



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 985 453 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.03.2000 Patentblatt 2000/11

(51) Int. Cl.⁷: **B04B 5/04**

(21) Anmeldenummer: **99117393.1**

(22) Anmeldetag: **04.09.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
**Neumann, Hans-Jürgen, Dr.
66606 St. Wendel (DE)**

(30) Priorität: **12.09.1998 DE 19841835**

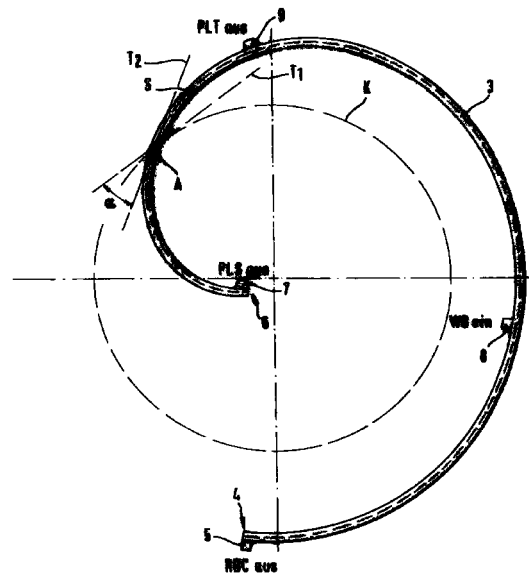
(74) Vertreter:
**Luderschmidt, Schüler & Partner GbR
Patentanwälte,
John-F.-Kennedy-Strasse 4
65189 Wiesbaden (DE)**

(71) Anmelder: **Fresenius AG
61352 Bad Homburg v.d.H. (DE)**

(54) **Zentrifugenkammer für einen Zellseparator**

(57) Eine Zentrifugenkammer für einen Zellseparator weist einen Zentrifugenkanal (3) auf, der einen Einlaß (8) für die zu separierende Zellsuspension, insbesondere Blut, und mindestens einen Auslaß (5) für eine Fraktion der Zellsuspension aufweist und von einer radial innen liegenden und einer radial außen liegenden Seitenwand (10, 11) begrenzt wird. Der Zentrifugenkanal ist als Spirale ausgebildet, die sich von dem radial außen liegenden Kanalende (4) mit zunehmender Steigerung zu dem radial innen liegenden Kanalende (6) erstreckt. Die Zentrifugenkammer erlaubt eine gleichmäßige und kontaminationsfreie Trennung der Zellsuspension in ihre Fraktionen.

Fig. 2



progressive Spirale:
 $R = R_0 * (1 - (\Phi/\Phi_0)^y)$

EP 0 985 453 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Zentrifugenkammer für einen Zellseparator, insbesondere zur Trennung von Blut in mehrere Fraktionen.

5 **[0002]** Zur Trennung von Vollblut in seine einzelnen Bestandteile finden Zellseparatoren Verwendung, die über eine Zentrifugenkammer verfügen.

[0003] Die Zentrifugenkammer der bekannten Zellseparatoren weist einen Separationskanal auf, in den die zu separierende Zellsuspension geleitet wird. Unter dem Einfluß der Zentrifugalkraft erfolgt in dem Separationskanal eine Trennung in verschiedene Fraktionen, beispielsweise Thrombozyten (PLT), Erythrozyten (RBC), thrombozytenreiches
10 Plasma (PRP) und thrombozytenarmes Plasma (PPP), die aus der Kammer abgezogen werden.

[0004] Die Zentrifugenkammer der bekannten Zellseparatoren zum Trennen von Blut in mehrere Fraktionen ist im allgemeinen zur einmaligen Verwendung bestimmt. Es sind ein- und zweiteilige Zentrifugenkammern bekannt. Bei den zweiteiligen Zentrifugenkammern wird der Separationskanal von einem flexiblen Folienteil gebildet, das in eine starre Aufnahmeeinheit eingelegt wird.

15 **[0005]** Der Separationskanal der bekannten ein- oder zweiteiligen Zentrifugenkammern ist ein- oder mehrstufig ausgebildet.

[0006] Zentrifugenkammern mit mehrstufigem Separationskanal haben den Nachteil, daß durch Verwirbelungen im Übergangsbereich zwischen den einzelnen Kanalabschnitten bereits getrennte Zellen in eine andere Fraktion mitgerissen werden können. So besteht beispielsweise die Gefahr, daß bereits getrennte Thrombozyten teilweise oder vollständig mit dem Plasma vermischt oder Leukozyten als Vereinigung aufgewirbelt werden.
20

[0007] Einstufige Separationskammern dagegen zeichnen sich bislang durch unsaubere oder unzureichende Trennung insbesondere von Thrombozyten aus, da hier die Thrombozyten aus dem sogenannten Buffy-Coat gewonnen werden, der naturgemäß mit Leukozyten stark verunreinigt ist.

[0008] Die DE-A-28 21 055 beschreibt eine mehrstufige Zentrifugenkammer zum Trennen von Blut in mehrere Fraktionen, deren Separationskanal aus mehreren kreisbogenförmigen Abschnitten mit unterschiedlichen Radien besteht, die durch Übergangsbereiche oder Dämme deutlich voneinander getrennt sind. Die Abschnitte des Kanals unterscheiden sich deutlich in ihrer Steigung, wobei die Steigung des Kanalabschnitts an der Übergangsstelle zu dem sich daran anschließenden Abschnitt einen Knickpunkt aufweist.
25

[0009] Eine Zentrifugenkammer, deren Separationskanal aus mehreren Abschnitten zusammengesetzt ist, ist auch aus der US-A-4 342 420 bekannt. Der Separationskanal weist einen nach außen laufenden Eingangsbereich, einen auf einer Kreisbahn um die Rotationsachse verlaufenden mittleren Bereich und einen auf die Rotationsachse zulaufenden Endbereich auf.
30

[0010] Die US-A-4 356 958 offenbart eine einstufige Separationskammer mit einem spiralförmigen Separationskanal. Der Separationskanal ist derart ausgebildet, daß er nicht auf die Rotationsachse der Kammer zuläuft, sondern im
35 Randbereich der Kammer ausläuft.

[0011] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Zentrifugenkammer für einen Zellseparator zu schaffen, in der die Trennung der Zellsuspension sehr gleichmäßig und kontaminationsfrei erfolgt.

[0012] Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

[0013] Es hat sich gezeigt, daß eine sehr gleichmäßige und kontaminationsfreie Trennung der Zellsuspension mit einer stetig verlaufenden Kanalform erreicht wird, bei der die Steigung konstant oder progressiv zunehmend ausgelegt
40 ist.

[0014] Aufgrund des kontinuierlichen spiralförmigen Verlaufs der einzelnen Abschnitte des Separationskanals ohne Unstetigkeitsstellen werden Turbulenzen vermieden, so daß sich eine laminare Strömung in dem Kanal ausbilden kann.

[0015] Der Separationskanal kann aus einem oder mehreren Kanalabschnitten zusammengesetzt sein, wobei zwischen den einzelnen Kanalabschnitten Bereiche liegen, an denen Flüssigkeit der Separationskammer zugeführt oder Flüssigkeit abgeführt wird. In diesen Bereichen kann die Innen- und Außenwand des Separationskanals naturgemäß
45 keinen stetigen Verlauf haben.

[0016] Die erfindungsgemäße Zentrifugenkammer findet insbesondere zur Trennung von Vollblut in mehrere Fraktionen, nämlich Erythrozyten und/oder Thrombozyten und/oder Plasma Verwendung.

50 **[0017]** Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der. Unteransprüche.

[0018] In einer bevorzugten Ausführungsform erstreckt sich der Separationskanal bis nahe an das Zentrum der Rotationsachse der Zentrifugenkammer.

[0019] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Zentrifugenkammer ist der Auslaß für die Erythrozytenfraktion an dem radial außen liegenden Ende des Kanals angeordnet, während der Auslaß für die Plasmafraktion an dem radial innen liegenden Ende des Kanals angeordnet ist. Der Einlaß für die zu separierende Zellsuspension ist vorzugsweise zwischen dem Auslaß für die Erythrozytenfraktion und dem Auslaß für die Plasmafraktion angeordnet. Der Auslaß für die Thrombozytenfraktion ist vorzugsweise zwischen dem Einlaß für Blut und dem Auslaß für die Plasmafraktion angeordnet.
55

[0020] Bei dieser bevorzugten Ausführungsform kommen die Vorteile der Zentrifugenkammer, deren Separationskanal eine progressive Steigung aufweist, besonders zum Tragen. Mit der progressiven Steigung des Kanals wird erreicht, daß Erythrozyten in den radial außen liegenden Bereichen des Kanals nicht zu kompakt gepackt werden. Der Hämatokritwert der Erythrozyten kann daher in den radial außen liegenden Bereichen einen Maximalwert von 80 bis 90 % Hkt nicht überschreiten. Dies ist insofern von Vorteil, als hohe Hämatokritwerte in den Außenbereichen des Kanals eine radial nach innen gerichtete Strömung von Thrombozyten in das Plasma behindert. Darüber hinaus wird sichergestellt, daß Plasma ungehindert über die gesamte Länge des Kanals radial nach innen zum Plasmaauslaß fließen kann.

[0021] Weil sich die Steigung mit abnehmender Zentrifugalkraft zunehmend erhöht, können Thrombozyten infolge der Zentrifugalkraft aus weiter innen liegenden Bereichen des Kanals zum Thrombozytenauslaß zurückfallen.

[0022] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Auslaß für die Thrombozyten in einer sich über die gesamte Höhe des Separationskanals erstreckenden Vertiefung an der radial außen liegenden Seitenwand des Kanals angeordnet, aus der sich die Thrombozyten mit großer Effektivität abziehen lassen. In diese Vertiefung fallen sowohl die Thrombozyten, die durch den Plasmafluß von der Buffy-Coat-Schicht auf den Erythrozyten zum Plasmaauslaß mitgerissen werden als auch die Thrombozyten, die durch die progressive Steigerung des Kanals von radial innen liegenden Bereichen zurückfallen und in die Vertiefung gelangen.

[0023] Der Auslaß für die Thrombozyten befindet sich vorteilhafterweise in der unteren Hälfte der Vertiefung, vorzugsweise im radial außen liegenden Teil der Vertiefung.

[0024] Der Separationskanal mit dem Erythrozytenauslaß an dem radial außen liegenden und dem Plasmaauslaß am radial innen liegenden Ende läßt sich beim Vorfüllen mit Lösungen oder Blut leicht entlüften, weil die Luftblasen unter dem Einfluß der Zentrifugalkraft zum radial innen liegenden Ende getrieben werden, wo sie durch den Plasmaauslaß rückstandsfrei entfernt werden können.

[0025] Der Querschnitt des Separationskanals ist über die gesamte Länge vorzugsweise konstant. Es ist aber auch möglich, einen Separationskanal mit einem sich in Längsrichtung stetig ändernden Querschnitt vorzusehen.

[0026] Die Zentrifugenkammer kann als einteilige Kammer ausgebildet sein, wobei der Zentrifugenkanal Bestandteil des (Gehäusekörpers) ist. Es ist aber auch möglich, die Zentrifugenkammer zweiteilig auszubilden, wobei der Separationskanal als flexibler Kanal aus Schlauch oder Folienmaterial in den Gehäusekörper eingesetzt wird.

[0027] Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert.

[0028] Es zeigen:

Figur 1 eine Zentrifugenkammer in schematischer Darstellung,

Figur 2 den Verlauf des Separationskanals der Zentrifugenkammer von Figur 1,

Figur 3 einen Schnitt durch den Separationskanal von Figur 1 entlang der Linie III-III von Figur 1 in vergrößerter Darstellung,

Figur 4 einen Schnitt durch den Separationskanal von Figur 1 entlang der Linie IV-IV in vergrößerter Darstellung und

Figuren 5 bis 7 den Verlauf des Separationskanals weiterer Ausführungsbeispiele der Zentrifugenkammer.

[0029] Die Zentrifugenkammer umfaßt einen kreisförmigen Gehäusekörper 1, der in den Zellseparator eingelegt wird. In dem Zellseparator rotiert der Gehäusekörper 1 um eine vertikale Rotationsachse 2. Der Gehäusekörper 1 trägt einen Separationskanal 3, der sich um die Rotationsachse 2 der Zentrifugenkammer erstreckt.

[0030] Der Separationskanal weist an seinem außen liegenden Ende 4 einen ersten Auslaß 5 für Erythrozyten (RWC) und an seinem innen liegenden Ende 6 einen zweiten Auslaß 7 für Plasma (PLS) auf. Zwischen dem Erythrozytenauslaß 5 und dem Plasmaauslaß 7 weist der Separationskanal 3 einen Einlaß 8 für das zu separierende Vollblut (WB) auf, während zwischen dem Vollbluteinlaß 8 und dem Plasmaauslaß 7 ein dritter Auslaß 9 für Thrombozyten (PLT) angeordnet ist. Der Einlaß und die Auslässe sind über die Länge des Kanals im wesentlichen in gleichbleibenden Abständen verteilt angeordnet.

[0031] Der Verlauf des Separationskanals 3 und die Anordnung der Anschlüsse zum Zu- bzw. Abführen des Vollblutes bzw. seiner Fraktionen wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren 2 bis 4 im einzelnen beschrieben.

[0032] Der Separationskanal 3 hat entlang seiner Länge den gleichen Querschnitt. Er wird von einer innen liegenden Seitenwand 10 und einer außen liegenden Seitenwand 11 sowie einer unteren Wand 12 und einer oberen Wand 13 begrenzt (Figur 3).

[0033] Der Verlauf des Separationskanals 3 wird durch eine in der Mitte zwischen den Seitenwänden 10, 11 verlaufende

fenden Linie beschrieben, die sich in Form einer Spirale 5 um die Rotationsachse 2 der Zentrifugenkammer windet und auf die Rotationsachse zuläuft.

[0034] Die Steigung des den Verlauf des Rotationskanals beschreibenden Spirale 5 nimmt von dem außen liegenden Kanalende 4 zum innen liegenden Kanalende 6 hin stetig zu, wobei die Steigung an einem Punkt auf der Spirale definiert ist als der Winkel zwischen der Tangente eines Kreises um die Rotationsachse in diesem Punkt und der Tangente der Spirale in diesem Punkt.

[0035] In Figur 3 ist ein Punkt auf der den Verlauf des Separationskanals beschreibenden Spirale 5 mit A bezeichnet. Der Kreis, auf dem der Punkt A und die Rotationsachse 2 der Zentrifugenkammer liegt, ist mit K bezeichnet. Die Steigung an dem Punkt A ist nun definiert als der Winkel α zwischen der Tangente T1 des Kreises K in dem Punkt A und der Tangente T2 der Spirale S, die den Verlauf des Kanals beschreibt, in dem Punkt A.

[0036] Der Verlauf des Separationskanals 3 wird durch folgende Gleichung beschrieben:

$$R = R_0(1 - (\phi/\phi_0)^y)$$

15 wobei

R = radialer Abstand der den Verlauf des Kanals beschreibenden Spirale S an der Steile ϕ
 R0 = radial größter Abstand der den Verlauf des Kanals beschreibenden Spirale S am außenliegenden Kanal-
 fang
 20 ϕ = Winkel des betrachteten Kanalpunktes
 ϕ_0 = Gesamtwinkel des Kanals
 y = Steigungsparameter

[0037] Die den Verlauf des Kanals beschreibende Spirale S weist ausgehend von dem außen liegenden Kanalende 4 über im wesentlichen die erste Hälfte ihrer Länge eine Steigung auf, die kleiner als 5° und in der zweiten Hälfte größer als 5° ist. Der Steigungsparameter y ist kleiner als 1500.

[0038] Der Vollbluteinlaß 8 befindet sich vorzugsweise an einer Steile des Kanals, an der die Steigung kleiner als 1° ist, während der Thrombozytenauslaß 9 vorzugsweise an einer Steile des Kanals liegt, an der die Steigung größer als 5° ist.

[0039] Während des Betriebs wird Vollblut über den Einlaß 8 der Kammer zugeführt, während Erythrozyten über den Auslaß 5, Plasma über den Auslaß 7 und Thrombozyten über den Auslaß 9 abgezogen werden. Aufgrund der progressiv zunehmenden Steigung können Thrombozyten aus weiter innen liegenden Bereichen des Kanals zum Thrombozytenauslaß zurückfallen. Die Position der Trenngrenze zwischen Erythrozyten und thrombozytenreichem Plasma wird über die Abzugsgeschwindigkeit der das Plasma aus der Separationskammer abziehenden Pumpe derart eingestellt, 35 daß der Auslaß 9 für die Thrombozyten radial weiter innen als die Trenngrenze liegt.

[0040] Figur 4 zeigt einen Schnitt durch den Separationskanal 3 in Höhe des Thrombozytenauslasses 9. Hier läuft die außen liegende Seitenwand 11 unter Bildung einer Vertiefung 15 radial nach außen, um dann wieder radial nach innen zu verlaufen. Am Boden der Vertiefung ist in der außen liegenden Seitenwand der Thrombozytenauslaß 9 angeordnet.

[0041] Die Vertiefung 15 über die gesamte Kanalhöhe ist derart ausgebildet, daß sie den Kanalquerschnitt strömungsmäßig nicht wesentlich verändert und die Strömung laminar über den Abzug fließt. Die Außenwand des außen liegenden Abschnitts des Separationskanals geht in eine schräg nach außen verlaufende Wand über, an die sich eine schräg nach innen verlaufende Wand anschließt, die dann in den radial innen liegenden Kanalabschnitt übergeht. Der Abzugsport für die Thrombozyten befindet sich dabei an dem Punkt des Separationskanals, an dem die beiden Wände 45 aufeinander treffen.

[0042] In die Vertiefung 15 fallen sowohl die Thrombozyten, die durch den Plasmafluß von der Buffy-Coat-Schicht auf den Erythrozyten zum Plasmaauslaß 7 mitgerissen werden, als auch die Thrombozyten, die durch die progressive Steigung des Kanals von radial innen liegenden Bereichen zurückfallen.

[0043] Figur 5 zeigt den Verlauf des Separationskanals einer weiteren Ausführungsform der Zentrifugenkammer, wobei die einander entsprechenden Teile mit den gleichen Bezugszeichen versehen sind. Die den Verlauf der Separationskammer beschreibende Spirale 5 wird durch eine Gleichung beschrieben, die als Leitkurve die Kanalmitte angibt,

$$R = R_0(1 - (\phi/\phi_0)^{y_1} - \phi/\phi_1 \cdot y_2)$$

55 wobei

R = radialer Abstand der den Verlauf des Separationskanals beschreibenden Spirale an der Stelle ϕ
 R0 = radial größter Kanalabstand am außen liegenden Kanalansfang

phi = Winkel des betrachteten Kanalpunktes
 phi0 = Gesamtwinkel des Kanals
 phi1 = Winkelparameter
 y1 = Steigungsparameter 1
 5 y2 = Steigungsparameter 2

[0044] Der Steigungsparameter y1 ist kleiner als 1500 und der Steigungsparameter y2 ist kleiner als 10, wobei phi1/phi0 größer als 0,3 ist.

10 [0045] In Figur 6 ist ein weites Beispiel des Verlaufs eines Separationskanals 3 mit progressiver Steigung angegeben, hier nach der Formel

$$R = R_0 - y_1 / \phi_1 \cdot \phi + (1 / (y_3^{(\phi - \phi_3)} / (\phi + 1)) + 1) - 1) / y_2 \cdot \phi,$$

wobei

15

R0 = radial größter Kanalabstand
 phi1 = Winkelparameter 1
 y2 = Steigungsparameter 2
 y1 = Kreisabweichung bei phi1
 20 phi0 = Gesamtwinkel
 y3 = Steilheit
 phi3 = Progressivabschnitt
 phi = Winkel des betrachteten Kanalpunktes

25 [0046] Weiterhin kann der Kanal einen Winkelumfang > 360° aufweisen.

[0047] Figur 7 zeigt den Verlauf des Separationskanals 3, der über 270° eine sehr geringe Steigung hat, die dann progressiv bis 540° wächst. Eine Separationskammer mit einem derartigen Kanal ist geeignet, ein sehr thrombozytenreiches Plasma zu gewinnen. Dieses wird am radial innen liegendsten Punkt abgezogen.

30 **Patentansprüche**

1. Zentrifugenkammer für einen Zellseparator mit einem Separationskanal (3), der sich aus mindestens einem Kanalabschnitt zusammensetzt, der von einer radial innen liegenden und einer radial außen liegenden Seitenwand (10, 11) begrenzt wird und der einen Einlaß (8) für die zu separierende Zellsuspension, insbesondere Blut, und mindestens einen Auslaß (5) für eine Fraktion der Zellsuspension aufweist, wobei der Verlauf des bzw. jedes Kanalabschnitts durch eine in der Mitte zwischen den Seitenwänden verlaufende Linie beschrieben wird, die sich um die Rotationsachse (2) der Zentrifugenkammer windet, dadurch gekennzeichnet, daß die den Verlauf des bzw. jedes Kanalabschnitts des Separationskanals (3) beschreibende Linie eine Spirale (5) ist, die sich von dem radial außen liegenden Kanalende (4) mit zunehmender Steigung zu dem radial innen liegenden Kanalende (6) erstreckt, wobei die Steigung an einem Punkt (A) auf der Spirale definiert ist als der Winkel α zwischen der Tangente (T1) eines Kreises (K) um die Rotationsachse (2) in diesem Punkt und der Tangente (T2) der Spirale in diesem Punkt.
- 45 2. Zentrifugenkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die den Verlauf eines radial außen liegenden Kanalabschnitts eines sich aus mehreren Kanalabschnitten zusammensetzenden Separationskanals (3) beschreibende Linie (S) an jedem Punkt der Linie eine Steigung hat, die kleiner als die Steigung an jedem Punkt eines sich an den radial außen liegenden Kanalabschnitt anschließenden Kanalabschnitts ist, der radial innen liegt.
- 50 3. Zentrifugenkammer nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Separationskanal bis nahe an die Rotationsachse (2) der Zentrifugenkammer erstreckt.
4. Zentrifugenkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Auslaß (5) für eine Fraktion der Zellsuspension, insbesondere die Erythrozytenfraktion, an dem radial außen liegenden Ende (4) des Kanals (3) angeordnet ist.
- 55 5. Zentrifugenkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweiter Auslaß (7) für eine zweite Fraktion der Zellsuspension, insbesondere die Plasmafraktion, an dem radial innen liegenden Ende (6)

des Kanals (3) angeordnet ist.

- 5
6. Zentrifugenkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Einlaß (8) für die zu separierende Zellsuspension, insbesondere Blut, zwischen dem radial innen liegenden und radial außen liegenden Ende (6, 4) des Kanals (3) angeordnet ist.
- 10
7. Zentrifugenkammer nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein dritter Auslaß (9) für eine dritte Fraktion der Zellsuspension, insbesondere die Thrombozytenfraktion, zwischen dem Einlaß (8) und dem radial innen liegenden Ende (6) des Kanals (3) angeordnet ist.
- 15
8. Zentrifugenkammer nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der dritte Auslaß (9) für die dritte Zellsuspension, insbesondere die Thrombozytenfraktion, in einer sich im wesentlichen über die gesamte Höhe des Kanals erstreckenden Vertiefung (15) an der radial außen liegenden Seitenwand (11) des Separationskanals (3) angeordnet ist.
- 20
9. Zentrifugenkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Einlaß (8) und die Auslässe (5, 7, 9) über die Länge des Separationskanals (3) im wesentlichen in gleichbleibenden Abständen verteilt angeordnet sind.
- 25
10. Zentrifugenkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die den Verlauf des Separationskanals (3) beschreibende Spirale (S) ausgehend von dem außen liegenden Ende (4) des Kanals (3) über im wesentlichen die erste Hälfte ihrer Länge eine Steigung aufweist, die kleiner als 5° und in der zweiten Hälfte größer als 5° ist.
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
11. Zentrifugenkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt des Separationskanals (3) über die gesamte Länge konstant ist.

Fig. 1

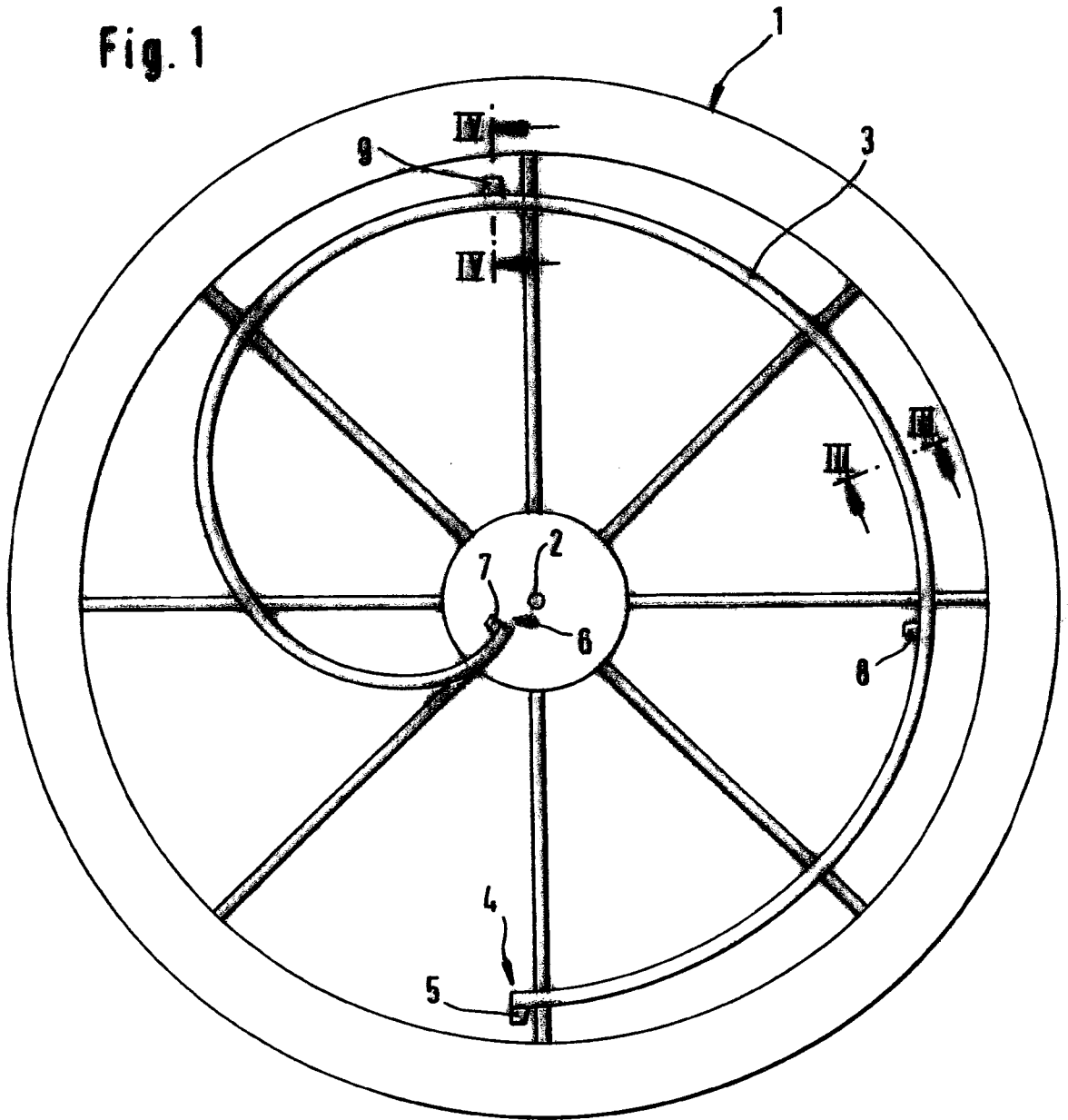


Fig. 3

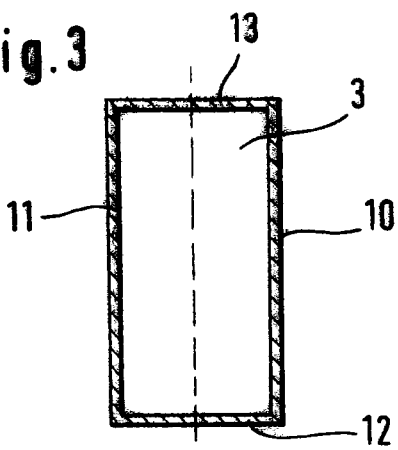


Fig. 4

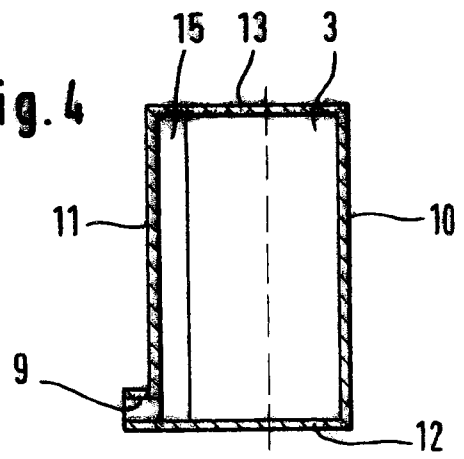
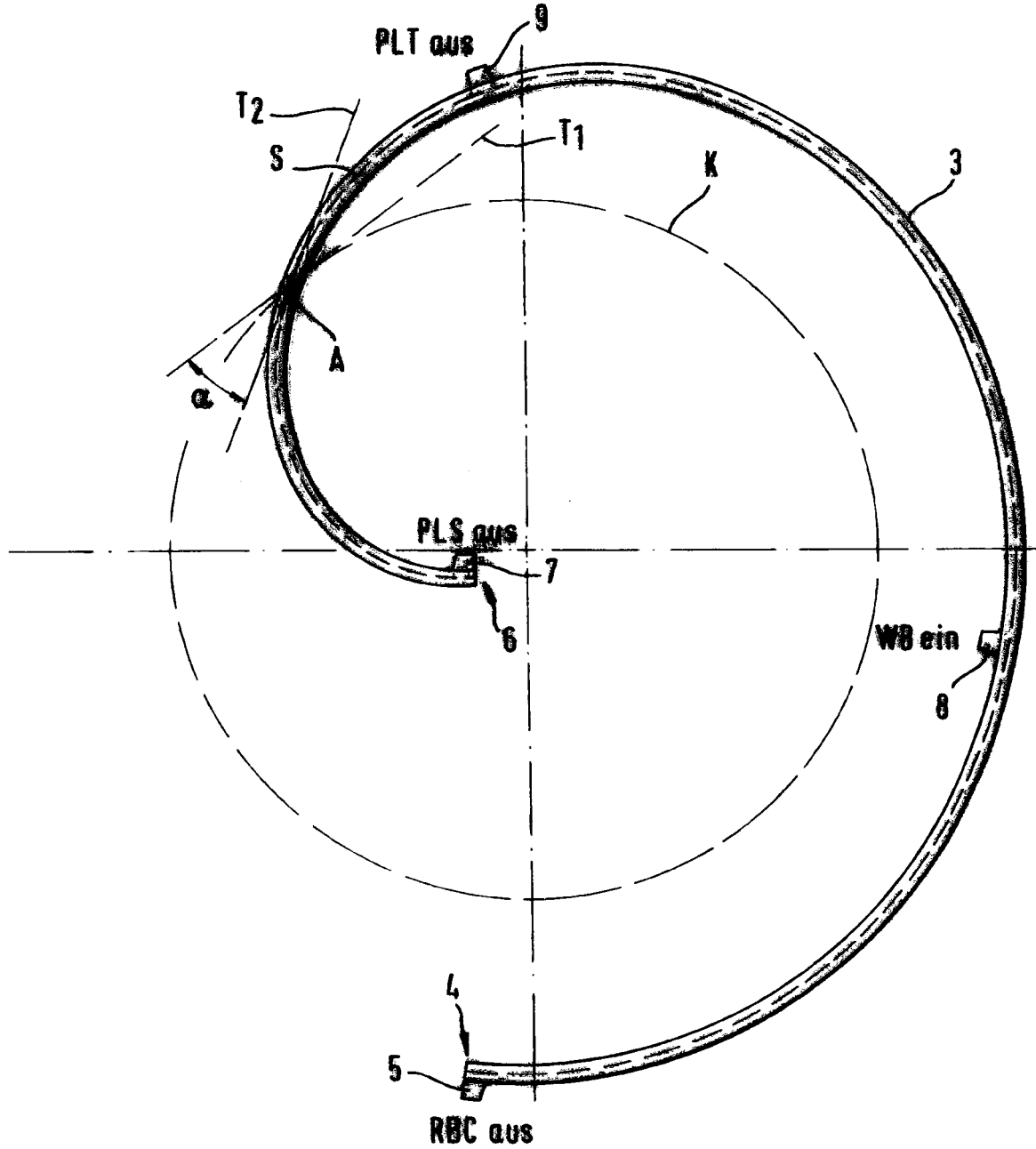
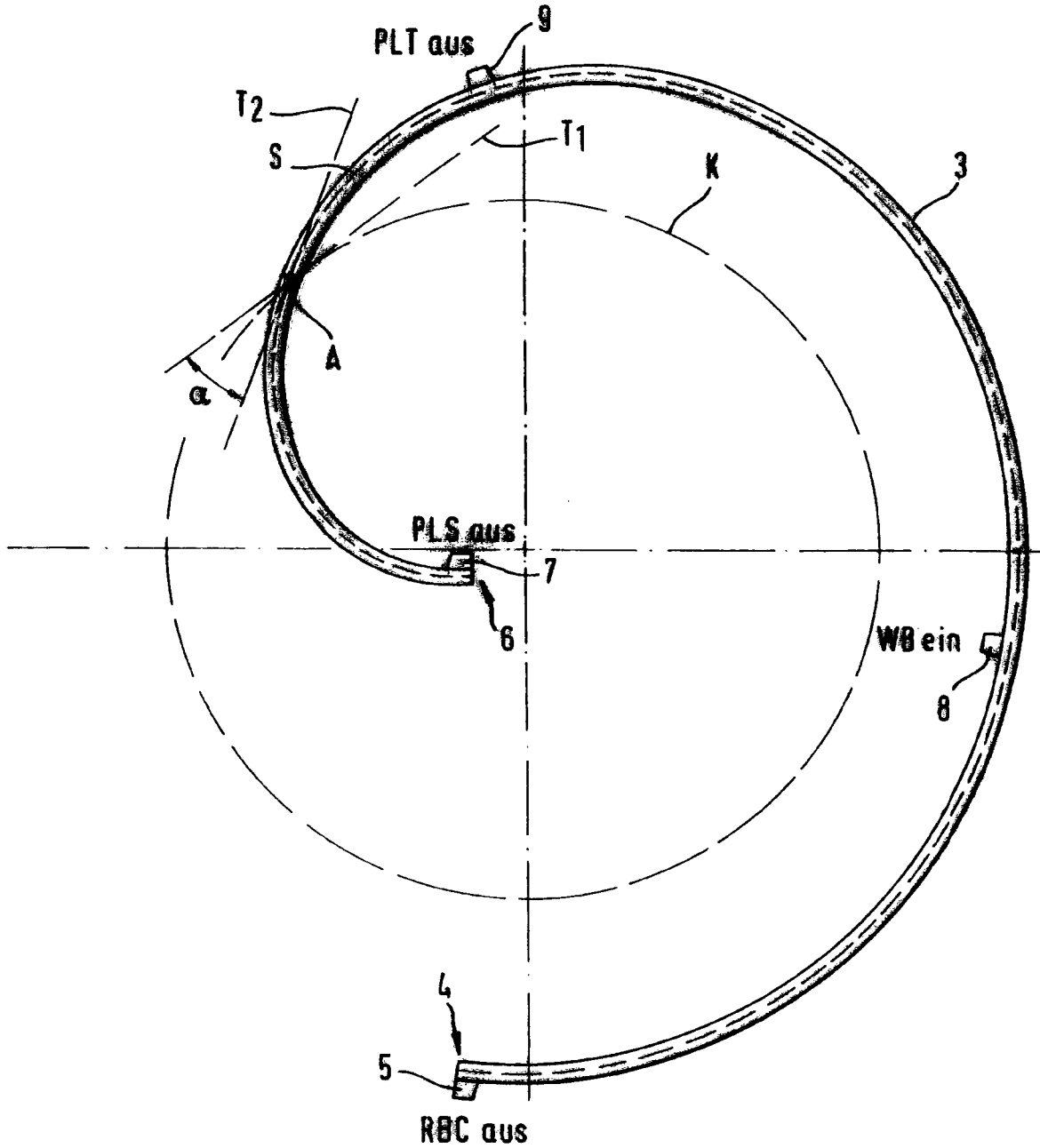


Fig. 2



progressive Spirale:
 $R = R_0 * (1 - (\Phi/\Phi_0)^y)$

Fig. 5



progressive Spirale:

$$R = R_0 * (1 - (\Phi/\Phi_0)^{y_1} - \Phi/\Phi_1 * y_2)$$

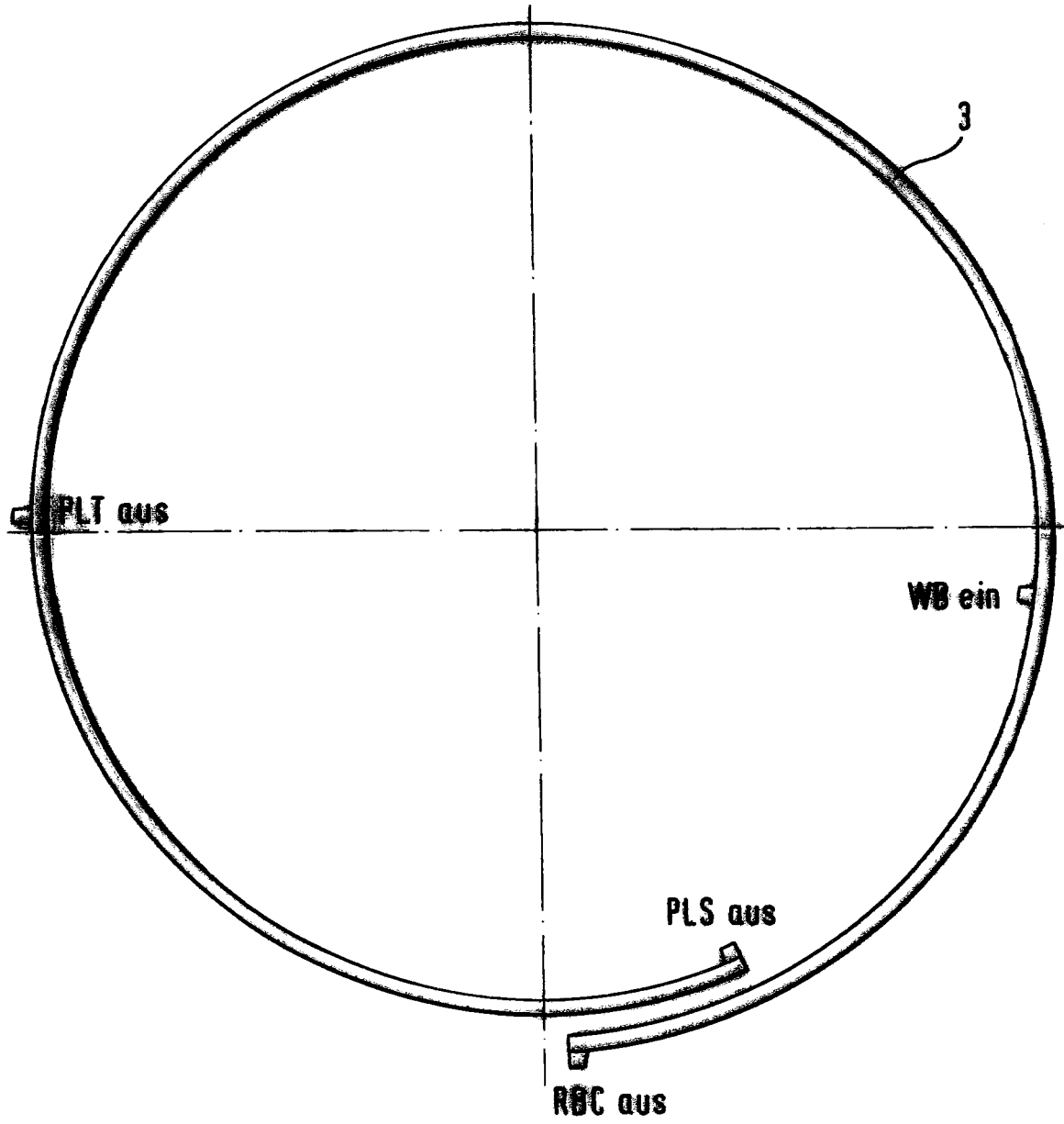


Fig. 6

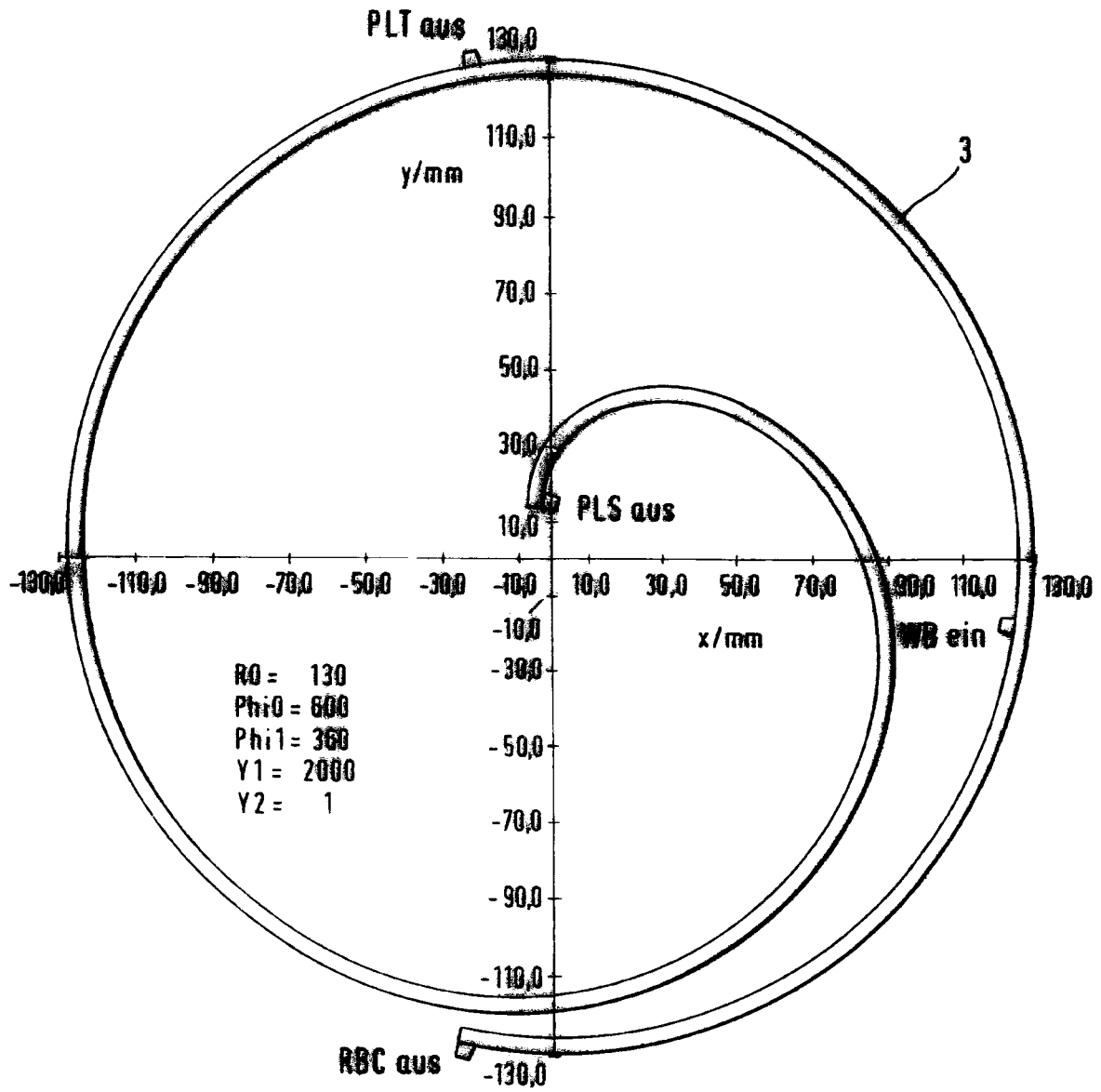


Fig. 7



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 11 7393

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
Y,D	US 4 342 420 A (F. ROSEMEIER) 3. August 1982 (1982-08-03) * Spalte 4, Zeile 10 - Spalte 5, Zeile 13; Abbildungen 1,3 * ---	1-4,10, 11	B04B5/04
Y	US 4 479 790 A (H.G. BOCCINO) 30. Oktober 1984 (1984-10-30) * Spalte 6, Zeile 13 - Zeile 50; Abbildungen 1,2 * ---	1-4,10, 11	
A	DE 42 26 974 A (FRESENIUS) 17. Februar 1994 (1994-02-17) * Spalte 4, Zeile 28 - Zeile 48 * * Abbildung 1 * ---	1,4	
A	US 3 698 626 A (P. KOTRAPPA) 17. Oktober 1972 (1972-10-17) * Abbildung 2 * -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B04B
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	20. Dezember 1999	Leitner, J	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
O : nichtschriftliche Offenbarung		
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 99 11 7393

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

20-12-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4342420 A	03-08-1982	AT 4445 T	15-08-1983
		EP 0026334 A	08-04-1981
		JP 56056251 A	18-05-1981
		SE 7908036 A	29-03-1981
US 4479790 A	30-10-1984	AT 35630 T	15-07-1988
		AU 561782 B	14-05-1987
		AU 2711384 A	25-10-1984
		BR 8401843 A	27-11-1984
		CA 1211090 A	09-09-1986
		DE 3472631 A	18-08-1988
		EP 0123492 A	31-10-1984
		ES 532155 A	16-08-1985
		FI 841573 A	23-10-1984
		GB 2138716 A, B	31-10-1984
		PH 20573 A	18-02-1987
		PT 78461 A, B	01-05-1984
ZA 8402735 A	26-06-1985		
DE 4226974 A	17-02-1994	AT 150339 T	15-04-1997
		DE 59305852 D	24-04-1997
		EP 0583691 A	23-02-1994
		ES 2101908 T	16-07-1997
		JP 6154308 A	03-06-1994
		US 5445593 A	29-08-1995
		US 5607830 A	04-03-1997
US 3698626 A	17-10-1972	CA 978486 A	25-11-1975
		DE 2223143 A	30-11-1972
		FR 2146214 A	02-03-1973
		GB 1336965 A	14-11-1973
		SE 370876 B	04-11-1974

EPO FORM P0461

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