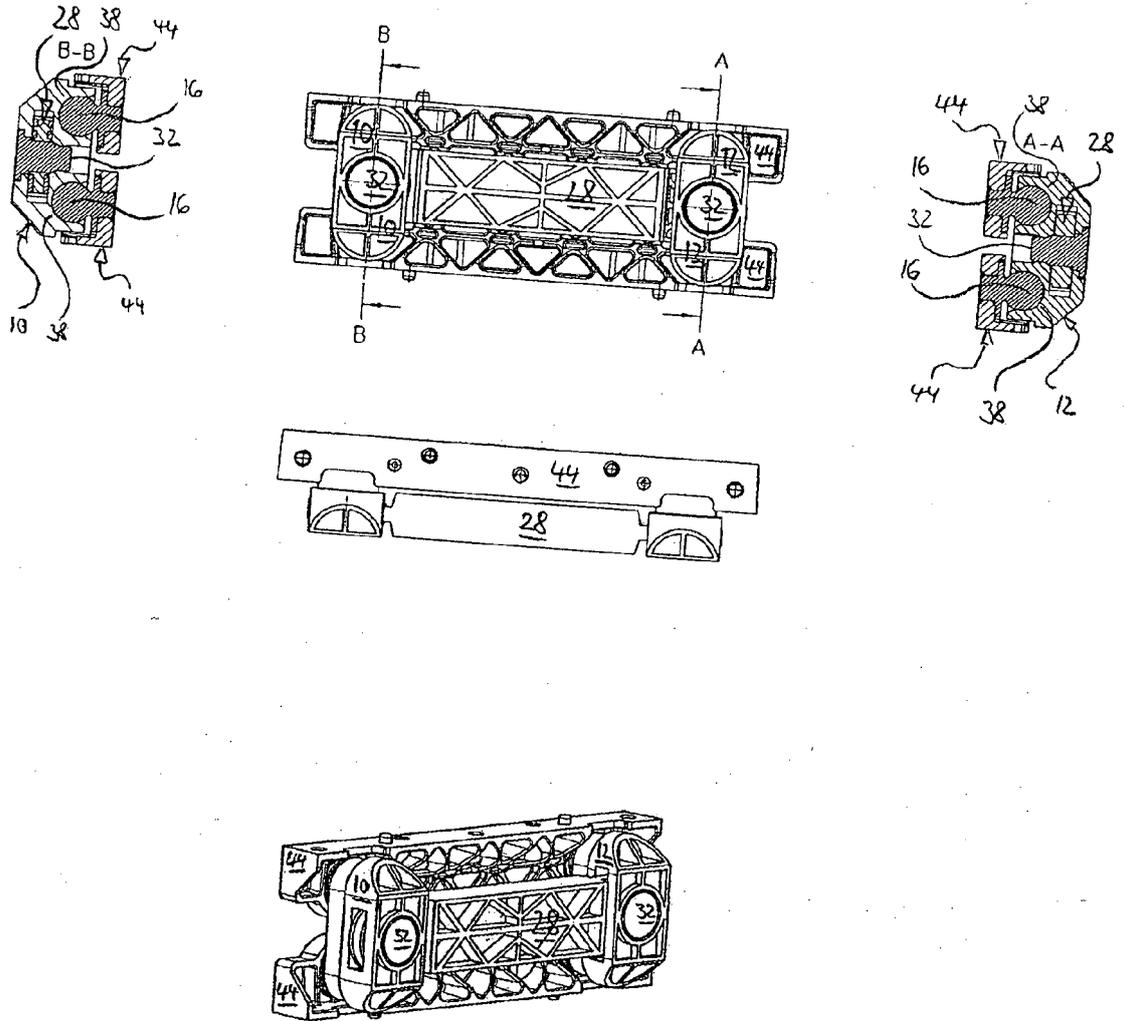


Fig. 3d

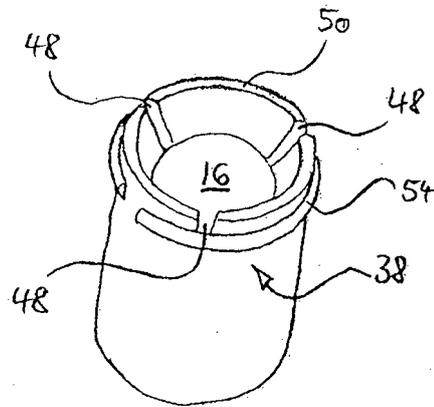


Fig. 4

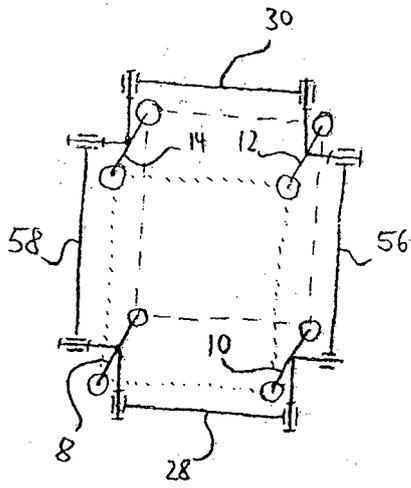
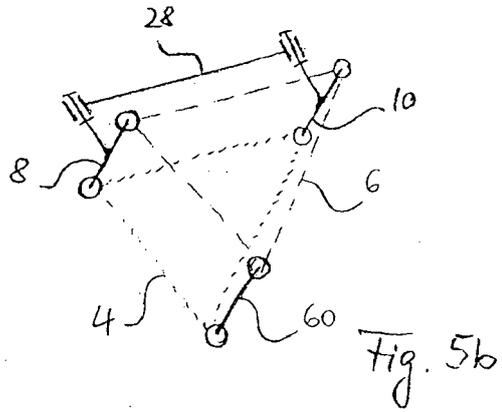


Fig. 5a

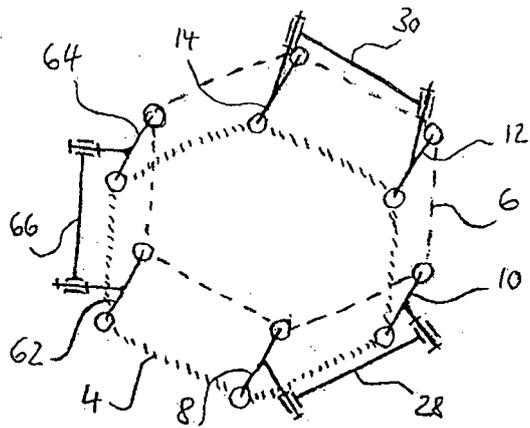


Fig. 5c

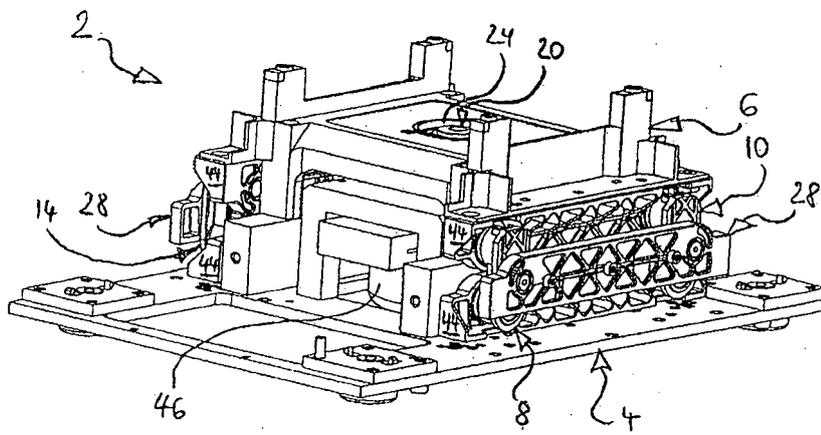
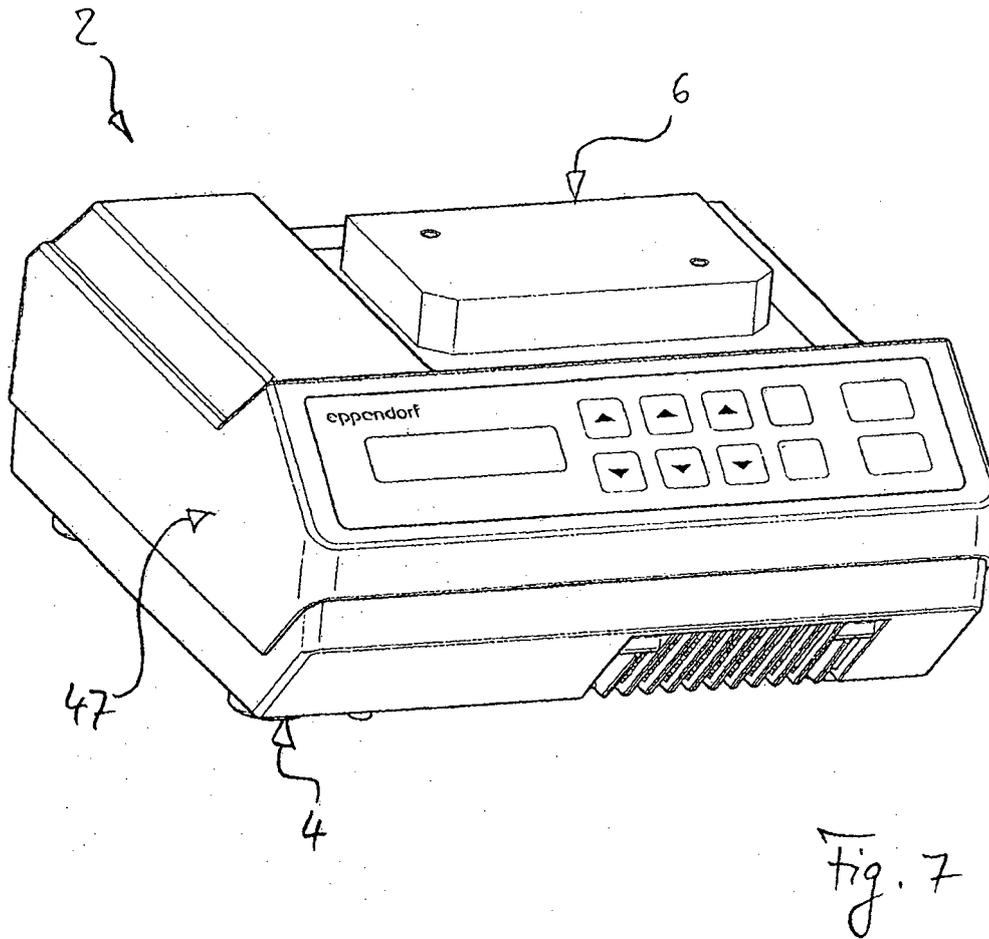


Fig. 6





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 13 00 4188

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,D	DE 102 32 202 A1 (HERZ H [DE] ET AL) 5. Februar 2004 (2004-02-05) * Absätze [0001], [0024], [0025] * * Zusammenfassung; Abbildung 1 * -----	1-13	INV. B01F11/00 B01L99/00
X	US 4 305 668 A (BILBREY R A [US]) 15. Dezember 1981 (1981-12-15) * Spalte 1, Zeilen 6-1 * * Zusammenfassung; Abbildungen 1-5 * * Spalte 1, Zeile 43 - Spalte 2, Zeile 55 * -----	1-13	
X	JP 62 079838 A (PURANTEKU KK [JP]) 13. April 1987 (1987-04-13) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * -----	1-13	
A	DE 18 16 710 A1 (NEW BRUNSWICK SCIENTIFIC CO [US]) 25. Juni 1970 (1970-06-25) * Abbildungen 1,5 * -----	1-13	
X	DE 20 2006 001514 U1 (BERTHOLD TECHNOLOGIES GMBH & C [DE]) 6. April 2006 (2006-04-06) * Absätze [0001], [0002], [0029] - [0036] * * Zusammenfassung; Abbildungen 1-4 * -----	1-13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B01F B01L
A	US 4 109 319 A (BRANDT J W [US]) 22. August 1978 (1978-08-22) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 * -----	1-13	
A	DE 10 2007 010616 A1 (EPPENDORF AG [DE]) 4. September 2008 (2008-09-04) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 * -----	1-13	
	-/--		
1 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlussdatum der Recherche 8. Oktober 2013	Prüfer Brunold, Axel
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 13 00 4188

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 4 702 610 A (REYNOLDS JR A B [US]) 27. Oktober 1987 (1987-10-27) * Spalte 1, Zeilen 10-42 * * Spalte 3, Zeile 30 - Spalte 5, Zeile 15 * * Zusammenfassung; Abbildungen 1-5 *	1-13	
X	DE 10 2004 021665 A1 (H & P LABORTECHNIK AG [DE]) 15. Dezember 2005 (2005-12-15) * Absätze [0001] - [0003], [0038] - [0048] * * Zusammenfassung; Abbildungen 1-4 *	1-13	
A	JP S51 114767 A (FUJI ZOKI SEIYAKU [JP] ET AL) 8. Oktober 1976 (1976-10-08) * Zusammenfassung; Abbildung 3 *	1-13	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 8. Oktober 2013	Prüfer Brunold, Axel
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	

1
EPO FORM 1503 03.02 (P04CC03)

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

EP 13 00 4188

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

08-10-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10232202 A1	05-02-2004	DE 10232202 A1 EP 1499899 A1 US 2006087911 A1 WO 2004008154 A1	05-02-2004 26-01-2005 27-04-2006 22-01-2004
US 4305668 A	15-12-1981	JP 5628207 B2 JP 556161826 A US 4305668 A	21-02-1987 12-12-1981 15-12-1981
JP 62079838 A	13-04-1987		
DE 1816710 A1	25-06-1970	DE 1816710 A1 GB 1199840 A	25-06-1970 22-07-1970
DE 202006001514 U1	06-04-2006	DE 202006001514 U1 EP 1815905 A2 US 2007177457 A1	06-04-2006 08-08-2007 02-08-2007
US 4109319 A	22-08-1978	KEINE	
DE 102007010616 A1	04-09-2008	AT 482021 T CA 2689653 A1 CN 101707941 A DE 102007010616 A1 EP 2117691 A1 JP 4906009 B2 JP 2010520038 A US 2010284238 A1 WO 2008107139 A1	15-10-2010 12-09-2008 12-05-2010 04-09-2008 18-11-2009 28-03-2012 10-06-2010 11-11-2010 12-09-2008
US 4702610 A	27-10-1987	KEINE	
DE 102004021665 A1	15-12-2005	CN 101184549 A DE 102004021665 A1 GB 2428390 A JP 2007536080 A US 2008159062 A1 WO 2005107931 A1	21-05-2008 15-12-2005 31-01-2007 13-12-2007 03-07-2008 17-11-2005
JP S51114767 A	08-10-1976	KEINE	

EPO FORM P0481

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

- DE 20018633 U1 [0007]
- US 5655836 A [0007]
- DE 10232202 A1 [0008]