

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 81101599.9

51 Int. Cl.³: **B 01 F 11/00**

B 01 F 13/08, B 01 L 11/00

22 Anmeldetag: 06.03.81

30 Priorität: 11.03.80 SE 8001912

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.09.81 Patentblatt 81/37

84 Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB LI SE

71 Anmelder: **CLINICON AB**
Box 148
S-161 26 Bromma(SE)

72 Erfinder: **Berglund, Erling**
Hällvägen 5
S-175 40 Järfälla(SE)

72 Erfinder: **Krook, Hans, Ing.**
Vallmovägen 32
S-191 43 Sollentuna(SE)

74 Vertreter: **Grussdorf, Jürgen, Dr. et al,**
Boehringer Mannheim GmbH Sandhofer Strasse 116
D-6800 Mannheim 31(DE)

54 **Vorrichtung zum Mischen einer Flüssigkeit in einem Untersuchungsröhrchen.**

57 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung, durch die ein Untersuchungsröhrchen 1 in eine oszillierende Bewegung versetzt wird, um seine Inhalt zu vermischen. Sie weist einen ringförmigen Halter 2, 3 auf, in dem das Untersuchungsröhrchen 1 mittels eines Flansches, der sich von dem Untersuchungsröhrchen 1 auswärts erstreckt, dergestalt aufgehängt ist, daß das Untersuchungsröhrchen 1 aus einer im wesentlichen vertikalen Ruhelage 5 nach allen Richtungen verschwenkt werden kann, wobei die maximale Ausschwingung beschränkt ist. Am Boden des Untersuchungsröhrchens 1 ist auf dessen Außenseite eine Platte 9 aus magnetisierbarem Material oder ein entsprechend geformter Permanentmagnet angeordnet, dessen magnetische Achse mit der Achse des Untersuchungsröhrchens 1 zusammenfällt. Eine Mehrzahl (beispielsweise vier) von Elektromagneten 10 bis 13 sind stationär angeordnet, wobei ihre jeweiligen ersten Pole 10b bis 13b in einem gewissen Abstand in einer horizontalen Ebene unter dem Unterende des Untersuchungsröhrchens liegen. Sie sind derartig angeordnet, daß die Pole auf einem Kreis liegen, durch dessen Zentrum die Achse 5 des Untersuchungsröhrchens 1 in seiner Ruhelage fuhr. Die gegenüberliegenden zweiten Pole der Elektromagneten sind mit einem gemeinsamen magnetisierbaren Polstück 15 verbunden, und die Elektromagneten 10 bis 13 werden in einer vorbestimmten Reihenfolge und mit einer vorbestimmten Polarität erregt, so

daß als Ergebnis des Zusammenwirkens der ersten Pole 10b bis 13b der Elektromagneten und der magnetisierbaren Platte bzw. des plattenförmigen Permanentmagneten 9 an dem Untersuchungsröhrchen 1 mit den ersten Polen das Untersuchungsröhrchen 1 in eine Nutationsbewegung um seine vertikale Ruhelage versetzt wird, wobei der Scheitelpunkt der Nutationsbewegung im wesentlichen im Zentrum des ringförmigen Halters liegt (Fig. 1).

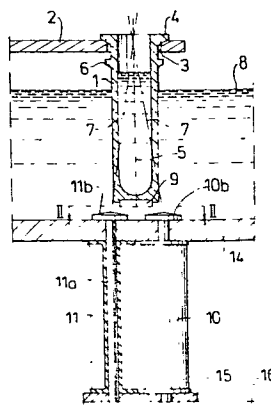


Fig. 1

Vorrichtung zum Mischen einer Flüssigkeit in einem
Untersuchungsröhrchen

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Mischen einer Flüssigkeit in einem Untersuchungsröhrchen.

- 5 In vielen Fällen besteht ein Bedürfnis nach einem automatisch arbeitenden Gerät, durch das der Inhalt eines Untersuchungsröhrchens geschüttelt oder gerührt werden kann, um beispielsweise eine gleichmäßige Verteilung der Konzentration oder Temperatur in einer Flüssigkeit zu erreichen, um verschiedene flüssige Bestandteile zu mischen oder um Ablagerungen zu verhindern. Die bisher bekannten Vorrichtungen zu diesem Zweck können im wesentlichen in drei Kategorien unterteilt werden. Zu der ersten Kategorie gehören Geräte, die einen stab- oder drahtartigen Rührer oder Mischer aufweisen, der in 10 den Inhalt eines Untersuchungsröhrchens eingetaucht und in eine Vibrations- oder Oszillationsbewegung versetzt werden kann. Die Konstruktion und Betriebsweise einer derartigen Einrichtung sind allerdings relativ kompliziert, wenn sie in einem Gerät benutzt wird, in dem, 15 wie beispielsweise in einem automatisch arbeitenden Analysegerät, eine große Zahl von Untersuchungsröhrchen automatisch nacheinander in eine Position gebracht werden sollen, in der die Vermischung des Inhalts der 20 Untersuchungsröhrchen bewirkt werden soll. Darüber hinaus besteht bei solchen Geräten ein erhebliches Risiko, daß 25

das Rührerbauteil beim Hineinfahren in und Zurückziehen aus aufeinander folgenden Teströhrchen Tröpfchen vom Inhalt eines Teströhrchens mitnimmt und diese Tröpfchen in das nächste Teströhrchen verschleppt, wodurch die Proben in den verschiedenen Teströhrchen verunreinigt werden.

Die zweite Kategorie betrifft Einrichtungen, bei denen jedes Teströhrchen ein bewegliches Rührerbauteil aus magnetisierbarem Material oder in Form eines Permanentmagneten einschließt, der durch ein außerhalb des Untersuchungsröhrchens erzeugtes sich änderndes magnetisches Feld in Rotation oder in anderer Weise in Bewegung versetzt werden kann. Das magnetische Feld wird beispielsweise durch Elektromagneten oder einen rotierenden Permanentmagneten erzeugt. Das Vorhandensein eines besonderen Rührkörpers in dem Untersuchungsröhrchen führt zu erheblichen Schwierigkeiten beim Reinigen des Röhrchens, wodurch das Risiko einer gegenseitigen Verunreinigung verschiedener Proben erhöht wird. Darüber hinaus dürfte es in vielen Fällen schwierig sein, eine zufriedenstellende Bewegung des Rührers zu erreichen. Die Verwendung eines rotierenden Permanentmagneten außerhalb des Untersuchungsröhrchens zum Antrieb des in dem Röhrchen untergebrachten Rührkörpers hat weiterhin den Nachteil, daß bewegliche Teile unmittelbar außerhalb des Untersuchungsröhrchens notwendig sind, was in manchen Fällen erhebliche Schwierigkeiten macht, da es erstrebenswert ist, wenn das Untersuchungsröhrchen in einem Thermostatisierungsbad eingetaucht ist, während sein Inhalt vermischt wird.

Die dritte Kategorie betrifft Einrichtungen, die einen mechanischen Vibrations- oder Schüttelmechanismus haben, der mechanisch mit dem Untersuchungsröhrchen verbunden ist, um dieses einer Vibrations- oder Schüttelbewegung zu unterwerfen. Auch bei einem derartigen Gerät sind mechanisch bewegliche Teile unmittelbar außerhalb des Untersuchungsröhrchens mit den zuvor erwähnten Nachteilen notwendig. Es dürfte außerdem häufig schwierig sein, das Untersuchungsröhrchen in einfacher und zuverlässiger Art und Weise mit der Vibrationseinrichtung mechanisch zu koppeln. Dies trifft insbesondere zu bei den zuvor erwähnten automatisch arbeitenden Analysegeräten, bei denen eine Möglichkeit bestehen muß, eine Vielzahl von Untersuchungsröhrchen nacheinander zu der Vibrationseinrichtung zu transportieren und aufeinander folgende Untersuchungsröhrchen vorübergehend damit zu verbinden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung der eingangs näher bezeichneten Art zu schaffen, mit deren Hilfe der Inhalt eines Untersuchungsröhrchens wirkungsvoll gemischt werden kann. Die Vorrichtung soll die Verwendung eines Rührkörpers oder von Rührelementen in dem Untersuchungsröhrchen selbst vermeiden und keine beweglichen Teile außerhalb des Untersuchungsröhrchens oder mechanische Verbindungen irgendwelcher Art zwischen dem Untersuchungsröhrchen und äußeren vibrierenden Elementen erfordern.

Erfindungsgemäß wird eine Vorrichtung der eingangs näher bezeichneten Art vorgeschlagen, die gekennzeichnet ist durch einen ringförmigen Halter, in dem das Untersuchungsröhrchen mittels eines Flansches, der sich von dem Unter-

suchungsröhrchen auswärts erstreckt und der auf dem ringförmigen Halter ruht, derart aufgehängt ist, daß das Untersuchungsröhrchen aus einer im wesentlichen vertikalen Ruhelage nach allen Richtungen schwingen kann, wobei die
5 maximale Ausschwingung beschränkt ist, ein magnetisches Bauteil, das am unteren Ende des Untersuchungsröhrchens befestigt ist, mindestens drei stationär angeordnete Elektromagnete mit jeweils einem ersten Pol und einem zweiten Pol, wobei die ersten Pole der Elektromagneten
10 so angeordnet sind, daß ihre Polflächen in einer gemeinsamen, im wesentlichen horizontalen Ebene liegen, und zwar mit Abstand unterhalb des Unterendes des Untersuchungsröhrchens und im wesentlichen auf einem Kreis, durch dessen Zentrum die Achse des Untersuchungsröhrchens in der
15 Ruhelage führt und eine Steuereinrichtung, durch die die Elektromagnete in einer solchen Sequenz einschaltbar sind, daß aufgrund der magnetischen Wechselwirkung zwischen dem magnetischen Bauteil an dem Untersuchungsröhrchen und den ersten Polen der Elektromagneten eine im wesentlichen
20 nutationsartige Rotation des Untersuchungsröhrchens um seine Ruhelage resultiert, wobei der Ruhepunkt der Nutationsbewegung im wesentlichen im Zentrum der ringförmigen Öffnung des Halters liegt. Es sei ausdrücklich hervorgehoben, daß der Begriff "magnetisch" hier so gebraucht ist,
25 daß er sowohl permanentmagnetische als auch magnetisierbare Objekte umfaßt.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung mehr ins Einzelne gehend dargestellten bevorzugten
30 Ausführungsbeispiels weiter beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Seitenansicht, teilweise im Schnitt, von einer erfindungsgemäßen Vorrichtung

und

Fig. 2 eine Schnittdarstellung entlang der Linie II-II
in Fig. 1 zur Verdeutlichung der relativen Posi-
tion der Pole des Elektromagneten.

Die in den Figuren beispielhaft dargestellte Ausführungs-
form der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist zur Benutzung
im Zusammenhang mit einem automatisch arbeitenden Analyse-
gerät vorgesehen, bei dem eine große Anzahl von Unter-
suchungsröhrchen 1, von denen nur eines dargestellt ist,
an der Peripherie eines teilweise dargestellten Drehti-
sches 2 angeordnet ist und vorwärts transportiert wird, wo-
bei der Drehtisch sich um eine nicht dargestellte Rota-
tionsachse dreht. Auf diese Weise können die Teströhrchen
nacheinander an mindestens eine Position transportiert
werden, in der sie vibriert oder herumgeschwenkt werden,
um eine Durchmischung ihres Inhaltes zu bewirken.

Zu diesem Zweck hat der Drehtisch 2 an seiner Peripherie
ringförmige Öffnungen 3, deren Anzahl der Anzahl der Unter-
suchungsröhrchen entspricht, die er tragen soll. Durch die-
se Öffnungen 3 können sich die Untersuchungsröhrchen 1 er-
strecken. Jedes Untersuchungsröhrchen 1 hat in der Nähe
seines offenen Endes einen als umlaufende Lippe ausgebil-
deten Flansch 4, der auf der Kante der zugehörigen Öffnung
3 ruht. Vorteilhafterweise ist die Unterseite der Lippe 4
ebenso wie die Kante der zugehörigen Öffnung 3 konisch ab-
geschrägt. Der Durchmesser der Öffnungen 3 ist größer als
der Außendurchmesser der Untersuchungsröhrchen 1. Dadurch
kann das Teströhrchen 1 aus seiner in der Figur durch die
strichpunktierte Linie 5 dargestellten vertikalen Ruhe-

position in alle Richtungen frei schwingen. Das Untersuchungsröhrchen 1 weist vorteilhafterweise außerdem eine weitere umlaufende ringförmige Lippe 6 auf, die so auf dem Untersuchungsröhrchen angeordnet ist, daß sie sich mit einem gewissen Mindestabstand unterhalb der unteren Oberfläche des Drehtisches 2 befindet und somit mit dieser unteren Oberfläche dergestalt zusammenwirkt, daß die maximale Ausschwingung des Untersuchungsröhrchens 1 auf eine maximal zulässige Schräglage beschränkt ist, die in der Fig. 1 durch die beiden strichpunktiierten Linien 7 angedeutet ist. Das Untersuchungsröhrchen 1, das an dem Drehtisch 2 aufgehängt ist, kann beispielsweise in einem Thermostatisierungsbad 8 eingetaucht sein, welches in der Zeichnung nur teilweise dargestellt ist und dem Zweck dient, den Inhalt der Untersuchungsröhrchen bei einer bestimmten Temperatur konstant zu halten.

Um die Untersuchungsröhrchen in eine Schwingbewegung versetzen zu können und somit deren Inhalt zu mischen oder umzurühren, besitzt jedes Untersuchungsröhrchen an seinem geschlossenen Ende, genauer gesagt an dessen äußerer Oberfläche, eine festangebrachte Scheibe oder Platte 9 aus einem magnetisierbaren Material. An der Stelle, an der die Untersuchungsröhrchen oszilliert werden sollen, sind vier Elektromagneten 10, 11, 12 und 13 (von denen nur die Elektromagneten 10 und 11 in der Fig. 1 sichtbar sind) angeordnet. Wie man aus Fig. 1 ansehen kann, sind die Elektromagneten unterhalb des Bodens 14 des Bades 8 angeordnet, wobei ihre Eisenkerne, beispielsweise 11a, sich durch den Boden 14 des Bades 8 erstrecken. Auf der oberen Oberfläche des Bodens 14 befindet sich zu jedem Kern jeweils die eine, als Verankerungsplatte ausgebildete Polfläche 10b,

- 7 -

11b, 12b und 13b. Die gegenüberliegenden Enden der Kerne der verschiedenen Magnete sind mit einem gemeinsamen magnetisierbaren Polstück 15 verbunden und können in besonders bevorzugter Weise eine Platine für eine gedruckte Schaltung oder ein ähnliches Element tragen, welches die Schaltungen zur Kontrolle der Erregung der Magneten beinhaltet. Wie aus Fig. 2 zu ersehen ist, ist jede Polfläche 10b, 11b, 12b, 13b jeweils in einer Ecke eines Quadrates angeordnet, dessen Zentrum unterhalb der Ruheposition der magnetisierbaren Platte 9 am Boden des Untersuchungsröhrchens 1 liegt, d.h. die Polflächen sind gleichmäßig auf einem Kreis verteilt, durch dessen Zentrum die Mittellinie 5 des Untersuchungsröhrchens 1 in dessen Ruheposition verläuft.

Wenn das Untersuchungsröhrchen in Schwingungen oder Oszillationen versetzt werden soll, werden die Elektromagneten in einer vorbestimmten Reihenfolge eingeschaltet, und zwar dergestalt, daß zu einem bestimmten Zeitpunkt zwei jeweils benachbarte Polflächen 10b bis 13b gleichzeitig, aber mit jeweils entgegengesetzten Polaritäten, magnetisiert sind und das Paar der gleichzeitig magnetisierten Polflächen kontinuierlich in einer bestimmten Richtung auf dem Kreis verlagert wird, auf dem die Polflächen liegen. Wenn also beispielsweise zu einem bestimmten Zeitpunkt die Polflächen 10b und 11b gleichzeitig magnetisiert sind, wobei die Polfläche 10b die Polarität N und die Polfläche 11b die Polarität S hat, so werden im folgenden Zeitintervall die Polflächen 11b und 12b gleichzeitig magnetisiert, wobei die Polfläche 11b eine S-Polarität und die Polfläche 12b die Polarität N hat. In dem darauf folgenden Zeitintervall werden die Polflächen 12b und 13b

simultan magnetisiert, wobei die Polfläche 12b die N-Polarität und die Polfläche 13b die S-Polarität aufweist. In dem darauf folgenden Zeitintervall schließlich, dem letzten Magnetisierungsintervall einer Folge, werden die Polflächen 13b und 10b gleichzeitig magnetisiert, wobei die Polfläche 13b die S-Polarität und die Polfläche 10b die N-Polarität aufweist. Diese Folge, die bei der Einschaltung oder Erregung der verschiedenen Elektromagneten wiederholt wird und das Zusammenwirken zwischen den vorübergehend magnetisierten Polflächen und der magnetisierbaren Platte 9 am Boden des jeweiligen Untersuchungsröhrchens führt dazu, daß das Untersuchungsröhrchen oszilliert und dabei eine Nutationsbewegung ausführt, d.h. sich auf einer imaginären konischen Oberfläche bewegt, beispielsweise der durch die strichpunktierten Linien 7 angedeuteten Oberfläche, wobei sich der Scheitelpunkt im wesentlichen im Zentrum der Öffnung 3 der Platte 2 befindet. Als Ergebnis dieser Nutationsbewegung wird die Flüssigkeit in dem Untersuchungsröhrchen an dessen Wand entlang herumgeschleudert, wobei die Flüssigkeit sehr wirkungsvoll gemischt wird. Die Geschwindigkeit, mit der das Untersuchungsröhrchen bewegt wird, kann durch die Frequenz, mit der die Elektromagnete 10 bis 13 erregt werden, bestimmt werden. Auf diese Weise kann die Geschwindigkeit so eingestellt werden, daß eine möglichst wirksame Durchmischung erreicht wird.

Man erkennt leicht, daß bei der oben beschriebenen Reihenfolge der Erregung jeder der Elektromagneten 10 bis 13, jedesmal wenn er erregt wird, jeweils die gleiche Polarität hat. Dies ist besonders vorteilhaft, da dadurch die elektrische Schaltung zum sequenziellen Einschalten der

- 9 -

Elektromagnete vereinfacht wird, jedoch ist es nicht unbedingt notwendig zum Betrieb des Gerätes. Die Polflächen 10b bis 13b der Elektromagneten können beispielsweise auch in der folgenden Reihenfolge magnetisch erregt werden:

		Polfläche			
		10b	11b	12b	13b
5	Stufe 1	N	S		
10	Stufe 2		N	S	
	Stufe 3			N	S
	Stufe 4	S			N

Praktische Versuche haben jedoch ergeben, daß diese Ausführungsform des erfindungsgemäßen Gerätes in manchen Fällen empfindlich gegenüber Unterschieden in der Größe des Luftspaltes zwischen der magnetisierbaren Platte 9 an dem Untersuchungsröhrchen 1 und den Polflächen 10b bis 13b der Elektromagnete 10 bis 13 sein kann.

Dieses Problem wird vermieden, wenn gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung die magnetisierbare Platte 9 am Boden des Untersuchungsröhrchens 1 durch einen platten- oder scheibenförmigen Permanentmagneten ersetzt wird, dessen magnetische Achse mit der Achse des Teströhrchens 1 zusammenfällt, d.h. der scheibenförmige Magnet hat einen seiner magnetischen Pole an seiner oberen Oberfläche und den zweiten magnetischen Pol mit der entgegengesetzten Polarität an seiner unteren Oberfläche.

Bei einer derartigen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Gerätes können die Elektromagneten 10 bis 13 bevorzugt in

- 10 -

einer solchen Reihenfolge erregt werden, daß zu jedem Zeitpunkt ein einziger Elektromagnet, beispielsweise der Elektromagnet 10, mit Energie versorgt wird, so daß seine Polfläche 10b mit einer bestimmten Polarität magnetisiert ist, beispielsweise als Nordpol (N). Diese Erregung wird dann kontinuierlich in einer bestimmten Richtung um den Kreis der Elektromagneten 10 bis 13 herum verlagert. Die Reihenfolge der Magnetisierung der Polflächen 10b bis 13b kann beispielsweise folgende sein:

	Polfläche			
	10b	11b	12b	13b
Stufe 1	N	(S)	(S)	(S)
Stufe 2	(S)	N	(S)	(S)
Stufe 3	(S)	(S)	N	(S)
Stufe 4	(S)	(S)	(S)	N

In dieser Tabelle werden Klammern benutzt, um anzuzeigen, daß die betreffende Polfläche die in Klammern angegebene Polarität annimmt, obwohl der Elektromagnet, zu dem sie gehört, zu dem jeweiligen Zeitpunkt nicht mit Energie versorgt wird. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Kerne der Elektromagneten 10 bis 13 an ihren unteren Enden durch ein magnetisierbares Polstück 15 miteinander verbunden sind. Wenn der scheibenförmige Permanentmagnet 9 am Boden des Untersuchungsröhrchens 1 so ausgerichtet ist, daß sein Südpol nach unten zu den Polflächen 10b bis 13b weist, so wird er zu der Polfläche hingezogen, die zu einem gegebenen Zeitpunkt mit N-Polarität magnetisiert ist. Im Ergebnis wird das Untersuchungsröhrchen 1 in eine Nutationsbewegung versetzt, wie weiter oben beschrieben wurde. Diese Bewegung ist bei dieser Ausführungsform der Erfindung jedoch defi-

nierter und weniger stark abhängig von der Größe des Luftspaltes zwischen dem Permanentmagneten 9 und den Polflächen 10b bis 13b als bei der zuerst beschriebenen Ausführungsform des Gerätes.

5

Eine noch bessere und zuverlässigere Betriebsweise des Gerätes kann erreicht werden, wenn die Platte oder Scheibe 9 wie zuvor beschrieben als Permanentmagnet ausgeführt ist, aber die Elektromagneten 10 bis 13 in einer solchen Folge und mit solchen Polaritäten eingeschaltet werden, daß zu einem gegebenen Zeitpunkt zwei jeweils benachbarte Elektromagneten gleichzeitig mit einer solchen Stromrichtung mit Energie versorgt werden, daß ihre Polflächen die gleiche Polarität haben und das Paar von gleichzeitig erregten Elektromagneten kontinuierlich um den Kreis der Elektromagneten 10 bis 13 herumwandert. Die Magnetisierungsfolge der Polflächen 10b bis 13b ist in diesem Fall beispielsweise die folgende:

10

15

20

25

		Polfläche			
		10b	11b	12b	13b
Stufe 1		N	N	(S)	(S)
Stufe 2		(S)	N	N	(S)
Stufe 3		(S)	(S)	N	N
Stufe 4		N	(S)	(S)	N

30

Die Klammern () werden hier mit der gleichen Bedeutung wie bei der vorhergehenden Tabelle benutzt. In diesem Fall wird der Permanentmagnet 9 an dem Untersuchungs-
röhrchen 1 zu jedem Zeitpunkt zu dem Polflächenpaar 10b bis 13b hingezogen, welches zu dem betreffenden Zeitpunkt

mit der Polarität magnetisiert ist, die der unteren Oberfläche des Permanentmagneten entgegengesetzt ist. Dadurch wird das Untersuchungsröhrchen in eine Nutationsbewegung der zuvor beschriebenen Art versetzt. Man erkennt leicht,
5 daß es in diesem Fall unwesentlich ist, welche Polarität der Permanentmagnet 9 an seiner unteren Oberfläche aufweist.

Obwohl die dargestellten und beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung jeweils vier Elektromagneten 10 bis 13
10 aufweisen und sich diese Zahl praktisch bewährt hat, sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Zahl der zur Anwendung kommenden Magneten größer oder kleiner als vier, beispielsweise drei, fünf oder sechs sein kann. Das erfindungsgemäße Gerät kann auch in anderer Beziehung im Rahmen
15 der Erfindung modifiziert werden. Es ist außerdem leicht einzusehen, daß die erfindungsgemäße Vorrichtung auch in Verbindung mit anderen Apparaten als einem automatischen Analysegerät der in Fig. 1 schematisch dargestellten Art
20 vorteilhaft verwendet werden kann.

25

30

A n s p r ü c h e

1. Vorrichtung zum Mischen einer Flüssigkeit in einem
Untersuchungsröhrchen, gekennzeichnet durch
einen ringförmigen Halter (2, 3), in dem das Unter-
suchungsröhrchen (1) mittels eines Flansches (4),
5 der sich von dem Untersuchungsröhrchen (1) auswärts
erstreckt und auf dem ringförmigen Halter (2, 3) ruht,
derart aufgehängt ist, daß das Untersuchungsröhrchen
(1) aus einer im wesentlichen vertikalen Ruhelage (5)
nach allen Richtungen schwingen kann, wobei die maxi-
10 male Ausschwingung beschränkt ist,
ein magnetisches Bauteil (9), das am unteren Ende des
Untersuchungsröhrchens (1) befestigt ist,
mindestens drei stationär angeordnete Elektromagnete
(10 bis 13) mit jeweils einem ersten Pol (10b bis 13b)
15 und einem zweiten Pol, wobei die ersten Pole der Elektro-
magneten so angeordnet sind, daß ihre Polflächen in
einer gemeinsamen, im wesentlichen horizontalen Ebene
liegen, und zwar mit Abstand unterhalb des unteren Endes
des Untersuchungsröhrchens (1) und im wesentlichen auf
20 einem Kreis, durch dessen Zentrum die Achse (5) des
Untersuchungsröhrchens (1) in der Ruhelage führt
und eine Steuereinrichtung, durch die die Elektromag-
nete (10 bis 13) in einer solchen Sequenz einschaltbar
sind, daß aufgrund der magnetischen Wechselwirkung
25 zwischen dem magnetischen Bauteil (9) an dem Unter-
suchungsröhrchen (1) und den ersten Polen (10b bis 13b)
der Elektromagneten eine im wesentlichen nutationsartige
Rotation des Untersuchungsröhrchens um seine Ruhelage
resultiert, wobei der Ruhepunkt der Nutationsbewegung
30 im wesentlichen im Zentrum der ringförmigen Öffnung (3)
des Halters (2) liegt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß das magnetische Bauteil (9) an dem Untersuchungs-
röhrchen (1) aus magnetisierbarem Material besteht
und daß die Elektromagnete⁽¹⁰⁻¹³⁾ in einer solchen Sequenz
5 und mit solcher Polarität angesteuert werden, daß
zu jedem Zeitpunkt zwei jeweils benachbarte von den
ersten Polen^(10b-13b) simultan mit entgegengesetzter Polarität
eingeschaltet werden und daß das Paar simultan einge-
schalteter Elektromagneten kontinuierlich um den Kreis
10 der ersten Pole herum verlagert wird.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
daß eine gerade Zahl von Elektromagneten (10 bis 13)
vorgesehen ist und jeder Elektromagnet (10 bis 13)
15 bei jedem Einschalten mit der jeweils gleichen Pola-
rität magnetisiert wird.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß das magnetische Bauteil (9) an dem Untersuchungs-
20 röhrchen (1) ein Permanentmagnet ist, der so orientiert
ist, daß seine magnetische Achse im wesentlichen mit
der Achse des Untersuchungsröhrchens (1) zusammenfällt
und daß die Elektromagnete (10 bis 13) in einer solchen
Folge und mit einer solchen Polarität eingeschaltet
25 werden, daß zu jedem Zeitpunkt einer der ersten Pole
(10b bis 13b) mit einer ersten Polarität magnetisiert
ist, während die übrigen ersten Pole mit der zweiten,
entgegengesetzten Polarität magnetisiert sind und daß
30 der erste Pol, der mit der ersten Polarität magnetisiert
ist, kontinuierlich um den Kreis der ersten Pole herum
verlagert wird.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß das magnetische Bauteil (9) an dem Untersuchungs-
röhrchen (1) ein Permanentmagnet ist, der so orientiert
ist, daß seine magnetische Achse im wesentlichen mit
5 der Achse des Untersuchungsrohrs (1) zusammenfällt
und daß die Elektromagnete (10 bis 13) in einer sol-
chen Folge und mit einer solchen Polarität eingeschaltet
werden, daß zu jedem Zeitpunkt zwei jeweils benachbarte
von den ersten Polen (10b bis 13b) simultan mit einer
10 ersten Polarität magnetisiert sind, während die übrigen
ersten Pole mit der zweiten entgegengesetzten Polarität
magnetisiert sind und daß das Paar benachbarter erster
Pole, das mit der ersten Polarität magnetisiert ist,
kontinuierlich um den Kreis der ersten Pole herum ver-
15 lagert wird.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch
gekennzeichnet, daß der Permanentmagnet (9) an dem
Untersuchungsrohr (1) so orientiert ist, daß der
20 Pol mit der zweiten Polarität den ersten Polen (10b bis
13b) der Elektromagneten (10 bis 13) näher ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch
gekennzeichnet, daß die zweiten Pole der Elektromagneten
25 (10 bis 13) mit einem magnetisierbaren Polstück (15) in
Kontakt stehen, welches allen Elektromagneten gemeinsam
ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch
30 gekennzeichnet, daß die Elektromagnete (10 bis 13) Stab-
magnete sind und parallel zueinander nebeneinander ange-
ordnet sind.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das magnetische Bauteil (9) als Platte ausgebildet ist, die an der Außenseite des Bodens des Untersuchungsröhrchens (1) befestigt ist.

5

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Flansch (4) an dem Untersuchungsröhrchen (1) eine konisch abgeschrägte Unterkante hat und daß die Kante des ringförmigen Halters (2, 3), der das Untersuchungsröhrchen (1) trägt, eine entsprechende konische Abschrägung aufweist.

10

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Untersuchungsröhrchen (1) einen weiteren, äußeren ringförmigen Flansch (6) hat, der mit einem solchen Abstand von dem auf dem ringförmigen Halter (2, 3) ruhenden Flansch (4) angeordnet ist, daß sich dieser Flansch (6) in einem derartigen Abstand von der Unterseite des ringförmigen Halters (2, 3) befindet, daß er mit diesem Halter dergestalt zusammenwirkt, daß der Maximalbetrag, um den das Untersuchungsröhrchen (1) aus seiner Ruhelage (5) herausschwingen kann, beschränkt ist.

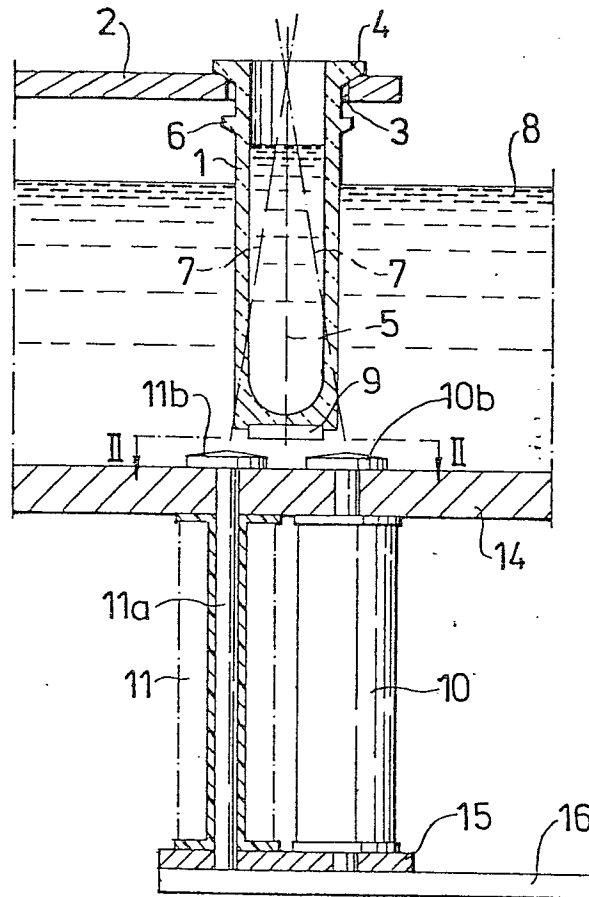
15

20

25

30

1/1

Fig. 1*Fig. 2*