



**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

## ⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑯ Gesuchsnummer: 5440/80

⑬ Inhaber:  
ERNO Raumfahrttechnik Gesellschaft mit  
beschränkter Haftung, Bremen 1 (DE)

⑭ Anmeldungsdatum: 15.07.1980

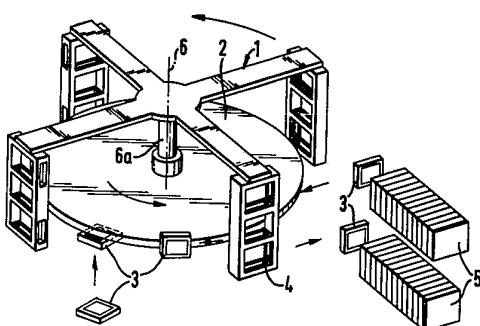
⑭ Erfinder:  
Dietrich, Jürgen, Lilienthal (DE)  
Klotz, Hansjörg, Dr.-Ing., Sottrum (DE)  
Hofer, Bernd, Dr. rer. nat., Lemwerder (DE)

⑯ Patent erteilt: 15.11.1985

⑯ Vertreter:  
Bovard AG, Bern 25

### ⑤ Zentrifuge sowie Anordnung mit einer Zentrifuge.

⑥ Um die Prüflinge ohne Betriebsunterbrechung beliebig auswechseln zu können, ist koaxial zum Zentrifugenrotor (1) mindestens ein zweiter Rotor (2) axial verschiebbar angeordnet. Dessen Drehzahl ist unabhängig von der Drehzahl des Zentrifugenrotors (1) regelbar. Der zweite Rotor (2) weist Vorrichtungen zur Aufnahme der Prüflinge (3) auf, um die Prüflinge (3) vom zweiten Rotor (2) nach Synchronisierung der Drehzahlen beider Rotor (1) und Phasenausrichtung mittels Regeleinrichtungen auf den Zentrifugenrotor (1) zu übertragen bzw. von ihm zu übernehmen. Das kann in radialer oder achsparalleler Richtung erfolgen.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Zentrifuge, insbesondere für Versuche aus dem Bereich der Biophysik mit variabler Beschleunigung und/oder variabler Einwirkungsdauer, mit einem Zentrifugenrotor zur Aufnahme von den Zentrifugalkräften zu unterwerfenden Prüflingen und mit Regeleinrichtungen zur Beeinflussung der Zentrifugenrotordrehzahl, dadurch gekennzeichnet, dass koaxial mit dem Zentrifugenmotor (1, 11, 21, 31, 51) mindestens ein zweiter Rotor (2, 12a, 12b) axial verschiebbar angeordnet ist, dessen Drehzahl unabhängig von der Drehzahl des Zentrifugenrotors (1, 11, 21, 31, 51) regelbar ist und dass der zweite Rotor (2, 12a, 12b) Vorrichtungen zur Aufnahme der Prüflinge (3, 13) aufweist, um die Prüflinge (3, 13) vom zweiten Rotor (2, 12a, 12b) nach Synchronisierung der Drehzahl und Phasenausrichtung beider Rotoren (1, 11, 21, 31, 51; 2, 12a, 12b) mittels Regeleinrichtungen auf den Zentrifugenmotor (1, 11, 21, 31, 51) zu übertragen.

2. Zentrifuge nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Antrieb des Zentrifugenrotors (1, 11, 21, 31, 51) und des zweiten Rotors (2, 12a, 12b) mittels Drehstrom-Synchronmotoren gleicher Polpaarzahl erfolgt.

3. Zentrifuge nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Antrieb des Zentrifugenrotors (1, 11, 21, 31, 51) und des zweiten Rotors (2, 12a, 12b) mittels eines drehzahlgeregelten Gleichstrom-Nebenschlussmotors erfolgt, wobei die Synchronisierung durch Aufschaltung der Phasenlage auf den Drehzahlregler des zweiten Rotors (2, 12a, 12b) bewirkbar ist.

4. Anordnung mit einer Zentrifuge nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in der Rotorachse (26) ein mit der halben Drehzahl des Zentrifugenrotors (21) umlaufender Spiegel (27) angeordnet ist und dass außerhalb der Zentrifuge ortsfest eine Kamera (28), zur Beobachtung und Registrierung der Zustände im jeweils zu untersuchenden Prüfling angeordnet ist (Fig. 3).

5. Anordnung mit einer Zentrifuge nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

a) dass in der Rotorachse (36) ein mit gleicher Drehzahl wie der Zentrifugenmotor (31) umlaufender Spiegel (37) angeordnet ist, dessen Flächennormale einerseits mit der Rotorachse (36) und andererseits mit dem die Rotorachse (36) mit dem jeweils zu untersuchenden Prüfling (33) verbindenden Radius (33a) je einen Winkel von 45° bildet,

b) dass in der Rotorwelle (36a) oberhalb des Spiegels (37) ein Dove-Prisma (41), angeordnet ist, das mit der halben Zentrifugenrotordrehzahl umläuft,

c) dass oberhalb des bildendrehenden Elementes (41) in der Rotorachse (36) ortsfest ein zweiter Spiegel (40) angeordnet ist, dessen Flächennormale einerseits mit der Rotorachse (36) und andererseits mit der Verbindungsleitung (42) zwischen dem zweiten Spiegel (40) und einer lichtoptischen Registrierseinrichtung (38) je einen Winkel von 45° einschließt und

d) dass letztere außerhalb der Zentrifuge ortsfest angeordnet ist (Fig. 4).

6. Anordnung mit einer Zentrifuge nach Patentanspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass seitlich und oben bzw. unterhalb des jeweils im Strahlengang befindlichen Prüflings (53) Spiegelflächen (62a, 62b) unter einem Winkel von 45° zum die Rotorachse (56) mit dem genannten Prüfling verbindenden Radius (53a) angeordnet sind und dass diesen Spiegelflächen zugeordnete, weitere Spiegelflächen (63a, 63b) neben dem ersten Spiegel (57) vorhanden sind (Fig. 5).

7. Verfahren zum Betrieb der Zentrifuge nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Prüflingsübergabe vom zweiten Rotor auf den Zentrifugenmotor in radialer Richtung oder achsenparalleler Richtung erfolgt.

Die Erfindung betrifft eine Zentrifuge gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie Anordnungen mit einer Zentrifuge.

Im Zusammenhang mit der Raumfahrt ist es von grossem Interesse, den Einfluss der Schwerelosigkeit sowohl als auch von Beschleunigungen, die grösser als die Erdbeschleunigungen sind, auf lebende Organismen zu erforschen. Dabei ist es üblich, für die Untersuchungen des Einflusses grösserer Beschleunigungen Zentrifugen zu verwenden, da in diesem Falle lediglich die Drehzahl und der Durchmesser der Zentrifugen die auftretenden Beschleunigungskräfte bestimmt. Aus diesem Grunde sind bereits zahlreiche Zentrifugenkonstruktionen für diese Zwecke bekannt geworden.

Von besonderem Interesse sind in letzter Zeit Untersuchungen bei variabler Beschleunigung geworden, wobei man Wert darauf legt, unter Umständen neue Prüflinge auf laufende Zentrifugen aufzubringen. Das ist selbstverständlich mit grösseren Schwierigkeiten verbunden, wenn die zu untersuchenden Prüflinge, gegebenenfalls mit besonderen Trägern, aus dem Ruhezustand plötzlich auf eine sich drehende Zentrifuge aufgebracht werden sollen. Außerdem ist es dabei wünschenswert, die Auswirkungen dieser plötzlichen Beschleunigungen aber auch der Dauerwirkung unter dem Einfluss grösserer Beschleunigungen ständig unter Kontrolle zu behalten, insbesondere unter Sichtkontrolle. Für alle diese Zwecke haben sich die bekannten Zentrifugen aus verschiedenen Gründen nicht geeignet.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung einer Zentrifuge der eingangs genannten Art, die die Nachteile bekannter Ausführungen nicht aufweist und die insbesondere einerseits ohne Schwierigkeiten das Aufbringen von zu untersuchenden Prüflingen, gegebenenfalls in besonderen Trägern, auf eine laufende Zentrifuge ermöglicht und die darüber hinaus noch eine ständige Sichtkontrolle der Prüflinge zulässt. Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 definierten Massnahmen gelöst.

Besonders vorteilhafte Ausgestaltungen der Zentrifuge sind in den Patentansprüchen 2 und 9, eine Anordnung mit einer Zentrifuge in den Patentansprüchen 4 und 6 sowie ein Verfahren zum Betrieb der Zentrifuge im Anspruch 1 umschrieben.

Eine solche Zentrifuge erlaubt es, zu untersuchende Prüflinge aus dem Ruhezustand langsam zu beschleunigen, bis sie die gleiche Umlaufgeschwindigkeit wie der Zentrifugenmotor selbst haben, so dass eine einfache Übergabe vom Hilfsrotor auf den Zentrifugenmotor mittels an sich bekannter Massnahmen möglich ist. Diese Massnahmen können entweder rein mechanischer Art sein, indem etwa Greifer den Prüfling bzw. den Prüfling mit seinem Träger vom Hilfsrotor auf den Zentrifugenmotor bzw. geeignete Halterungen übertragen, die an letzterem angebracht sind. Es ist aber auch möglich, elektromagnetische Mittel für diese Zwecke zu verwenden. So können insbesondere auch leicht Vergleiche zwischen gleichartigen Prüflingen angestellt werden, von denen die einen bereits längere Zeit den Beschleunigungen der laufenden Zentrifuge ausgesetzt sind, während andere Prüflinge erst neu diesen Einflüssen ausgesetzt werden.

Die für die Beobachtungskontrolle vorgesehenen Massnahmen erlauben eine dauernde Beobachtung, wobei in der einfacheren Ausführungsform nur kurze Unterbrechungsphasen eintreten, während die fortschrittlichere Methode sogar eine ununterbrochene Beobachtung ermöglicht. Das ist besonders dann von Vorteil, wenn zur Registrierung Film-aufnahmekameras oder Fernsehmonitore verwendet werden sollen. Die zweite Beobachtungsmethode erlaubt darüber hinaus noch eine ständige Beobachtung unter stets gleichem Blickwinkel.

Bevorzugte Ausführungsformen des Erfindungsgegenstands werden nachstehend anhand der Zeichnungen näher beschrieben, dabei zeigen schematisch und mit Ausnahme von Fig. 5 schaubildlich:

Fig. 1 eine Zentrifuge mit einem axial verschiebbaren Hilfsrotor, bei dem die Übergabe der zu untersuchenden Objekte bzw. Objektträger in radialer Richtung erfolgt;

Fig. 2 eine zweite Zentrifuge mit zwei Hilfsrotoren, bei der die Objektübergabe sowohl zum Zentrifugenmotor hin wie von ihm weg in achsparalleler Richtung erfolgt;

Fig. 3 eine Beobachtungseinrichtung mit ortsfester Kamera;

Fig. 4 eine zweite Beobachtungseinrichtung mit einer ortsfesten Registriereinrichtung, die insbesondere für Laufbildregistrierungen geeignet ist, und

Fig. 5 eine Ergänzungseinrichtung, die eine ständige Beobachtung der zu untersuchenden Objekte unter verschiedenen Blickwinkeln zulässt, in Draufsicht.

Bei der Zentrifuge der Fig. 1 weist der Rotor 1 mehrere Halterungen 4 für Objektträger auf, in denen die zu untersuchenden Objekte aufgenommen werden. Koaxial zur Zentrifuge ist ein Hilfsrotor 2 axial verschiebbar auf der Welle 6a der Zentrifuge gelagert. Der Hilfsrotor 2 besitzt einen eigenen, nicht dargestellten Antrieb, so dass der Hilfsrotor 2 unabhängig vom Bewegungszustand des Zentrifugenrotors 1 gehalten bzw. beschleunigt werden kann. Zur Aufnahme neuer Objektträger 3 wird der Hilfsrotor 2 gehalten und dabei gleichzeitig durch axiale Verschiebung auf der Welle 6a aus dem Bereich des Zentrifugenrotors 1 entfernt. Nach dem Anbringen neuer Objektträger 3, die beispielsweise Magazine 5 entnommen werden können, an nicht dargestellten Halterungen des Hilfsrotors 2 wird dieser durch seinen eigenen Antrieb so lange beschleunigt, bis er die gleiche Drehzahl wie der Zentrifugenmotor 1 erreicht hat. Durch nicht dargestellte Regeleinrichtungen wird die gleiche Phasenlage erzwungen, so dass der Objektträger 3 auf dem Hilfsrotor 2 in den Bereich der Halterungen 4 gelangen kann. In diesem Zeitpunkt erfolgt die Übergabe der Objektträger 3 vom Hilfsrotor 2 auf den Zentrifugenmotor 1. In Fig. 1 sind die Halterungen 4 so ausgebildet, dass für die Objektträger mehrere Stationen an den Halterungen 4 vorgesehen sind. Dabei kann beispielsweise die unterste Station die Übernahmestation sein, die mittlere Station, in die die Objektträger durch achsparallele Verschiebung innerhalb der Halterungen 4 gelangen, als Beobachtungsstation dienen, während die oberste Station als Abgabestation der Objektträger vom Zentrifugenmotor 1 auf den Hilfsrotor 2 ausgebildet sein kann. Die dazu erforderlichen Transportmöglichkeiten an den Halterungen 4 sind an sich bekannt und deswegen hier nicht näher dargestellt.

Bei der zweiten Zentrifuge der Fig. 2 ist der Rotor 11 nur als Scheibe dargestellt, auf der nur ein Objektträger 13 angeordnet ist. Die Hilfsrotoren 12a, 12b, die wiederum axial auf der Welle 16a der Zentrifuge verschiebbar sind und die eigene Antriebe aufweisen, dienen der Zuführung neuer Objektträger auf den Zentrifugenmotor 11 bzw. der Entnahme bereits untersuchter Objektträger vom Zentrifugenmotor 11.

Die Fig. 3 zeigt eine Beobachtungs- und Registriereinrichtung für die neue Zentrifuge. Der Zentrifugenmotor 21 dreht sich mit seiner Welle 26a um die Achse 26, die die spiegelnde Fläche eines geneigten Reflektors 27 schneidet. Der

Reflektor 27 steht über ein Getriebe 29 mit der Welle 26a derart in Verbindung, dass der Reflektor 27 sich nur mit der halben Drehzahl des Zentrifugenmotors 21 um die Achse 26a dreht. Das Objekt 23 steht dadurch ständig im Strahlengang 5 der Registriereinrichtung 28 und des Reflektors 27. Die Achse dieser Registriereinrichtung 28 ist zwischen dem Reflektor 27 und dem Objekt 23 mit 23a bezeichnet. Diese Beobachtungseinrichtung führt allerdings dazu, dass die Beobachtung bei jeder Umdrehung des Zentrifugenmotors 21 zweimal 10 unterbrochen wird, und zwar einmal, wenn der Objektträger 23 zwischen dem Reflektor 27 und der Beobachtungseinrichtung 28 steht und das andere Mal, wenn sich der Reflektor 27 zwischen dem Objektträger 23 und der Beobachtungseinrichtung 28 befindet.

Die zweite etwas aufwendigere Beobachtungseinrichtung der Fig. 4 ist frei von derartigen Beobachtungspausen. In diesem Fall ist auf dem Zentrifugenmotor 31, der sich mit seiner Welle 36a um die Achse 36 dreht, nur ein Objektträger 33 mit dem zu beobachtenden Objekt dargestellt. Letzterer 20 steht über dem Spiegel 37, dessen Spiegelfläche unter 45° gegenüber der Rotorebene geneigt ist und der von der Achse 36 geschnitten wird, ein bildrehendes Element 41, beispielsweise ein Dove-Prisma, dessen Längsachse mit der Achse 36 der Zentrifuge zusammenfällt, und den Spiegel 40, dessen 25 Spiegelfläche wiederum unter 45° gegenüber der Rotorebene unter der Beobachtung der Registriervorrichtung 38 geneigt ist, die beispielsweise eine Fernsehkamera sein kann. Der Spiegel 37 ist so in der Hohlwelle 36a angeordnet, dass er sich ständig mit dieser Welle dreht und damit die gleiche 30 Drehzahl wie der Zentrifugenmotor 31 aufweist. Das in der Hohlwelle 36a angeordnete, bildrehende Element 41 steht über ein Getriebe 39 so mit dieser Welle in Verbindung, dass es sich mit der halben Drehzahl um die Achse 36 dreht. Schliesslich ist der Spiegel 40 ebenso wie die Registriereinrichtung 38 ortsfest angebracht. Mit Hilfe des bildrehenden Elementes 41 wird dabei das mit der Zentrifuge 31 umlaufende Objekt 33 als ortsfestes Bild in die Registriereinrichtung 38 abgebildet. Dadurch ist die Dauerbeobachtung eines scheinbar stillstehenden Objektes möglich.

Die Ergänzungseinrichtung der Fig. 5 ermöglicht die Beobachtung eines Objekts 53 unter verschiedensten Blickwinkeln. Mittels der Hilfsspiegel 62a, 62b, die seitlich des Objekts 53 auf dem Zentrifugenmotor 51 befestigt sind, und der weiteren Hilfsspiegel 63a, 63b, die seitlich des Hauptspiegels 56 vorgesehen sind, ist eine seitliche Beobachtung des Objekts 53 möglich. Auf diese Weise können insbesondere Auswirkungen der Beschleunigung in der Wirkungsrichtung der Beschleunigung beobachtet werden. Neben den Spiegeln 62a, 62b ist es selbstverständlich auch möglich, ähnliche 45 Spiegel ober- bzw. unterhalb des Objektes 53 vorzusehen. Schliesslich können alle Spiegel auch durch totalbrechende Prismen ersetzt werden.

Die Zentrifuge erlaubt mit ihren Übergabevorrichtungen während des Betriebs und ihren Beobachtungseinrichtungen 55 die Durchführung von Versuchen, die den Einfluss der Beschleunigung auf lebende Organismen von der Beschleunigung O, wenn eine solche Zentrifuge in einem Raumfahrtlaboratorium eingesetzt wird, bis zu Beschleunigungswerten, die ein Vielfaches der Erdbeschleunigung betragen, zu erforschen gestatten.

652 318

2 Blatt Blatt 1

Fig. 1

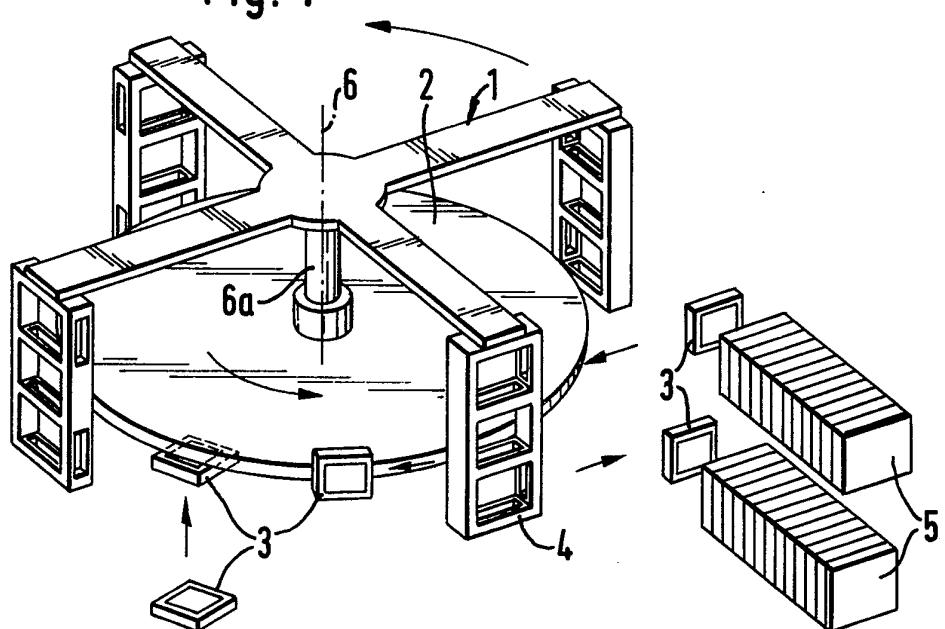


Fig. 2

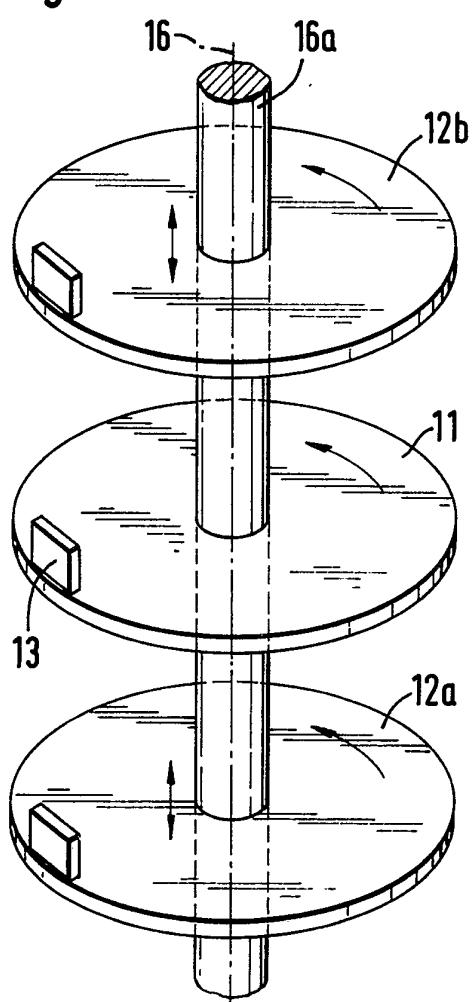


Fig. 3

