

(19)



(11)

EP 1 940 554 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
21.01.2009 Patentblatt 2009/04

(51) Int Cl.:
B04B 3/02 *(2006.01)* **B04B 15/12** *(2006.01)*
B04B 11/00 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **07703132.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/000778

(22) Anmeldetag: **30.01.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/096044 (30.08.2007 Gazette 2007/35)

(54) VERFAHREN FÜR DEN BETRIEB EINER ZENTRIFUGE

PROCESS FOR OPERATING A CENTRIFUGE

PROCEDE D'UTILISATION 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:
09.07.2008 Patentblatt 2008/28

(60) Teilanmeldung:
08007829.8 / 1 958 698

(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-A2- 0 454 045 WO-A-02/078852
DE-A1- 10 311 997

EP 1 940 554 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 EP0454045A2 bekannt ist.

[0002] Zentrifugen sind in der Technik allgemein bekannt. Sie dienen vorwiegend ein 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 Zentrifugierten 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] Bei der Wirbelschichttrocknung wird typischerweise entweder ein Stop-And-Go-Verfahren oder ein kontinuierliches Verfahren angewendet. Beim Stop-And-Go-Verfahren wird ein heißes Trocknungsfluid mittels der Schussdüsen durch die Trommelbodenöffnungen in den Arbeitsraum eingeschossen. Dann wird die Trommel um ein bestimmtes Maß weitergedreht und erneut ein Schuss mit dem Trocknungsfluid in den Arbeitsraum abgegeben. So wird das Produkt durch das heiße Gas getrocknet und durch die sukzessive Drehung der Trommel so durcheinander gewirbelt, dass das Produkt möglichst gleichmäßig trocknet.

[0011] Bei dem kontinuierlichen Trocknen werden die Schussdüsen nicht ganz an den Trommelboden herangefahren, sondern es verbleibt ein minimaler Spalt zwischen den Düsen und dem Trommelboden. Die Trommel rotiert nun kontinuierlich mit langsamer Geschwindigkeit und ein entsprechendes Regelungssystem des Zentrifugentrockners bewirkt, dass die Schussdüsen immer dann das Trocknungsfluid einspritzen, wenn sich eine Trommelbodenöffnung vor dem Schussdüsenausgang befindet. Um die Regelung zu vereinfachen, werden die Trommelbodenöffnungen herkömmlicherweise als Langlöcher ausgebildet. Auf diese Art wird auch bei der kontinuierlichen Trocknung das Produkt durch das Trocknungsfluid getrocknet und durch die kontinuierliche Rotation der Trommel immer wieder durcheinandergewirbelt, so dass die Trocknung möglichst gleichmäßig erfolgt.

[0012] Bei der Festbettrocknung wird der Produktkuchen zunächst nicht abgesprengt. Vielmehr wird ein heißes Trocknungsgas in den Arbeitsraum eingeführt, das den Produktkuchen von innen nach außen, d.h. aus dem Arbeitsraum in

Richtung des Ringraums, durchströmt und dem Produktkuchen dabei Feuchtigkeit entzieht. So wird der Produktkuchen in seiner Ringform getrocknet und erst anschließend vom Filter gelöst. Dies kann beispielsweise ebenfalls durch Absprengen oder durch Umstülpen des Filters im Fall einer Stülpfilterzentrifuge.

[0013] 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.

[0014] Bei den voranstehend beschriebenen herkömmlichen Verfahren treten jedoch beider Verarbeitung bestimmter Produkte Probleme auf. Insbesondere bei Produkten mit einem breiten Korngrößenspektrum und einem hohen Feinkornanteil wird das Zentrifugieren erheblich erschwert.

[0015] 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 %.

[0016] Beim Trocknen mittels der Wirbelschichttrocknung von oben genannten Produkten mit breitem Kornspektrum und hohem Feuchtegrad tritt zudem schnell eine Verklumpung des Produkts auf. Bei der herkömmlichen Wirbelschichttrocknung rollen Produktanteile, die durch die Drehung der Trommel nach oben bewegt werden, immer wieder entlang der übrigen Produktanteile herab auf den Trommelboden. So wird die Verklumpung des Produkts stark gefördert, da während des Herabrollens kleinere Produktteilchen an größeren Produktteilchen anhaften und sich so immer größere Klumpen bilden. Die Verklumpung des Produkts während des Trocknens bringt jedoch wesentliche Nachteile mit sich. So können die größeren Klumpen zum einen nicht zufriedenstellend getrocknet werden, da sie in ihrem Inneren sehr feucht bleiben, zum anderen eignet sich das verklumpte Produkt nur sehr schlecht zur Weiterverarbeitung.

[0017] Bei der herkömmlichen Festbettrocknung bilden sich während des Trocknens häufig sogenannte Trocknungsrisse in dem Produktkuchen. Durch diese Risse entweicht das Trocknungsgas aufgrund des geringeren Widerstands naturgemäß bevorzugt, so dass ein Großteil des Trocknungsgases durch die Trocknungsrisse entweicht, ohne das Produkt an sich zu durchqueren und eine Trocknungswirkung zu entfalten. Zum einen wird das Trocknungsgas so nicht effizient genutzt, zum anderen kann der Kuchen nicht gleichmäßig getrocknet werden. In der Umgebung der Trocknungsrisse entstehen zudem häufig Bereiche hoher Hitze, in denen das Produkt geschädigt werden kann oder unerwünschte chemische Reaktionen auftreten.

[0018] So kann eine zusätzliche und im Grunde überflüssige Nachbearbeitung des Produkts notwendig sein, um eine weiterverarbeitbare Produktkonsistenz zu erlangen.

[0019] Die Filter, insbesondere Metallfilter, können des weiteren nicht mit einer beliebig kleinen Maschengröße gefertigt werden. Die minimale Maschengröße liegt gegenwärtig bei etwa 10 μm . Bei Produkten mit einem hohen Feinanteil, d.h. etwa 20 % des Produkts weisen eine Korngröße von weniger als 10 μm auf, geht während der herkömmlichen Trocknungsverfahren ein Großteil des Produkts verloren. Speziell während der Wirbelschichttrocknung wird der Feinanteil ständig zerstäubt und entweicht zusammen mit dem Trocknungsgas durch den Filter in den Ringraum. So geht bei den herkömmlichen Verarbeitungsverfahren häufig ein wesentlicher Anteil des Produkts verloren.

[0020] Letztlich gibt es bei bestimmten Produkten strenge Vorgaben zur Art und Weise der Verarbeitung. So kann bspw. eine Maximaltemperatur des Trocknungsgases vorgegeben sein, da eine höhere Temperatur Schädigungen des Produkts bzw. ungewünschte chemische Reaktionen zur Folge hätte. Da häufig auch ein sehr niedriger maximaler Restflüssigkeitsanteil um etwa 1 % vorgegeben ist, wird ein Einhalten der Bedingungen mit den herkömmlichen Verfahren nahezu unmöglich. Dies ist insbesondere bei Produkten im Nahrungsmittelbereich und aus dem chemischen und pharmazeutischen Bereich der Fall.

[0021] Zur Lösung der voranstehenden Probleme, wird ein Verfahren für den Betrieb eines Zentrifugentrockners nach Anspruch 1 vorgeschlagen.

[0022] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist die Drehzahl der Trommel während des Trocknens so hoch gewählt, dass der Produktkuchen nicht in sich zusammenfällt. Dies bedeutet, dass zwar ein Trocknungsfluid mittels mindestens einer Schussdüse in entgegengesetzter Richtung durch den Filter in den Arbeitsraum eingespritzt wird und der Produktkuchen so immer wieder aufgelockert, verwirbelt und getrocknet wird, die durch die Trommeldrehung auf das Produkt wirkenden Radialkräfte jedoch verhindern, dass der Produktkuchen in sich zusammenfällt. So bleibt der Produktkuchen während des Trocknens permanent stationär erhalten.

[0023] Daraus ergibt sich zunächst der Vorteil, dass der Produktkuchen während des Trocknens selbst als Filter wirkt. Auf diese Weise wird verhindert, dass der Feinstoffanteil während des Trocknens verloren geht. Das resultiert in einer wesentlich höheren Produktausbeute und einer erhöhten Wirtschaftlichkeit des Verfahrens.

[0024] Während des Trocknens wird das heiße Trocknungsgas mittels der Schussdüsen in den Arbeitsraum eingespritzt. Wie bereits beschrieben wurde, bleibt durch die Kräfte in radialer Richtung, die durch die Trommeldrehung

hervorgerufen werden, die Ringform des Produkts auch während des Trocknens permanent erhalten. Durch das Einspritzen des Trocknungsgases durch den Ringraum in den Arbeitsraum, d.h. von außen nach innen, wird zudem ein bedeutender Vorteil gegenüber dem Stand der Technik erreicht.

[0025] Bei herkömmlichen Trocknungsverfahren durchströmt das heiße Trocknungsgas im Fall der Festbetrtrocknung den Produktkuchen nur einmal von innen nach außen, d.h. von dem Arbeitsraum aus in Richtung des Ringraums. Bei der Wirbelschichttrocknung durchströmt das Trocknungsgas den Kuchen einmal von außen nach innen im unteren Trommelbereich und entweicht in einem oberen Bereich aus der Trommel, ohne das Produkt erneut zu durchqueren.

[0026] Beim erfindungsgemäßen Verfahren durchströmt das heiße Trocknungsgas den Produktkuchen jedoch zunächst von außen nach innen. Da das heiße Trocknungsgas wieder aus dem Arbeitsraum entweichen muss, durchströmt es den Produktkuchen an einer anderen Stelle auch wieder von innen nach außen und entweicht in den Ringraum. Das Trocknungsgas durchquert den Produktkuchen also zweimal, was in einer wesentlich effektiveren Ausnutzung der Feuchtigkeitsaufnahme-fähigkeit des Trocknungsgases und einem schnelleren Trocknen des Produktkuchens resultiert. Durch das permanente Aufwirbeln des Produkts erhöht sich zudem die Porosität des Produkts, so dass das Trocknungsgas das Produkt leichter und gleichmäßiger durchdringen kann. Um die Bewegung des Trocknungsfluids von innen nach außen zu unterstützen, kann der Druck in der Trommel erhöht werden. Dies kann durch zusätzliches Einpumpen von Trocknungsgas durch die Füllwelle erfolgen.

[0027] Durch das Einführen eines Trocknungsgases durch die Füllwelle in den Arbeitsraum wird zudem die beidseitige Trocknung des Produktkuchens verbessert. Durch die gleichmäßige Trocknung von beiden Seiten ist eine homogenere Trocknung des Produkts möglich, bei der unerwünschte lokale Überhitzungen vermieden werden.

[0028] Durch das permanente Auflockern des Produktkuchens wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Bildung von Trocknungsrisen vermieden. Zum einen werden die Trocknungsrisen durch das mittels der Schussdüsen in den Arbeitsraum eingespritzte Trocknungsgas direkt zerstört, oder aber die Trocknungsrisen werden durch aufgewirbelte feinere Produktanteile sofort wieder zugesetzt. So ist auch das durch die Füllwelle in den Arbeitsraum geleitete Trocknungsgas gezwungen, vollständig das Produkt von innen nach außen zu durchqueren und trocknet das Produkt somit effektiver.

[0029] Letztlich wird durch das erfindungsgemäße Verfahren auch ein Verklumpen des Produkts aufgrund von Agglomeration verhindert. Indem der Produktkuchen während des Trocknens stationär erhalten bleibt, wird dem voranstehend beschriebenen Mechanismus der Klumpenbildung vorgebeugt, da ein Abrollen und Anhaften der feuchten Produktanteile nicht mehr möglich ist. Auch eine nach dem Absprengen auftretende Anhäufung des Produktes am Trommelboden, die häufig den Beginn der Verklumpung darstellt, tritt nicht mehr auf.

[0030] In einer Ausführungsform des Verfahrens kann nach dem Trocknen des weiteren ein sogenannter Homogenisierungsschritt vorgesehen sein. Bei dem Homogenisierungsschritt rotiert die Trommel zwar ebenfalls kontinuierlich, jedoch mit so herabgesetzter Geschwindigkeit, dass der Produktkuchen in sich zusammenfällt. Wie bereits voranstehend ausgeführt wurde, ist aufgrund des permanenten Auflockerns des Produktkuchens kein Absprengen nötig und bei entsprechender Herabsetzung der Trommeldrehzahlen fällt der Produktkuchen automatisch in sich zusammen und das Produkt rieselt an den Trommelboden. Das Produkt hat nun die Form eines trockenen feinen Pulvers das sich zusammen mit der Trommel immer wieder nach oben bewegt, jedoch vor Erreichen des Scheitelpunkts wieder an den Trommelboden herabfällt. Da das Produkt bereits wie gewünscht getrocknet wurde, tritt nun jedoch keine Verklumpung des Produkts mehr ein. Vielmehr wird das Produkt gleichmäßig vermengt, so dass sich die Korngrößen der Produktpartikel gleichmäßig über das gesamte Produkt verteilen und auch die verbliebenen Feuchteanteile homogen über das Produkt verteilt werden.

[0031] 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.

[0032] 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.

[0033] 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.

[0034] 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.

[0035] 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.

[0036] 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

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

[0037] Somit ergibt sich für die Zentripetalbeschleunigung

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

[0038] 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

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

[0039] Die hier für einen Trommeldurchmesser von 400 mm angegebenen Drehzahlen sind somit mittels der Gleichung (4) zumindest näherungsweise problemlos auf andere Trommelgrößen übertragbar.

[0040] Als Alternative werden zudem die auf den Produktkuchen wirkenden Beschleunigungen in g angegeben.

[0041] 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 .

[0042] Die Drehzahl von 150 Umdrehungen pro Minute bzw. die Beschleunigung von 5 g kann während des Einfüllens, während des Zentrifugierens und während des Trocknens angewendet werden. Insbesondere während des Trocknens führt eine Drehzahl von etwa 150 Umdrehungen pro Minute zu einem besonders gut weiterzuverarbeitenden Produkt. Der beschriebene erfindungsgemäße Trocknungsschritt führt nicht nur bei den beschriebenen problematischen Produkten sondern generell bei allen Arten von Produkten zu einer verbesserten und effektiveren Trocknung und einem qualitativ verbesserten-Endprodukt.

[0043] 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 55 g , beim Zentrifugieren bis zu 600 g betragen. Bei besonders gröbkörnigen Produkten ist auf geeigneten Zentrifugen sogar eine Beschleunigung von bis zu 2000 g möglich. Während des Trocknens wird die Drehzahl dann wieder auf etwa 150 Umdrehungen pro Minute abgesenkt.

[0044] 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.

[0045] Während des Homogenisierens liegt eine geeignete Drehzahl bei etwa 50 bis 80 Umdrehungen pro Minute bei einem Trommeldurchmesser von etwa 400 mm. Betrachtet man die auf den Produktkuchen wirkenden Beschleunigungen, ist die Drehzahl entsprechend so zu wählen, dass die aufgrund der Kreisbewegung radial nach außen wirkende Beschleunigung kleiner als 1g ist, damit das Produkt im oberen Bereich der Trommel aufgrund der Erdbeschleunigung herabfällt.

[0046] Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

[0047] 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.

[0048] 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.

[0049] 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.

[0050] 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.

[0051] 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.

[0052] 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.

[0053] 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.

[0054] 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 Kupplung zwischen der Antriebswelle 20 und dem Motor nötig. Durch ein Einmotorenkonzept kann dies geeignet bereitgestellt werden.

[0055] 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

5 allen Arten von Produkten ein verbessertes Zentrifugieren und Trocknen bereit.
[0056] 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.

10 **[0057]** 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.

15 **[0058]** 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.

20 **[0059]** 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.

25 **[0060]** 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.

30 **[0061]** 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
 35 etwa 1 mm dünne Suspensionsschicht ausbildet.

[0062] 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.

40 **[0063]** 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.

45 **[0064]** 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 Abschluss 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.

50 **[0065]** Bei weniger problematischen Produkten, die sich nicht schnell zusetzen und auch auf herkömmliche Weise zentrifugiert werden können, ist es natürlich auch möglich, den Schritt des Einfüllens und des Zentrifugierens nach bisher bekannter Art und Weise durchzuführen und erst beim Trocknen mit dem erfindungsgemäßen ständigen Einspritzen eines geeigneten gasförmigen Fluids zu beginnen. 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.

55 **[0066]** Der Schritt des Zentrifugierens geht fließend in den Schritt des Trocknens über. Die Drehzahl der Trommel 10 beträgt bei einem Trommeldurchmesser von 400 mm während des Trocknens etwa 150 U/min. Der ringförmige Aufbau des Produktkuchens bleibt dabei erhalten und der Produktkuchen fällt nicht in sich zusammen. Die Schussdüsen 30 spritzen nun ein heißes Trocknungsgas in den Arbeitsraum 60 ein. Wie bereits beschrieben wurde, muss das heiße

Trocknungsgas den Produktkuchen zweimal durchdringen. Dadurch wird eine besonders hohe Trocknungseffektivität erreicht. Zudem wird der Produktkuchen von zwei Seiten gleichmäßig getrocknet. Durch das ständige Auflockern des Produktkuchens über den gesamten Umfang und die stationäre Erhaltung der Ringform des Produktkuchens findet zudem keine Verklumpung des Produkts statt. Indem während des gesamten Trocknungsvorgangs ein ringförmiger Kuchen erhalten bleibt, wirkt das Produkt selbst als zusätzlicher Filter, der verhindert, dass der Feinanteil des Produkts durch den Filter 16 entweicht.

[0067] Zusätzlich kann durch die Antriebswelle 20 ebenfalls heißes Trocknungsgas in den Arbeitsraum 60 eingeleitet werden. Dies kann die Trocknungsgeschwindigkeit des Produkts zusätzlich erhöhen. Indem Trocknungsrisse im Produkt durch das ständige Auflockern verhindert werden, kann das im Arbeitsraum 60 befindliche Trocknungsgas nicht einfach durch die Trocknungsrisse entweichen, sondern passiert vollständig das Produkt, wodurch die Trocknungseffektivität zusätzlich erhöht ist.

[0068] Nachdem das Produkt wie gewünscht getrocknet wurde, schließt sich an den Schritt des Trocknens ein Homogenisierungsschritt an. Dabei wird die Trommeldrehzahl bei einer Trommel mit einem Durchmesser von 400 mm von 150 U/min auf etwa 50 bis 80 U/min bzw. auf eine Radialbeschleunigung von weniger als 1 g abgesenkt. Der Produktkuchen fällt nun in sich zusammen. Das Produkt hat nun die Form eines feinen Pulvers, das sich am Tiefpunkt der Trommel 10 sammelt und von der Trommel 10 in Richtung des Scheitelpunkts 70 der Trommel 10 mitgerissen wird. Vor Erreichen des Scheitelpunkts 70 rieselt das Produkt jedoch wieder in Richtung des Tiefpunkts der Trommel 10 hinab. So wird eine Durchmischung und Homogenisierung des Produkts erreicht, wodurch nach kurzer Zeit die unterschiedlichen Korngrößen und restlichen Feuchteanteile gleichmäßig im Produkt verteilt sind. Zusätzlich kann durch die Schussdüsen 30 wiederum ein Gas in den Arbeitsraum 60 eingeschossen werden, um das Produkt zusätzlich aufzulockern. Dies ist während des Homogenisierungsschrittes jedoch nicht zwingend notwendig.

[0069] Im Anschluss an den Homogenisierungsschritt kann das getrocknete Produkt als feines Pulver entnommen werden.

[0070] Es sei noch einmal darauf hingewiesen, dass die voranstehend angegebenen Drehzahlen lediglich als Beispiel für einen Zentrifugentrockner mit einem Trommeldurchmesser von 400 mm zu verstehen sind. Bei anderen Trommeldurchmessern sind entsprechend andere Drehzahlen zu wählen, die die gleichen Effekte hervorrufen. Insbesondere ist die Drehzahl während des Trocknens so zu wählen, dass die Ringform des Produktkuchens stets erhalten bleibt.

[0071] Mittels des voranstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein wirtschaftlich sinnvolles Zentrifugieren und Trocknen von zu Verklumpung neigenden Produkten überhaupt erst möglich. Im Gegensatz zu herkömmlichen Verfahren, die bei solchen problematischen Produkten lediglich einen aus Klumpen bestehenden Schlamm mit hohem Flüssigkeitsanteil hervorbrachten, kann durch das erfindungsgemäße Verfahren ein trockenes feines Pulver erlangt werden.

[0072] 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, mit den folgenden Schritten:

- Einfüllen einer Suspension eines Produkts in den Arbeitsbereich (60) durch die Antriebswelle (20),
- Zentrifugieren der Suspension des Produkts, **gekennzeichnet durch** den Verfahrensschritt:
- Trocknen des Produkts, wobei die Trommel (10) während des Trocknens kontinuierlich rotiert, und ein Fluid mittels der mindestens einen Schussdüse (30, 31, 32, 33) **durch** den Ringraum (18) in die Trommel (10) eingespritzt wird, und die Drehzahl der Trommel (10) während des Trocknens so gewählt ist, dass ein in der Trommel (10) gebildeter Produktkuchen nicht in sich zusammenfällt.

2. Verfahren nach Anspruch 1 bei dem die Trommel (10) während des Einfüllens kontinuierlich rotiert.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem während des Einfüllens ein Fluid mittels der mindestens einen Schussdüse (30, 31, 32, 33) durch den Ringraum (18) in den Arbeitsbereich (60) eingespritzt wird.
- 5 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, 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.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem während des Zentrifugierens der Innendruck der Trommel (10) erhöht wird.
- 10 6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem während des Trocknens ein Fluid durch die Antriebswelle (20) in die Trommel (10) geleitet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, des weiteren mit dem folgenden Schritt:
15 - Homogenisieren des Produkts nach dem Trocknen der Produktsuspension, wobei die Trommel (10) kontinuierlich rotiert und während des Homogenisierens langsamer rotiert als während des Trocknens.
8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem die Drehzahl der Trommel (10) während des Homogenisierens so gewählt ist, dass das Produkt vor Erreichen des Scheitelpunkts (70) der Trommel (10) herabfällt.
20
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem mindestens zwei Schussdüsen (30, 31, 32, 33) vorgesehen sind.
10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem eine erste Schussdüse (31) der mindestens zwei Schussdüsen (30, 31, 32, 33) seitlich versetzt zu einem Tiefpunkt der Trommel (10) angeordnet ist.
25
11. Verfahrens nach Anspruch 10, bei dem die erste Schussdüse (31) relativ zu dem Tiefpunkt der Trommel (10) um etwa 30° versetzt ist.
- 30 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, bei dem eine zweite Schussdüse (32) der mindestens zwei Schussdüsen (30, 31, 32, 33) etwa an dem Tiefpunkt der Trommel (10) angeordnet ist.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, bei dem die erste (31) und die zweite (32) Schussdüse während einer Umdrehung der Trommel (10) das Fluid in dieselbe Trommelbodenöffnung (14) einspritzen.
35
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, bei dem die erste (31) und die zweite (32) Schussdüse während einer Umdrehung der Trommel (10) das Fluid in verschiedene Trommelbodenöffnungen (14) einspritzen.
- 40 15. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem die erste (31) und die zweite (32) Schussdüse das Fluid während einer ersten Umdrehung der Trommel (10) in eine erste Trommelbodenöffnung (14') einspritzen und das Fluid während einer unmittelbar auf die erste Umdrehung folgenden zweiten Umdrehung das Fluid in eine zweite Trommelbodenöffnung (14'') einspritzen.
- 45 16. Verfahren nach Anspruch 15, bei dem die zweite Trommelbodenöffnung (14'') relativ zu der ersten Trommelbodenöffnung (14') um eine Trommelbodenöffnung versetzt ist.
- 50 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2 oder 4 bis 16, bei dem die Trommel (10) während des Einfüllens und 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 500 Umdrehungen pro Minute bei einem Durchmesser der Trommel (10) von etwa 400 mm.
- 55 18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, 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.
19. Verfahren nach Anspruch 18, 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.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 19, bei dem die Trommel (10) während des Homogenisierens 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 90 Umdrehungen pro Minute bei einem Durchmesser der Trommel (10) von etwa 400 mm.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2 oder 4 bis 16, bei dem die Trommel (10) während des Einfüllens und des Zentrifugierens mit einer Drehzahl rotiert, die in dem Produktkuchen eine radiale Beschleunigung etwa in einem Bereich von 50 bis 600 g bewirkt.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, 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.
23. Verfahren nach Anspruch 22, 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.
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 19, bei dem die Trommel (10) während des Homogenisierens abhängig von einem Durchmesser der Trommel (10) mit einer Drehzahl rotiert, die in dem Produktkuchen eine radiale Beschleunigung von weniger als 1 g bewirkt.

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), the process comprising the following steps:
 - loading a suspension of a product into the working region (60) through the drive shaft (20),
 - centrifuging the suspension of the product, **characterized by** the step of:
 - drying the product, wherein the drum (10) rotates continuously during drying, and a fluid is injected into the drum (10) through the annular space (18) by means of the at least one swirl nozzle (30, 31, 32, 33), and the rotational speed of the drum (10) during drying is selected such that a product cake formed in the drum (10) does not collapse.
2. The process according to claim 1, wherein the drum (10) rotates continuously during loading.
3. The process according to claim 2, wherein during loading 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).
4. The process according to any one of claims 1 to 3, 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).
5. The process according to any one of claims 1 to 4, wherein during centrifuging the internal pressure of the drum (10) is increased.
6. The process according to claim 5, wherein during drying a fluid is led into the drum (10) through the drive shaft (20).
7. The process according to any one of claims 1 to 6, further comprising the following step:
 - homogenising the product after drying of the product suspension, wherein the drum (10) rotates continuously and rotates more slowly during homogenising than during drying.
8. The process according to claim 7, wherein the rotational speed of the drum (10) during homogenising is selected

such that the product falls down before reaching the summit (70) of the drum (10).

9. The process according to any one of claims 1 to 8, wherein at least two swirl nozzles (30, 31, 32, 33) are provided.

10. The process according to claim 9, wherein a first swirl nozzle (31) of the at least two swirl nozzles (30, 31, 32, 33) is arranged laterally offset from a low point of the drum (10).

11. The process according to claim 10, wherein the first swirl nozzle (31) is offset relative to the low point of the drum (10) by approximately 30°.

12. The process according to any one of claims 9 to 11, wherein a second swirl nozzle (32) of the at least two swirl nozzles (30, 31, 32, 33) is arranged approximately at the low point of the drum (10).

13. The process according to any one of claims 9 to 12, wherein the first (31) and the second (32) swirl nozzle inject the fluid into the same drum base opening (14) during a revolution of the drum (10).

14. The process according to any one of claims 9 to 12, wherein the first (31) and the second (32) swirl nozzle inject the fluid into various drum base openings (14) during a revolution of the drum.

15. The process according to claim 13, wherein the first (31) and the second (32) swirl nozzle inject the fluid into a first drum base opening (14') during a first revolution of the drum (10) and the fluid into a second drum base opening (14'') during a second revolution immediately following the first revolution.

16. The process according to claim 15, wherein the second drum base opening (14'') is offset relative to the first drum base opening (14') by one drum base opening.

17. The process according to any one of claims 1 to 2 or 4 to 16, wherein the drum (10) rotates during loading and 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 500 revolutions per minute at a diameter of the drum (10) of approximately 400 mm.

18. The process according to any one of claims 1 to 16, 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 of approximately 400 mm.

19. The process according to claim 18, 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.

20. The process according to any one of claims 7 to 19, wherein the drum (10) rotates during homogenising, 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 90 revolutions per minute at a diameter of the drum (10) of approximately 400 mm.

21. The process according to any one of claims 1 to 2 or 4 to 16, wherein the drum (10) rotates during loading and centrifuging at a rotational speed which causes in the product cake radial acceleration approximately in a range of from 50 to 600 g.

22. The process according to any one of claims 1 to 16, 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.

23. The process according to claim 22, 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.

24. The process according to any one of claims 7 to 19, wherein the drum (10) rotates during homogenising, as a function of a diameter of the drum (10), at a rotational speed which causes in the product cake radial acceleration of less than 1 g.

Revendications

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), comprenant les étapes suivantes :
 - remplissage d'une suspension d'un produit dans la zone de travail (60) à travers l'arbre d'entraînement (20),
 - centrifugation de la suspension du produit, **caractérisé par** l'étape de procédé :
 - séchage du produit, de sorte que le tambour (10) tourne continuellement pendant le séchage, et injection d'un fluide dans le tambour (10) à travers l'espace annulaire (18) au moyen de ladite au moins une tuyère de projection (30, 31, 32, 33), la vitesse de rotation du tambour (10) pendant le séchage étant choisie de telle façon qu'un gâteau de produit formé dans le tambour (10) ne s'effondre pas sur lui-même.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le tambour (10) tourne continuellement pendant le remplissage.
3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel pendant le remplissage un fluide est injecté au moyen de ladite au moins une tuyère de projection (30, 31, 32, 33) à travers l'espace annulaire (18) jusque dans la zone de travail (60).
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel, pendant la centrifugation, un fluide est injecté au moyen de ladite au moins une tuyère de projection (30, 31, 32, 33) à travers l'espace annulaire (18) jusque dans la zone de travail (60).
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel la pression intérieure du tambour (10) est augmentée pendant la centrifugation.
6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel un fluide est amené à travers l'arbre d'entraînement (20) jusque dans le tambour (10) pendant le séchage.
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, comprenant en outre l'étape suivante :
 - homogénéisation du produit après le séchage de la suspension de produit, le tambour (10) étant continuellement en rotation, et sa rotation étant plus lente pendant l'homogénéisation que pendant le séchage.
8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel la vitesse de rotation du tambour (10) pendant l'homogénéisation est ainsi choisie que le produit tombe avant d'atteindre le sommet (70) du tambour (10).
9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel il est prévu au moins deux tuyères de projection (30, 31, 32, 33).
10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel une première tuyère de projection (31) parmi lesdites au moins deux tuyères de projection (30, 31, 32, 33) est agencée en décalage latéral par rapport au point le plus profond du tambour (10).
11. Procédé selon la revendication 10, dans lequel la première tuyère de projection (31) est décalée d'environ 30° par rapport au point le plus profond du tambour (10).
12. Procédé selon l'une des revendications 9 à 11, dans lequel une seconde tuyère de projection (32) parmi lesdites au moins deux tuyères de projection (30, 31, 32, 33) est agencée approximativement au point le plus profond du tambour (10).
13. Procédé selon l'une des revendications 9 à 12, dans lequel la première (31) et la seconde (32) tuyère de projection projettent le fluide dans la même ouverture de fond (14) du tambour pendant une rotation du tambour (10).
14. Procédé selon l'une des revendications 9 à 12, dans lequel la première (31) et la seconde (32) tuyère de projection

projettent le fluide dans des ouvertures de fond (14) différentes du tambour pendant une rotation du tambour (10).

15. Procédé selon la revendication 13, dans lequel la première (31) et la seconde (32) tuyère de projection projettent le fluide dans une première ouverture de fond (14') du tambour pendant une première rotation du tambour (10) et projettent le fluide dans une seconde ouverture de fond (14'') du tambour pendant une seconde rotation qui fait immédiatement suite à la première rotation.

16. Procédé selon la revendication 15, dans lequel la seconde ouverture de fond (14'') est décalée par rapport à la première ouverture de fond (14') à raison d'une ouverture de fond.

17. Procédé selon l'une des revendications 1, 2 ou 4 à 16, dans lequel le tambour (10) tourne, pendant le remplissage et 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 500 tours par minute pour un diamètre du tambour (10) d'environ 400 mm.

18. Procédé selon l'une des revendications 1 à 16, 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.

19. Procédé selon la revendication 18, 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.

20. Procédé selon l'une des revendications 7 à 19, dans lequel le tambour (10) tourne, pendant l'homogénéisation, 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 90 tours par minute pour un diamètre du tambour (10) d'environ 400 mm.

21. Procédé selon l'une des revendications 1, 2 ou 4 à 16, dans lequel le tambour (10) tourne, pendant le remplissage et la centrifugation, à une vitesse de rotation qui provoque dans le gâteau de produit une accélération radiale approximativement dans une plage de 50 à 600 g.

22. Procédé selon l'une des revendications 1 à 16, 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.

23. Procédé selon la revendication 22, 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.

24. Procédé selon l'une des revendications 7 à 19, dans lequel le tambour (10) tourne, pendant l'homogénéisation, en fonction d'un diamètre du tambour (10), à une vitesse de rotation qui provoque dans le gâteau de produit une accélération radiale inférieure à 1 g.

Fig. 1

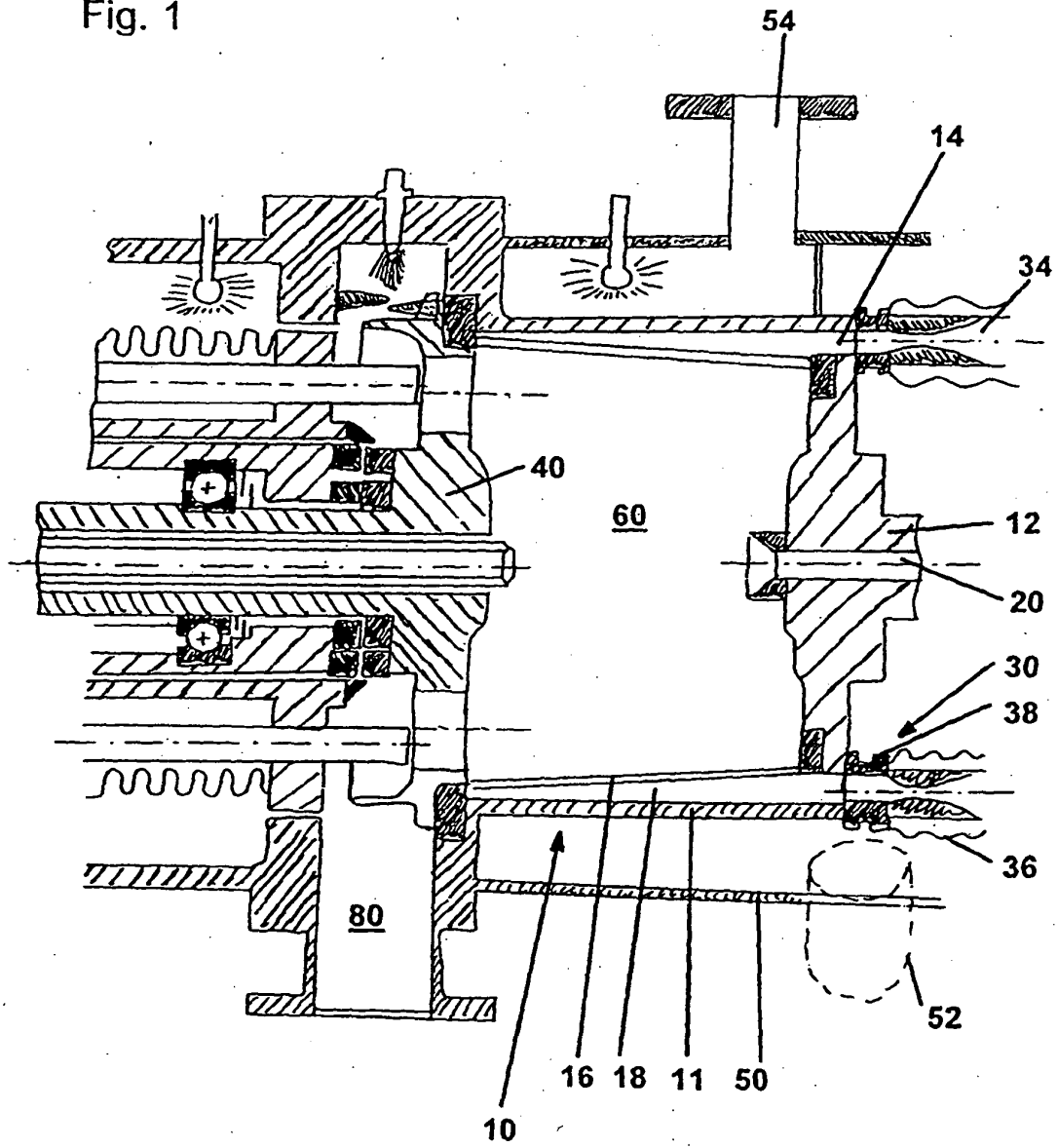
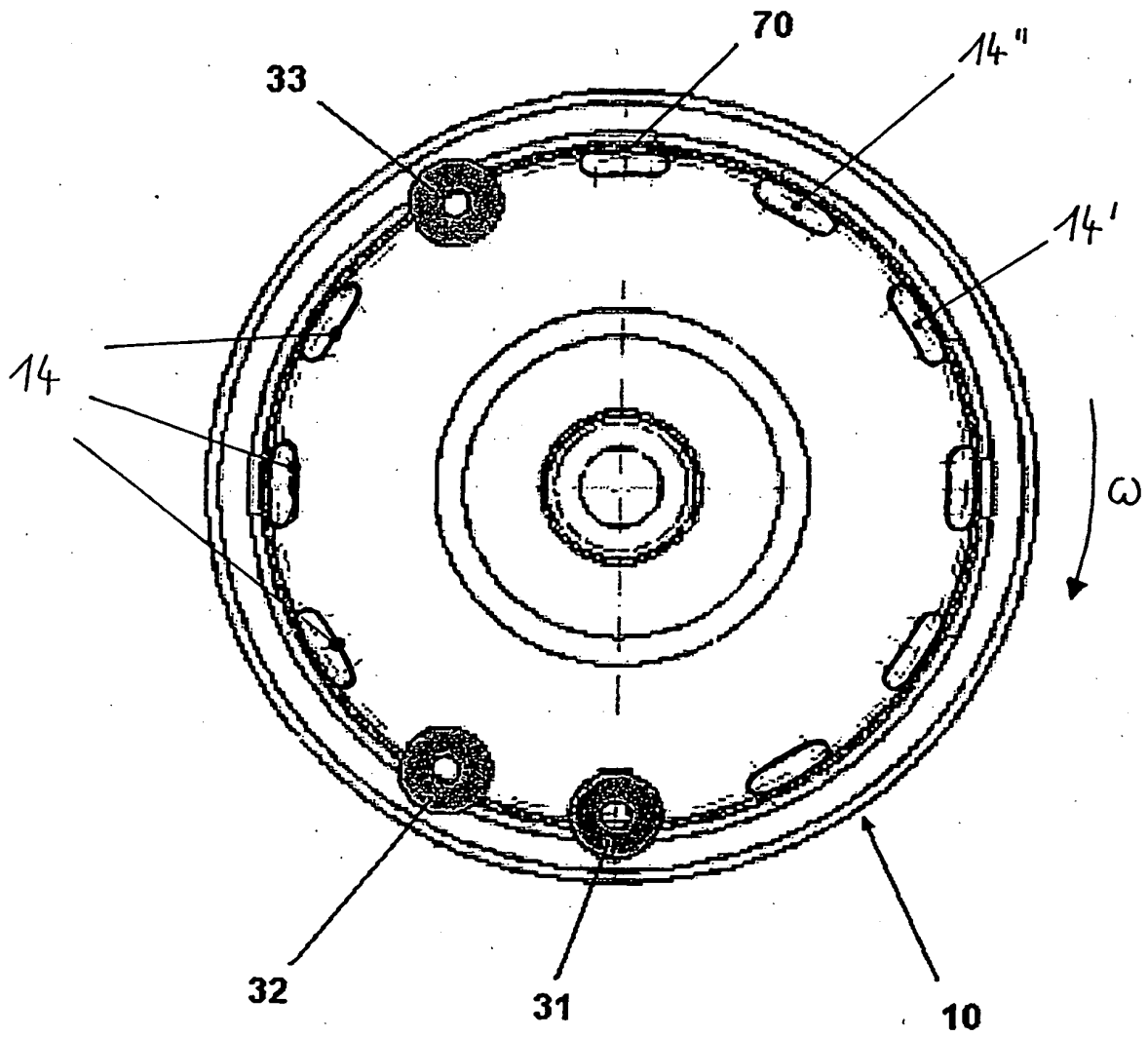
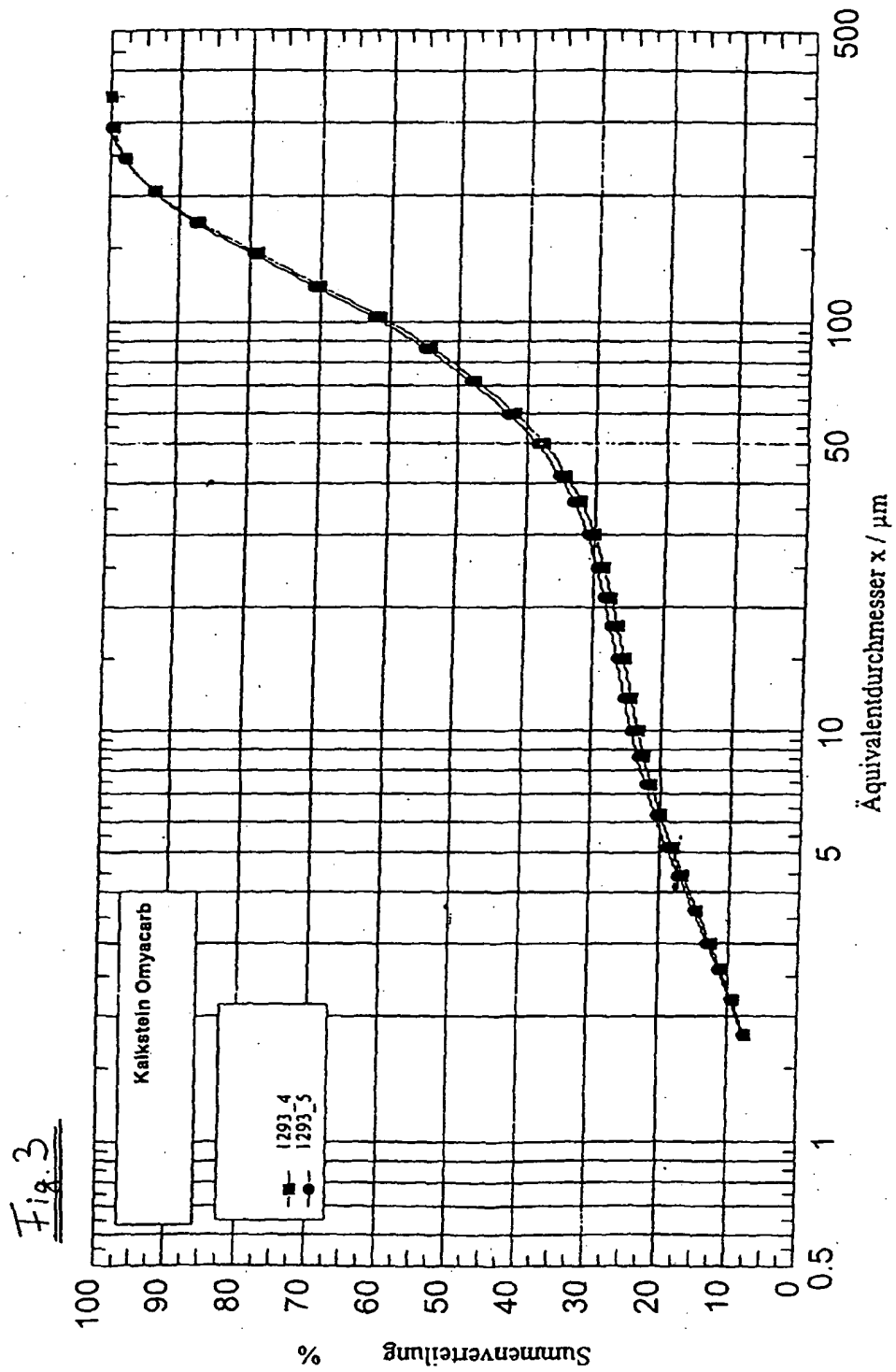


Fig. 2





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 A2 [0001]