



(11)

EP 1 958 698 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.05.2009 Patentblatt 2009/20

(51) Int Cl.:
B04B 3/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08007829.8**

(22) Anmeldetag: **30.01.2007**

(54) Verfahren für den Betrieb einer Zentrifuge

Method for operating a centrifuge

Procédé de fonctionnement d'une centrifugeuse

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

(30) Priorität: **22.02.2006 DE 102006009200**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.08.2008 Patentblatt 2008/34

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:
07703132.6 / 1 940 554

(73) Patentinhaber: **FIMA Maschinenbau GmbH
74423 Obersontheim (DE)**

(72) Erfinder: **Schmid, Joachim
74599 Wallhausen (DE)**

(74) Vertreter: **Hössle Kudlek & Partner
Patentanwälte
Postfach 10 23 38
70019 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 454 045 DE-A1- 10 245 013

EP 1 958 698 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren für den Betrieb einer Zentrifuge, wie dieses beispielsweise aus EP 045 4 045 A bekannt ist.

[0002] Zentrifugen sind in der Technik allgemein bekannt. Sie dienen vorwiegend in der chemischen, der pharmazeutischen und der Lebensmittelindustrie dazu, bei Suspensionen, d.h. Stoffen mit einem Flüssigkeits- und einem Feststoffanteil, die feste Phase von der flüssigen Phase zu trennen und zu trocknen.

[0003] Im allgemeinen umfassen herkömmliche Zentrifugen eine Trommel mit einem in der Trommel angeordneten Filter. Der Filter kann als starrer Metallfilter ausgebildet sein. Der Zwischenraum zwischen Filter und Trommelwand wird auch als Ringraum bezeichnet. Der Bereich im Inneren des Filters wird als Arbeitsraum bezeichnet.

[0004] Bei herkömmlichen Zentrifugen wird zuerst die Suspension in dem Arbeitsraum eingefüllt. Dies geschieht herkömmlicherweise durch die Antriebswelle, die hohl ausgeführt ist, so dass sie als Füllwelle genutzt werden kann. Die Antriebswelle ist des weiteren mit dem Trommelboden fest verbunden und dient zum Antrieb der Trommel. Üblicherweise ist die Antriebswelle horizontal gelagert.

[0005] Die Suspension wird bei drehender Trommel in den Arbeitsraum eingefüllt. Durch die auf die Suspension wirkenden Kräfte in radialer Richtung, etwa die Zentripetalkraft, bzw. die daraus resultierenden Trägheitskräfte, etwa wie Zentrifugalkraft, wird die Suspension nach außen an den Filter gedrückt. Bei entsprechend hoher Zentrifugalkraft entsteht ein stabiler Flüssigkeitsring. Dabei entsteht ein Suspensionsring am Filter. Die flüssige Phase tritt nun durch den Filter in den Ringraum und wird abgeleitet, während die feste Phase in dem Arbeitsraum verbleibt.

[0006] Bei herkömmlichen Zentrifugen haftet die feste Phase des Produkts nach dem Entweichen der flüssigen Phase fest an dem Filter. Die feste Phase kann dabei einen Restflüssigkeitsanteil von bis zu 30 % aufweisen. Das fest an dem Filter haftende Produkt wird in diesem Zustand auch Kuchen bzw. Ringkuchen, Produktkuchen oder Filterkuchen genannt.

[0007] Das zentrifugierte Produkt mit einem hohen Restflüssigkeitsanteil ist in der nach dem Zentrifugieren vorliegenden Form in der Regel nicht optimal zum Weitertransport für einen weiteren Prozessschritt "Trocknen" geeignet. Als besonders vorteilhaft hat sich erwiesen, das Produkt direkt im Arbeitsraum zu trocknen. Auf diese Weise wird verhindert, das noch feuchte und nur umständlich transportierbare Produkt über eine Transfereinheit in einen Trocknungsraum verbringen zu müssen. Bei toxischen Produkten vermindert sich zusätzlich das Risiko für das beteiligte Personal. Zentrifugen, bei denen ein Produkt in demselben Arbeitsraum zentrifugiert und getrocknet wird, bezeichnet man auch als Zentrifugentrockner.

[0008] Bei herkömmlichen Zentrifugentrocknern muss der Kuchen vor dem Trocknen von dem Filter abgesprengt werden. Dazu sind Schussdüsen und Trommelbodenöffnungen vorgesehen, die in den Ringraum münden. Der Ringraum selbst ist durch Stege in mehrere Sektionen aufgeteilt, wobei jede Sektion eine Trommelbodenöffnung aufweist. Des weiteren ist herkömmlicherweise vorgesehen, dass die Schussdüsen an die Trommelbodenöffnungen von außen her anfahrbar sind. Durch die Schussdüsen wird nun ein in der Regel gasförmiges Fluid mit hohem Druck in den Ringraum eingespritzt. Das Fluid bewegt sich nun in entgegengesetzter Richtung durch den Filter und löst die durch die Zentrifugalkräfte in den Filter gepresste feste Phase des Produkts von dem Filter. Dieser Vorgang wird auch Absprengen des Filterkuchens genannt. Wahlweise können dabei mehrere Schussdüsen vorgesehen sein, so dass diese das Fluid gleichzeitig in den Ringraum einspritzen, oder es kann auch nur eine Schussdüse vorgesehen sein, die sukzessive das Fluid in die einzelnen Sektionen einspritzt und den Filterkuchen so Stück für Stück absprengt.

[0009] Nach dem Absprengen des Filterkuchens erfolgt das Trocknen des Produkts. Das Trocknen erfolgt herkömmlicherweise entweder mittels einer Wirbelschichttrocknung oder einer Festbettrocknung.

[0010] Im Anschluss an das Trocknen kann das getrocknete Produkt, das nun in der Regel die Form eines Pulvers einnimmt, aus dem Arbeitsraum entfernt und weiterverarbeitet werden.

[0011] Bei den voranstehend beschriebenen herkömmlichen Verfahren treten jedoch bei der Verarbeitung bestimmter Produkte Probleme auf. Insbesondere bei Produkten mit einem breiten Korngrößenspektrum und einem hohen Feinkornanteil wird das Zentrifugieren erheblich erschwert.

[0012] Schon während des Einfüllens findet eine Sedimentation der größeren Produktanteile statt. Aufgrund ihrer unterschiedlichen Verhältnisse von Masse zu Oberfläche bewegen sich die größeren Produktanteile schnell radial nach außen an den Filter. Der Feinanteil schwebt jedoch zunächst in der Flüssigkeit und setzt sich langsamer nach außen an den Filter ab. Dabei verstopfen die feinen Produktanteile die Zwischenräume zwischen den größeren Produktteilen, so dass ein Abfließen der flüssigen Phase durch die Kapillare zwischen den größeren Produktanteilen häufig nicht möglich ist. Die flüssige Phase fließt dann beim Zentrifugieren nur äußerst langsam oder sogar gar nicht ab. Auch eine Erhöhung der Rotationsgeschwindigkeit der Trommel bringt bei diesem Problem keine Lösung. Bei den problematischen Produkten ergibt sich so nach dem Zentrifugieren ein Restflüssigkeitsanteil des Produkts von bis zu 70 %.

[0013] Zur Lösung der voranstehenden Probleme, wird ein Verfahren für den Betrieb eines Zentrifugentrockners nach Anspruch 1 vorgeschlagen.

[0014] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird bereits während des Zentrifugierens ein Fluid mittels der

Schussdüsen durch den Ringraum in die Trommel eingespritzt. Dadurch wird das Produkt schon während des Zentrifugierens aufgelockert und es wird verhindert, dass das Produkt fest an den Filter anhaftet. Dadurch wird nicht nur verhindert, dass sich ein Produkt mit breitem Korngrößenspektrum zusetzt, sondern auch, dass das Produkt in der Ringform an dem Filter klebt. So wird die Dauer des Zentrifugierens wesentlich verkürzt, da die flüssige Phase aufgrund

des poröseren Produkts schneller abfließen kann.

[0015] Der erfindungsgemäße Schritt des Zentrifugierens unter ständiger Auflockerung des Produktkuchens kann natürlich auch separat in einem beliebigem Verfahren für den Betrieb einer Zentrifuge zur Anwendung kommen. So kann der Schritt des Zentrifugierens insbesondere auch vor jedem herkömmlichen Trocknungsschritt, wie etwa einer herkömmlichen Festbettrocknung oder einer herkömmlichen Wirbelschichtrocknung auf einer beliebigen Zentrifugenart zur Anwendung kommen.

[0016] Selbstverständlich kann auch bereits während des Zentrifugierens durch Einpumpen eines geeigneten Gases durch die Füllwelle der Innendruck der Trommel erhöht werden, um das Entweichen der flüssigen Phase zu beschleunigen.

[0017] Zum Einspritzen des Fluids in den Ringraum ist dazu mindestens eine Schussdüse vorgesehen. In einer Ausführungsform werden zwei Schussdüsen verwendet. Die Schussdüsen sind dabei zum einen an der sogenannten 6-Uhr-Position, d. h. etwa am Tiefpunkt der Trommel und an der 7-Uhr-Position, d. h. etwas seitlich gegenüber dem Tiefpunkt versetzt, angeordnet. In einer Ausführungsform der Erfindung, ist die Schussdüse an der 7-Uhr-Position relativ zu der Schussdüse in der 6-Uhr-Position um einen Winkel von etwa 30° versetzt.

[0018] Die 6-Uhr-Position ist deshalb besonders vorteilhaft, weil sich zu der radial nach außen auftretenden Beschleunigung aufgrund der Kreisbewegung des Produkts noch die Erdbeschleunigung addiert. Die nach außen wirkenden Kräfte sind also an der 6-Uhr-Position am größten. Daher kann an dieser Stelle mit dem höchsten Druck beim Einschießen des Fluids zum Auflockern des Kuchens gearbeitet und die beste Erhöhung der Porosität erreicht werden.

[0019] In einer Ausführungsform der Erfindung ist der Ringraum in 12 Sektionen unterteilt, die jeweils eine Trommelbodenöffnung in Form eines Langlochs aufweisen. Während einer Umdrehung der Trommel können die beiden Schussdüsen das Fluid in dieselbe Trommelbodenöffnung einspritzen oder aber auch in verschiedene Trommelbodenöffnungen. Wenn die Schussdüsen das Fluid in dieselbe Trommelbodenöffnung einspritzen, bedeutet dies, dass während einer Rotation der Trommel im Uhrzeigersinn zunächst die Schussdüse in der 6-Uhr-Position das Fluid in die bestimmte Trommelbodenöffnung einspritzt, und danach, wenn sich die Trommel weiterbewegt hat und sich die bestimmte Trommelbodenöffnung vor der Schussdüse in der 7-Uhr-Position befindet, die Schussdüse auf der 7-Uhr-Position das Fluid in die bestimmte Trommelbodenöffnung einspritzt. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass genügend Fluid in die Trommel eingespritzt wird und ein angemessener Verwirbelungseffekt auftritt.

[0020] An dieser Stelle wird angemerkt, dass die Drehrichtung der Trommel und die Darstellung der Schussdüsenpositionen anhand von Uhrzeiten lediglich zum Zweck einer einfachen Erläuterung gewählt wurde und nicht als einschränkend zu verstehen ist. Die Drehrichtung der Trommel und die genaue Position der Schussdüsen kann variieren und hängt zudem immer von der Blickrichtung ab.

[0021] Bei einer Ausführungsverfahren des Verfahrens kann vorgesehen sein, dass die Schussdüsen bei jeder Umdrehung der Trommel jeweils in versetzte Trommelbodenöffnungen einspritzen. Es kann vorgesehen sein, dass das Fluid bei jeder Trommelbewegung jeweils um eine Trommelbodenöffnung versetzt eingespritzt wird. Auf diese Weise ist gewährleistet, dass das Produkt über den gesamten Trommelumfang aufgewirbelt wird.

[0022] In einer Ausgestaltung des Verfahrens rotiert die Trommel während des Einfüllens der Produktsuspension in die Trommel. Das Einspritzen von Fluid mittels der Schussdüsen kann dann schon zu Beginn Einfüllen erfolgen.

[0023] Wie nachstehend noch genauer ausgeführt wird, rotiert die Trommel während des Einspritzens von Fluid erfindungsgemäß mit einer geringeren Drehzahl, als dies bei herkömmlichen Zentrifugen in den entsprechenden Prozessschritten normalerweise der Fall ist. Bei einem Trommeldurchmesser von 400 mm liegt die Drehzahl während des Einspritzens bei etwa 150 Umdrehungen pro Minute. Bei dieser Drehzahl kann sich jedoch kein stabiler Flüssigkeitsring aufbauen.

[0024] Aufgrund der geringeren Viskosität des flüssigen Suspensionsanteils können die Scherkräfte von dem schlammigen Feststoffanteil, der sich während des Einfüllens schnell zu einem Ring aufbaut, schlecht auf den flüssigen Anteil übertragen werden. Innerhalb des bereits aufgebauten Feststoffrings bildet sich daher eine Art See aus der eingefüllten Suspension. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist der aufgelockerte Feststoffring dazu in der Lage eine dicke Schicht des flüssigen Anteils über eine bestimmte Winkelstrecke mitzureißen, bevor diese wieder von dem Feststoffring abreißt. Eine etwa 1 mm dünne Suspensionsschicht verbleibt aber über dem kompletten Feststoffring.

[0025] Durch die Aufwirbelung des Suspensionssees aufgrund der Rotation der Trommel wird eine Sedimentation der Suspension und eine Separation der Produktanteile mit größeren Korngrößen von den Feinanteilen verhindert. Diese Schichtbildung der verschiedenen Korngrößen erfolgt bei herkömmlichem Verfahren bereits während des Einfüllens und setzt sich während des Zentrifugierens fort. Bei dem erfindungsgemäßen verfahren wird dies jedoch von Beginn an verhindert.

[0026] Durch die permanente Aufwirbelung des Feststoffrings mittels des eingespritzten Fluids wird der Feststoffring

wesentlich durchlässiger für den darüber liegenden Suspensionsring. Da der darüberliegende Suspensionsring lediglich eine Dicke von etwa 1 mm aufweist und der Feststoffring ständig aufgewirbelt wird, filtert der Suspensionsring sehr schnell ab. Dadurch kann in dem Flüssigkeitsring keine Sedimentation auftreten.

[0027] Des weiteren kann es vorgesehen sein, dass das Produkt während des gesamten Verfahrens, d.h. dass das Produkt während des Einfüllens, des Zentrifugierens und des Trocknens, mittels des durch die Schussdüsen in den Arbeitsraum eingespritzten Fluids aufgelockert wird. Der Schritt des Einfüllens kann dann fließend in den Schritt des Zentrifugierens übergehen, der Schritt des Zentrifugierens kann dann fließend in den Schritt des Trocknens übergehen.

[0028] Wie bereits ausgeführt wurde, ist die Trommeldrehzahl während des Einfüllens, während des Zentrifugierens und während des Trocknens so gewählt, dass der Produktkuchen erhalten bleibt und auch trotz des mittels der Schussdüsen eingespritzten Fluids nicht in sich zusammenfällt. Lediglich beim Homogenisieren wird eine geringere Drehzahl gewählt, so dass das Produkt vor Erreichen des Scheitelpunkts der Trommel herabfällt.

[0029] Des weiteren sind die möglichen Drehzahlen nach oben dadurch beschränkt, dass bei steigender Drehzahl die Verweildauer der Trommelbodenöffnungen vor den Schussdüsen irgendwann zu kurz wird, um eine zum Auflockern notwendige Fluidmenge einzuspritzen. Die Fluidmenge ist dann zu gering, um den Produktkuchen in gewünschter Weise durcheinander zu wirbeln.

[0030] Eine minimale Drehzahl ergibt sich also stets aus dem Punkt, an dem die Ringform des Produktkuchens nicht mehr erhalten bleibt und der Produktkuchen in sich zusammenfällt, um eine maximale Drehzahl ergibt sich aus der Fluidmenge, die die Schussdüsen in einem bestimmten Zeitraum abgeben können, sowie der Form der Trommelbodenöffnungen und der damit verbundenen Verweildauer der Trommelbodenöffnungen vor den Schussdüsen.

[0031] Für eine Trommel mit einem Durchmesser von 400 Millimetern und einer Unterteilung des Ringraums in zwölf Sektionen, wobei jede Sektion eine Trommelbodenöffnung in Form eines Langlochs aufweist, konnten die folgenden möglichen Trommeldrehzahlen für die entsprechenden Verfahrensschritte bestimmt werden.

[0032] Es sei an dieser Stelle jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die ermittelten Drehzahlen mittels mechanischer Gesetzmäßigkeiten auch auf jegliche andere Trommelgrößen übertragbar sind. Das erfindungsgemäße Verfahren lässt sich grundsätzlich auf Zentrifugentrockner aller Größen und mit beliebiger Unterteilung des Ringraums anwenden.

[0033] Für die Zentripetalbeschleunigung a bei der Kreisbewegung gilt:

$$a = \sqrt{\frac{v^2}{r}}, \quad (1)$$

wobei v die Umfangsgeschwindigkeit und r der Radius der Kreisbewegung ist. Für v gilt des weiteren

$$v = \omega \cdot r. \quad (2)$$

[0034] Somit ergibt sich für die Zentripetalbeschleunigung

$$a = \omega^2 \cdot r. \quad (3)$$

[0035] Mit den hier angegebenen Drehzahlen und dem Trommelradius von 200 Millimetern kann die auf das Produkt wirkende Beschleunigung somit näherungsweise bestimmt werden und so auf die notwendigen Drehzahlen bei anderen Trommelradien zumindest näherungsweise zurückgerechnet werden. Die notwendige Drehgeschwindigkeit ω_2 bei einem Trommelradius von r_2 ergibt sich bei einem Trommelradius von r_1 gleich 200 mm und den hier nachfolgend angegebenen Drehzahlen ω_1 zu

$$\omega_2 = \omega_1 \cdot \sqrt{\frac{r_1}{r_2}}. \quad (4)$$

[0036] Die hier für einen Trommeldurchmesser von 400 mm angegebenen Drehzahlen sind somit mittels der Gleichung (4) zumindest näherungsweise problemlos auf andere Trommelgrößen übertragbar.

[0037] Als Alternative werden zudem die auf den Produktkuchen wirkenden Beschleunigungen in g angegeben.

[0038] Für die Rotation der Trommel bei permanenter Auflockerung des Produktkuchens durch Einspritzen eines geeigneten Fluids mittels der Schussdüsen durch den Ringraum in den Arbeitsraum wurde eine geeignete Drehzahl von 120 bis 150 Umdrehungen pro Minute bei einem Trommeldurchmesser von 400 mm ermittelt. Dies entspricht einer auf den Produktkuchen wirkenden Beschleunigung von 5 g.

[0039] Die Drehzahl von 150 Umdrehungen pro Minute bzw. die Beschleunigung von 5g kann während des Einfüllens, während des Zentrifugierens und während des Trocknens angewendet werden.

[0040] Bei unproblematischeren Produkten, die sich während des Zentrifugierens nicht zusetzen, kann während des Einfüllens und des Zentrifugierens selbstverständlich auch mit einer höheren Drehzahl von etwa 500 Umdrehungen pro Minute bei einem Trommeldurchmesser von etwa 400 mm gearbeitet werden, um das Zentrifugieren zu beschleunigen. Die auf den Produktkuchen wirkende Beschleunigung kann beim Einfüllen bis zu 55g, beim Zentrifugieren bis zu 600g betragen. Bei besonders grobkörnigen Produkten ist auf geeigneten Zentrifugen sogar eine Beschleunigung von bis zu 2000g möglich.

[0041] Bei problematischen Produkten, die sich schnell zusetzen und das Zentrifugieren erheblich verlangsamen, konnte die Abflussrate während des Zentrifugierens mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens verdoppelt werden. Somit ist eine beschleunigte und daher betriebswirtschaftlich vorteilhafte Verarbeitung des Produkts möglich.

[0042] Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

[0043] Es versteht sich, dass die voranstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0044] Die Erfindung ist anhand eines Ausführungsbeispiels in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird im folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung ausführlich beschrieben.

Figur 1 zeigt eine seitliche Querschnittsansicht eines Zentrifugentrockners, auf dem das erfindungsgemäße Verfahren ausgeführt werden kann.

Figur 2 zeigt eine schematische Frontalansicht einer Trommel mit möglichen Positionen der Schussdüsen und der Trommelbodenöffnungen, um das erfindungsgemäße Verfahren auszuführen.

Figur 3 zeigt das Korngrößenspektrum eines lediglich als Beispiels aufgeführten problematischen Produkts, das durch das erfindungsgemäße Verfahren besonders vorteilhaft zentrifugiert und getrocknet werden kann.

[0045] Figur 1 zeigt einen Zentrifugentrockner, auf dem das erfindungsgemäße Verfahren ausgeführt werden kann. Der Zentrifugentrockner weist eine Trommel 10 auf, die einen Trommelmantel 11 und einen Trommelboden 12 umfasst, der fest mit einer zum Füllen verwendeten Antriebswelle 20 verbunden ist. Der Trommelboden 12 weist des weiteren Trommelbodenöffnungen 14 auf. Innerhalb der Trommel 10 ist ein Metallfilter 16 angeordnet. Zwischen dem Metallfilter 16 und dem Trommelmantel 11 befindet sich ein Ringraum 18, in den die Trommelbodenöffnungen 14 münden. Der Ringraum 18 ist in der dargestellten Ausführungsform in zwölf Sektionen aufgeteilt, die jeweils eine als Langloch ausgebildete Trommelbodenöffnung 14 aufweisen.

[0046] Innerhalb des Filters 16 befindet sich der Arbeitsbereich 60, in dem das Produkt verarbeitet, d.h. zentrifugiert und getrocknet, wird. Gegenüber dem Trommelboden 12 wird der Arbeitsbereich 60 von einer Stauscheibe 40 verschlossen, die geöffnet werden kann. Bei geöffneter Stauscheibe 40 kann das Produkt aus dem Arbeitsraum 60 in den Bereich 80 überführt und entnommen werden.

[0047] Des weiteren sind ein Abfluss 52, durch den die flüssige Phase des Produkt abfließen kann, und ein Ausgang 54 vorgesehen, durch den in den Arbeitsbereich eingeführte Gase entweichen können.

[0048] Figur 2 zeigt eine schematische Frontalansicht der Trommel 10. Die Drehrichtung der Trommel 10 ist im vorliegenden Beispiel mit dem Uhrzeigersinn. Dargestellt sind des weiteren der Scheitelpunkt 70 der Trommel 10 sowie eine erste Schussdüse 31 und eine zweite Schussdüse 32. Die erste Schussdüse 31 befindet sich in der sogenannten 6-Uhr-Position und die zweite Schussdüse 32 befindet sich in der sogenannten 7-Uhr-Position. Die erste Schussdüse 31 ist zu der zweiten Schussdüse 32 um etwa 30° versetzt. Des weiteren können weitere Schussdüsen vorgesehen sein, wie etwa die dritte Schussdüse 33, die auf der Elf-Uhr-Position angeordnet ist. Die Schussdüsen spritzen ein geeignetes Fluid, das vorzugsweise gasförmig ist, durch die als Langlöcher 90 ausgebildeten Trommelbodenöffnungen durch den Ringraum 18 und den Filter 16 in den Arbeitsbereich 60 ein.

[0049] Als weitere Voraussetzungen sollte der verwendete Zentrifugentrockner als Antrieb ein Einmotorenkonzept aufweisen. Dies ermöglicht es, kontinuierlich sämtliche Drehzahlen zwischen einem Stillstand und einer Maximaldrehzahl

der Trommel anzufahren. Dies ist insofern wichtig, da bei herkömmlichen Zentrifugentrocknern häufig ein Zweimotorenkonzept verwendet wird, das einen Haupt- und einen Getriebemotor aufweist. Diese sind über eine Fliehkraftkupplung verbunden, die sich jedoch erst bei einer Drehzahl von etwa 160 Umdrehungen pro Minute vollständig öffnet. Der Getriebemotor selbst läuft dabei nur bis zu 5 Umdrehungen pro Minute mit. Da beim erfindungsgemäßen Verfahren jedoch gerade der Drehzahlbereich zwischen 0 und 150 Umdrehungen pro Minute verwendet wird, ist dieses Zweimotorenkonzept für das vorliegende Verfahren nicht geeignet.

[0050] Des weiteren sollte der Zentrifugentrockner, auf dem das erfindungsgemäße Verfahren ausgeführt wird, ein geeignetes Regelungssystem aufweisen. Insbesondere muss der Zentrifugentrockner dazu in der Lage sein, die Einspritzungen durch die Schussdüsen 30 im Millisekundenbereich zu steuern. Die Lage der Trommel 10 muss im Minutenbereich (bezogen auf die Winkellage) erfasst werden können. Dazu ist insbesondere eine spielfreie und steife Kuppelung zwischen der Antriebswelle 20 und dem Motor nötig. Durch ein Einmotorenkonzept kann dies geeignet bereitgestellt werden.

[0051] Figur 3 zeigt das Korngrößenspektrum eines typischen Produkts, das mit dem erfindungsgemäßen Verfahren verarbeitet werden kann. Wie Figur 3 zeigt, hat das Produkt einen Feinanteil von etwa 20 %. Etwa 20 % des Produkts weisen eine Korngröße von 10 μm oder weniger auf. Das dargestellte Produkt ist jedoch nicht als einschränkend für die Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens zu sehen. Das erfindungsgemäße Verfahren stellt vielmehr bei allen Arten von Produkten ein verbessertes Zentrifugieren und Trocknen bereit.

[0052] Bei der Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine Produktsuspension zunächst in einem ersten Schritt des Einfüllens durch die als Füllwelle ausgebildete Antriebswelle 20 in den Arbeitsbereich 60 eingefüllt. Die Trommel 10 rotiert während des Einfüllens kontinuierlich. Die Drehzahl der Trommel ist dabei so gewählt, dass die Kräfte in radialer Richtung so hoch sind, dass sich an dem Filter 16 ein Ring aus der Produktsuspension bildet.

[0053] Bereits während des Einfüllens kann mittels der allgemeinen mit 30 bezeichneten Schussdüsen ein geeignetes Fluid in den Arbeitsraum eingespritzt werden. Dabei sind die Schussdüsen 30 nahe an den Trommelboden heranbewegt, so dass sich nur ein minimaler Spalt zwischen dem Düsenkopf 38 und dem Trommelboden 12 befindet. Zu beachten ist, dass die Schussdüsen 30 jederzeit feststehen, während die Trommel 10 rotiert. Um die Schussdüsen 30 wie gewünscht an den Trommelboden 12 heranbewegen zu können, können die Schussdüsen axial bewegbar ausgeführt sein. Ein Zuleitungskanal 34 ist dabei von einem Balg 36 umgeben und die Schussdüsen 30 können mittels einer geeigneten Vorrichtung axial bewegt werden.

[0054] Unter einem geeigneten Fluid ist grundsätzlich ein solches Fluid zu verstehen, das in dem Produkt keinerlei chemische Reaktionen hervorruft und das Produkt nicht in einer sonstigen Weise schädigt. Das verwendete Fluid ist in der Regel gasförmig.

[0055] Die Schussdüsen 30 schießen das Fluid durch die Langlöcher zunächst in dem Ringraum 18 ein, von dem aus sich das Fluid durch den Filter 16 in den Arbeitsraum 60 bewegt. Das Fluid verlässt den Arbeitsraum 60 an einer anderen Stelle in entgegengesetzter Richtung erneut durch den Filter 16 und entweicht durch die Trommelbodenöffnungen 14 und den Auslass 54.

[0056] Eine erste Düse 31 und eine zweite Düse 32 spritzen während einer ersten Umdrehung in dasselbe Langloch 14' ein. Während der nächsten Trommelumdrehung spritzen sie das Fluid in das nächste, d.h. um eins versetzte, Langloch 14" ein, usw. So wird gewährleistet, dass das Produkt über den gesamten Trommelumfang aufgewirbelt wird. Das Aufwirbeln erfolgt somit stets dann, wenn der entsprechende Trommelabschnitt den Bereich zwischen 6 und 7 Uhr passiert.

[0057] Während des Einfüllens bildet sich am Filter ein zunächst dünner, aus Feststoffen bestehender Ring aus. Im Inneren dieses Rings befindet sich eine Suspension, die aus dem Flüssigkeitsanteil und den restlichen Feststoffen besteht, wobei kontinuierlich bis zu einem Höchstmaß weiter Suspension eingefüllt wird. Aufgrund der geringen Viskosität des Flüssigkeitsanteils und die damit verbundene schlechte Übertragung der Scherkräfte in der Suspension, kann sich die Suspension jedoch nicht zu einem stabilen Ring aufbauen. Die Suspension bildet innerhalb des Feststoffrings dadurch einen Suspensionssee. Die Scherkräfte sind jedoch groß genug, dass sich an der Innenseite des Feststoffrings eine etwa 1 mm dünne Suspensionsschicht ausbildet.

[0058] Durch die Aufwirbelung des Suspensionssees aufgrund der Rotation der Trommel wird jedoch bei dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Sedimentation der Suspension und eine Separation der Produktanteile mit größeren Korngrößen von den Feinanteilen während des Einfüllens verhindert.

[0059] Des weiteren wird durch die Erhöhung der Porosität des Feststoffrings aufgrund des Einspritzens von Fluid mittels der Schussdüsen und das daraus resultierende schnelle Abfiltrieren der Flüssigkeit eine Sedimentation des Feststoffanteils in dem etwa 1 mm dünnen Suspensionsring verhindert.

[0060] Ist die gesamte Suspensionsmenge eingefüllt, geht der Schritt des Einfüllens anschließend in den Schritt des Zentrifugierens über. Die Trommel 10 rotiert während des Zentrifugierens mit einer geeigneten Drehzahl, bei einem Trommeldurchmesser von 400 mm bspw. 150 U/min bzw. so schnell, dass 5g auf den Kuchen wirken, und die Suspension wird ständig durch Einspritzen von Fluid mittels der Schussdüsen 30 aufgelockert. So wird verhindert, dass sich die Produktanteile mit kleinerer Korngröße zwischen die Produktanteile mit größerer Korngröße setzen und die zum Ab-

schluss der flüssigen Phase benötigten Kapillare verstopfen. Auch der Filter selbst wird nicht durch die feinen Produktanteile verstopft, da er regelmäßig in entgegengesetzter Richtung von dem Fluidgas durchströmt wird.

[0061] Beispielsweise kann das Einfüllen und Zentrifugieren bei einer Trommelgeschwindigkeit von 500 U/min. bzw. mit einer Radialbeschleunigung von 55 g erfolgen, und erst zum Trocknen die Trommelgeschwindigkeit auf 150 U/min. herabgesetzt werden.

[0062] Darüber hinaus liefert das erfindungsgemäße Verfahren bei allen Arten von Produkten, d.h. auch bei solchen Produkten, die bisher als nicht problematisch galten, eine kürzere Trocknungszeit aufgrund der höheren Porosität des Produkts während der Verarbeitung. Das erfindungsgemäße Verfahren ist somit nicht auf die bspw. in Figur 3 abgebildeten problematischen Produkte beschränkt, sondern kann in vorteilhafterweise bei allen Arten von Produkten im chemischen und im pharmazeutischen Bereich, sowie auf dem Gebiet der Nahrungsmittel und in allen Zentrifugenarten vorteilhaft angewendet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren für den Betrieb einer Zentrifuge mit einer zum Füllen verwendeten Antriebswelle (20), einer sich an die Antriebswelle anschließenden Trommel (10), die einen Trommelmantel (11) und einen Trommelboden (12) aufweist, einem Filter (16) mit einem innerhalb des Filters befindlichen Arbeitsbereich (60), einem zwischen dem Filter (16) und dem Trommelmantel (11) ausgebildeten Ringraum (18), mindestens einer in dem Trommelboden (12) ausgebildeten Trommelbodenöffnung (14), die in den Ringraum (18) mündet, und mindestens einer Schussdüse (30, 31, 32, 33), die so angeordnet ist, dass sie ein Fluid durch die mindestens eine Trommelbodenöffnung (14) in den Ringraum (18) einspritzt, **gekennzeichnet durch** folgenden Verfahrens Schritt:

- Zentrifugieren einer Suspension eines Produkts, wobei während des Zentrifugierens ein Fluid mittels der mindestens eine Schussdüse (30, 31, 32, 33) **durch** den Ringraum (18) in den Arbeitsbereich (60) eingespritzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Trommel (10) während des Zentrifugierens abhängig von einem Durchmesser der Trommel (10) mit einer Drehzahl rotiert, die eine ähnliche Beschleunigung des Produkts in radialer Richtung zur Folge hat wie eine Drehzahl von etwa 150 Umdrehungen pro Minute bei einem Durchmesser der Trommel (10) von etwa 400 mm.

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Trommel (10) während des Zentrifugierens mit einer Drehzahl rotiert, die in dem Produktkuchen eine radiale Beschleunigung etwa in einem Bereich von 1 bis 10 g bewirkt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Trommel (10) während des Einfüllens abhängig von einem Durchmesser der Trommel (10) mit einer Drehzahl rotiert, die eine ähnliche Beschleunigung des Produkts in radialer Richtung zur Folge hat wie eine Drehzahl von etwa 150 Umdrehungen pro Minute bei einem Durchmesser der Trommel (10) von etwa 400 mm.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Trommel (10) während des Einfüllens mit einer Drehzahl rotiert, die in dem Produktkuchen eine radiale Beschleunigung etwa in einem Bereich von 1 bis 10 g bewirkt.

6. Verfahren nach Anspruch 3 oder 5, bei dem die bewirkte Beschleunigung 5 g beträgt.

Claims

1. A process for operating a centrifuge comprising a drive shaft (20) used for loading, a drum (10) which is connected to the drive shaft and has a drum casing (11) and a drum base (12), a filter (16) with a working region (60) situated within the filter, an annular space (18) formed between the filter (16) and the drum casing (11), at least one drum base opening (14) which is formed in the drum base (12) and opens out into the annular space (18), and at least one swirl nozzle (30, 31, 32, 33) which is arranged in such a manner that it injects a fluid through the at least one drum base opening (14) into the annular space (18), **characterized by** the following process step:

- centrifuging a suspension of a product, wherein during centrifuging a fluid is injected into the working region (60) through the annular space (18) by means of the at least one swirl nozzle (30, 31, 32, 33).

2. A process according to claim 1, wherein the drum (10) rotates during centrifuging, as a function of a diameter of the drum (10), at a rotational speed which results in similar acceleration of the product in the radial direction to a rotational speed of approximately 150 revolutions per minute at a diameter of the drum (10) of approximately 400 mm.
- 5 3. A process according to claim 1, wherein the drum (10) rotates during centrifuging at a rotational speed which causes in the product cake radial acceleration approximately in a range of from 1 to 10 g.
4. A process according to any one of claims 1 to 3, wherein the drum (10) rotates during loading, as a function of a diameter of the drum (10), at a rotational speed which results in similar acceleration of the product in the radial direction to a rotational speed of approximately 150 revolutions per minute at a diameter of the drum (10) of approximately 400 mm.
- 10 5. A process according to any one of claims 1 to 3, wherein the drum (10) rotates during loading at a rotational speed which causes in the product cake radial acceleration approximately in a range of from 1 to 10 g.
- 15 6. A process according to claim 3 or 5, wherein the acceleration which is caused is 5 g.

Revendications

- 20 1. Procédé pour le fonctionnement d'une centrifugeuse comprenant un arbre d'entraînement (20) utilisé pour le remplissage, un tambour (10) raccordé à l'arbre d'entraînement, qui comporte une enveloppe de tambour (11) et un fond de tambour (12), un filtre (16) avec une zone de travail (60) située à l'intérieur du filtre, un espace annulaire (18) réalisé entre le filtre (16) et l'enveloppe de tambour (11), au moins une ouverture de fond (14) ménagée dans le fond de tambour (12), qui débouche dans l'espace annulaire (18), et au moins une tuyère de projection (30, 31, 32, 33), agencée de telle façon qu'elle projette un fluide à travers ladite au moins une ouverture de fond (14) jusque dans l'espace annulaire (18), **caractérisé par** l'étape de procédé :
- 25 - centrifugation d'une suspension d'un produit, de sorte que pendant la centrifugation un fluide est injecté au moyen de ladite au moins une tuyère de projection (30, 31, 32, 33) jusque dans la zone de travail (60) à travers l'espace annulaire (18).
- 30 2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le tambour (10) tourne, pendant la centrifugation, en fonction d'un diamètre du tambour (10), à une vitesse de rotation qui a pour conséquence une accélération du produit en direction radiale analogue à celle pour une vitesse de rotation d'environ 150 tours par minute pour un diamètre du tambour (10) d'environ 400 mm.
- 35 3. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le tambour (10) tourne, pendant la centrifugation, à une vitesse de rotation qui provoque dans le gâteau de produit une accélération radiale approximativement dans une plage de 1 à 10 g.
- 40 4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le tambour (10) tourne, pendant le remplissage, en fonction d'un diamètre du tambour (10), à une vitesse de rotation qui a pour conséquence une accélération du produit en direction radiale analogue à celle pour une vitesse de rotation d'environ 150 tours par minute pour un diamètre du tambour (10) d'environ 400 mm.
- 45 5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le tambour (10) tourne, pendant le remplissage, à une vitesse de rotation qui provoque dans le gâteau de produit une accélération radiale approximativement dans une plage de 1 à 10 g.
- 50 6. Procédé selon la revendication 3 ou 5, dans lequel l'accélération obtenue s'élève à 5 g.

Fig. 1

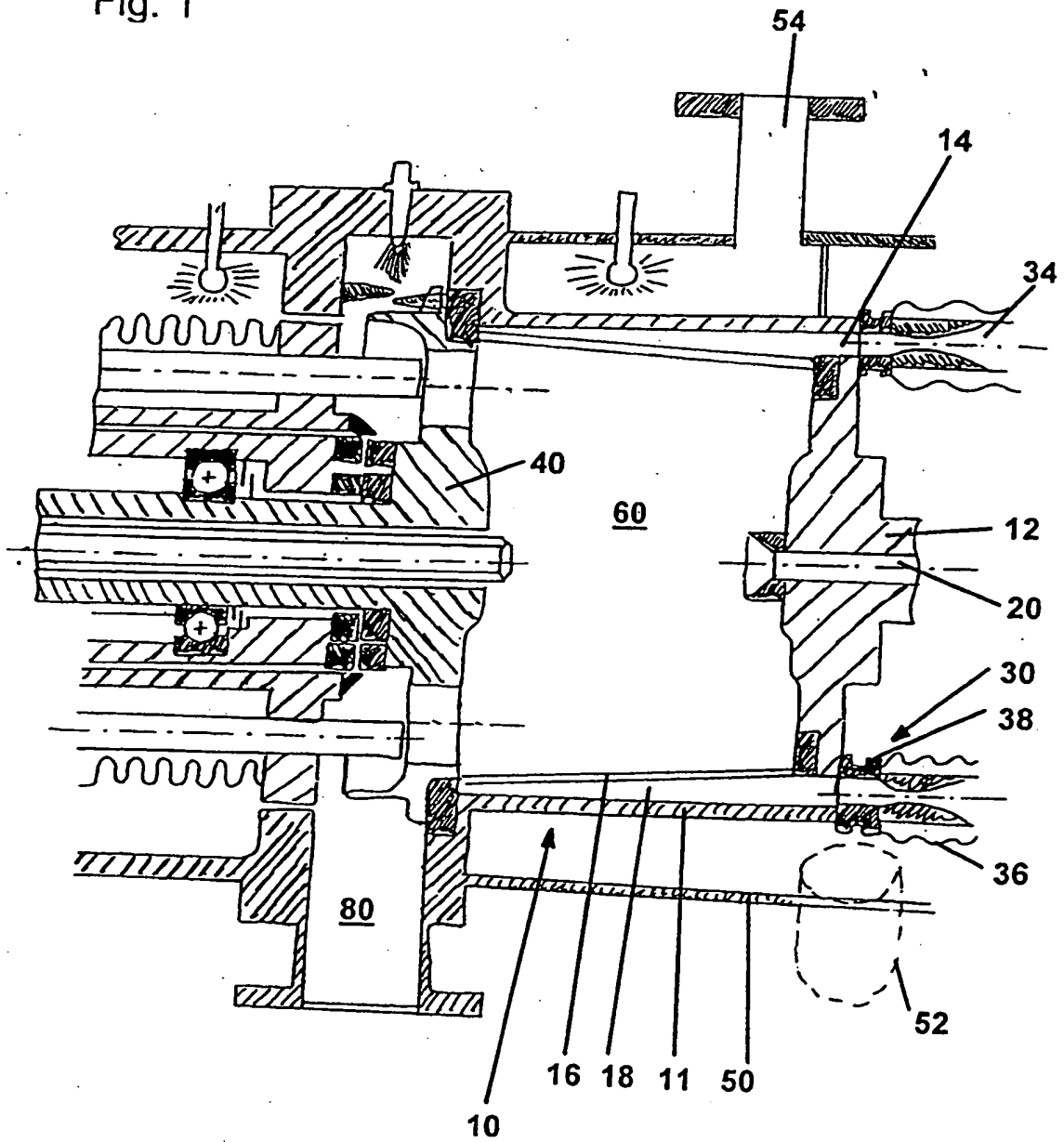
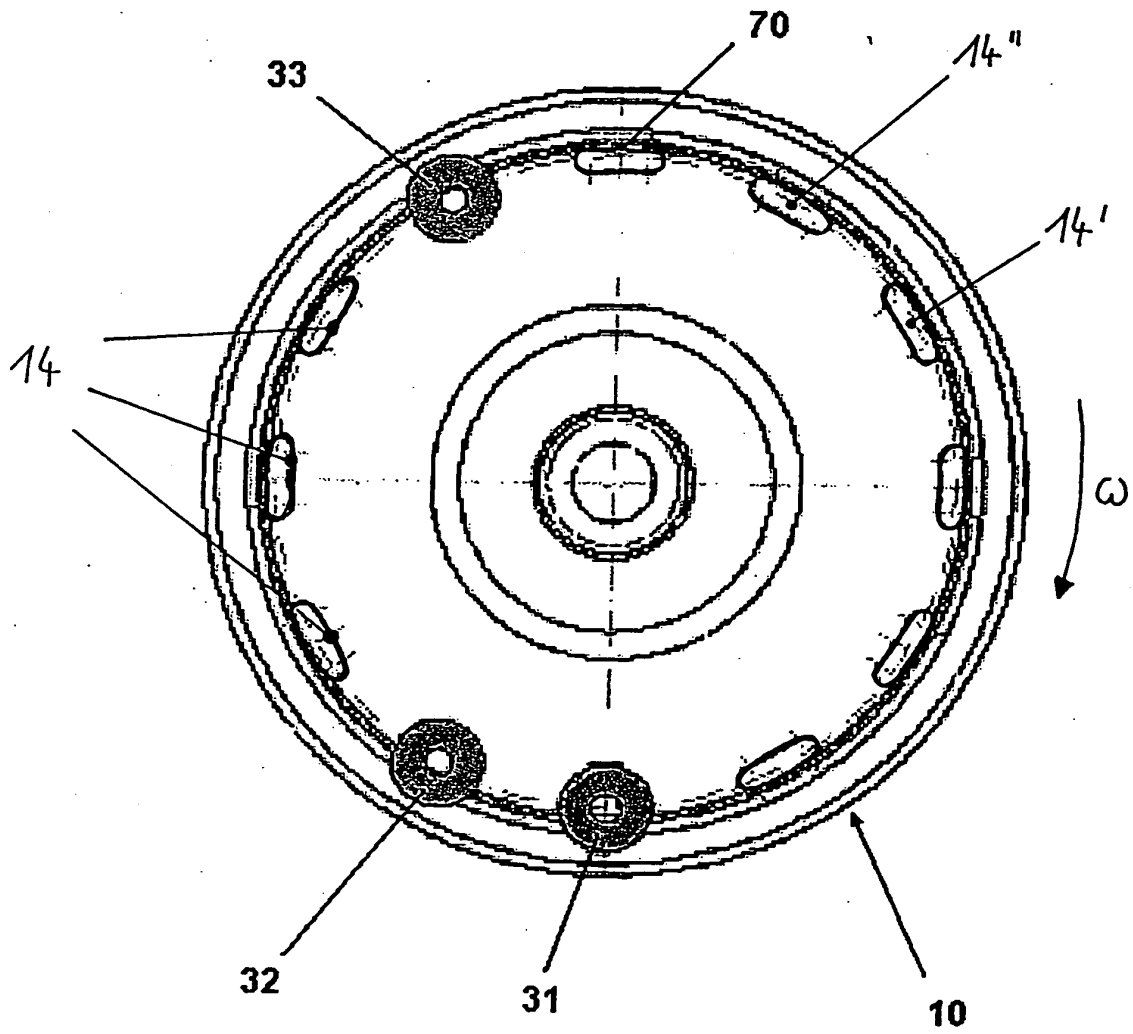
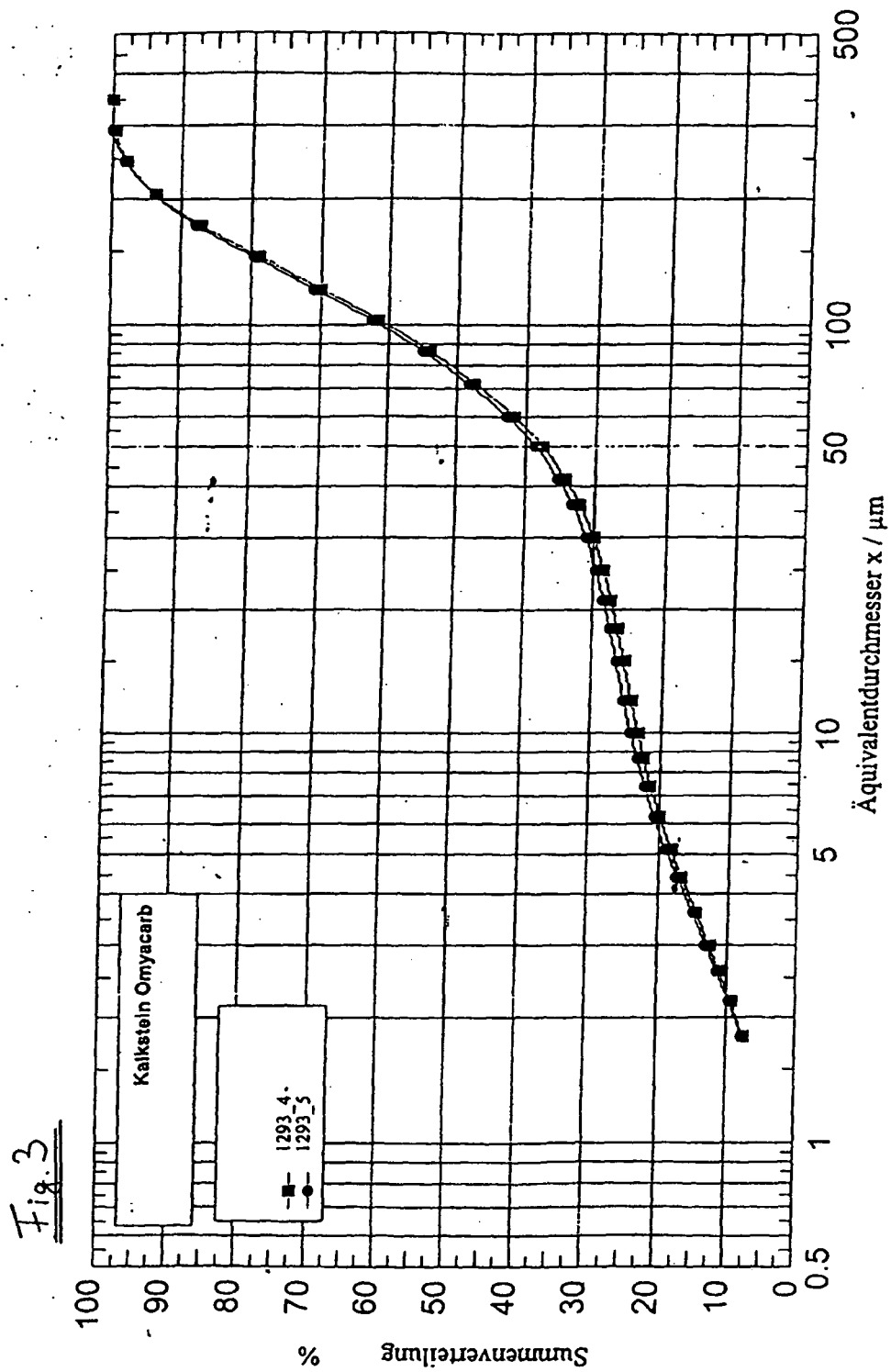


Fig. 2





IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0454045 A [0001]