

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 82109062.8

51 Int. Cl.³: **B 04 B 1/20**

22 Anmeldetag: 30.09.82

30 Priorität: 02.10.81 DE 3139345
28.10.81 DE 3142805

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.04.83 Patentblatt 83/15

84 Benannte Vertragsstaaten:
CH FR GB IT LI SE

71 Anmelder: Stahl, Werner, Dr.
Stalbühlweg 8
D-6740 Landau(DE)

72 Erfinder: Stahl, Werner, Dr.
Stalbühlweg 8
D-6740 Landau(DE)

74 Vertreter: Weber, Otto Ernst, Dipl.-Phys.
Hofbrunnstrasse 47
D-8000 München 71(DE)

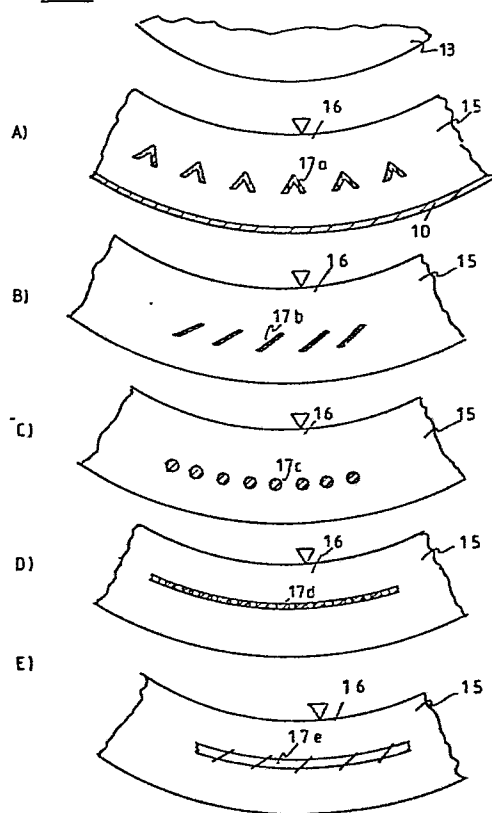
64 Dekantier-Zentrifuge.

67 Eine Dekantier-Zentrifuge, insbesondere eine Gegenstrom-Maschine, bei welcher innerhalb einer rotierenden Trommel eine mit einer gegenüber der Trommel mit einer Differenz-Drehzahl laufenden Förderschnecke angeordnet ist, wobei sich die Maschine dadurch auszeichnet, daß durch Beeinflussung der Strömung der Flüssigkeit und/oder der bereits sedimentierten Feststoff-Teilchen eine besonders gute Klärwirkung erreicht wird. Vorzugsweise wird ein intensive-Klärbereich gebildet, in welchem die Schneckensteigung wesentlich größer ist als zehn Grad und vorzugsweise im Bereich von vierzig bis fünfzig Grad liegt.

EP 0 076 476 A2

./...

Fig. 1



Die Erfindung betrifft eine Dekantier-Zentrifuge, insbesondere Gegenstrom-Dekantier-Zentrifuge, mit einer drehbar gelagerten Vollmantel-Trommel und mit einer gegenüber der Trommel mit unterschiedlicher Drehzahl rotierenden Förderschnecke.

Eine derartige Dekantier-Zentrifuge ist allgemein bekannt und kann entweder als Gleichstrommaschine oder als Gegenstrommaschine ausgebildet sein. Überwiegend werden derartige Maschinen als Gegenstrommaschinen gebaut, die nachfolgend auch kurz als Gegenstromdekanter bezeichnet werden. Es wird in der nachfolgenden Beschreibung auch anstatt der Bezeichnung "Dekantier-Zentrifuge" kurz "Dekanter" gesetzt.

Ein Dekanter kann in seiner Wirkungsweise grundsätzlich als Sedimentationsbecken betrachtet werden, welches zu einem in sich geschlossenen Mantel zusammengerollt ist und dessen Wirksamkeit in dem Maß größer ist wie die Fliehkraft die Erdbeschleunigung übersteigt.

Auf dieser Vorstellung beruht auch die Berechnungsmethode über die Stokes'sche Sinkgeschwindigkeit.

Es ist jedoch bereits bekannt, daß diese Vorstellung nicht in allen Fällen zutreffend ist, denn es zeigen sich in vielen Einsatzfällen schlagartige Anstiege des Feststoffgehaltes im Zentrat, wenn ein kritischer Wert überschritten wird. Nach Stokes müßte ein monotoner Anstieg des Feststoffgehaltes auftreten.

Wenn auch die Ursache für den schlagartig einsetzenden Anstieg des Feststoffgehaltes im Zentrat bisher noch nicht befriedigend geklärt werden konnte, wurden aus dieser Beobachtung in

der Praxis dennoch konstruktive Konsequenzen gezogen. Eine konstruktive Konsequenz ist der Gleichstromdekanter, der jedoch immer mit einem verhältnismäßig hohen Flüssigkeitsniveau betrieben werden muß, wie dem Fachmann bekannt ist. Bei speziellen Klärproblemen konnte mit dem Gleichstromdekanter ein verhältnismäßig gutes Ergebnis erreicht werden, und es konnte vor allem erreicht werden, daß der Feststoffgehalt nur monoton ansteigt, so daß kein plötzlicher Anstieg des Feststoffgehaltes eintritt.

Um die Klärung zu verbessern, ist es nach der DE-OS 19 52 942 bei einer in der Fachwelt als "Krüger-Dekanter" bekannten Maschine versucht worden, den nachteiligen Einfluß von Strömungsstörungen in der Förderschnecke dadurch zu vermeiden, daß die innere der beiden Förderschnecken den mitgeschleppten Feststoff vor dem Überlauf vom Zentrat abzieht und in den Raum der äußeren Förderschnecke bringt. Diese äußere Förderschnecke hat dann nur noch die Funktion, den Feststoff zu transportieren, der entlang diesem Weg weiter durch Eindicken entfeuchtet wird.

Der Krüger-Dekanter ist jedoch in seinem Aufbau jedoch sehr kompliziert, in seiner Herstellung sehr teuer, und er hat im Verhältnis zur Maschinengröße einen unbefriedigend niedrigen Durchsatz.

Auch beim Gleichstromdekanter bestehen grundsätzlich Nachteile. Der Feststoff muß nämlich über die gesamte Länge des zylindrischen Teils der Trommel transportiert werden; dadurch entsteht ein hohes Drehmoment der Maschine. Weiterhin muß ein verhältnismäßig großes Umlaufgetriebe verwendet werden. Die Schneckenantriebswelle muß sehr groß dimensioniert werden. Der Verschleiß erstreckt sich über die ganze Länge der Förderschnecke und zum Teil auch über die Trommel.

Weiterhin kann es beim Dekantieren vor allem beim Transport pastöser Sedimente durch die Förderschnecke über den Konus zu einem Rückstau von Feststoffen aus dem konischen Bereich in den zylindrischen Bereich kommen. Ein auf diese Weise entstehender Feststoffkeil erreicht in der Nähe der Übergangsstelle zwischen dem zylindrischen und dem konischen Teil oft eine erhebliche Dicke. Gerade in diesem Bereich befindet sich jedoch der Ablauf für die geklärte Flüssigkeit. So kann es vorkommen, daß bei dem Gleichstromdekanter Feststoff wieder mit in den Überlauf gespült wird.

Weiterhin ist es zur Verbesserung der Klärung aus der DE-PS 14 82 714 bekannt, einen Tellerseparator mit einem Dekanter zu kombinieren. Obwohl eine derartige Anordnung eine hohe Klärfähigkeit verspricht, wurde sie wegen ihres komplizierten Aufbaus in der Praxis praktisch nicht verwendet.

Ein besonderes Problem bei der Auslegung einer Dekantier-Vorrichtung ist die Konstruktion der Förderschnecke. Es muß nämlich die Geometrie der Förderschnecke derart beschaffen sein, daß der Feststoff aus dem konischen Teil der Trommel zuverlässig ausgetragen werden kann, ohne daß die Gefahr besteht, daß Feststoff zurückrutscht oder mit der Trommel in Drehung versetzt wird, anstatt zügig ausgetragen zu werden.

Aus den praktischen Erfahrungen ist bekannt, daß die Förderung und die Austragung des Feststoffes umso problematischer wird, je steiler der Konus der Trommel ist.

Weiterhin ist bekannt, daß der Feststoff-Transport dann umso besser funktioniert, wenn die Steigung der Förderschnecke möglichst gering ist.

Aus praktischen Erfahrungen hat sich allgemein für den Konus ein Winkel von etwa acht bis zehn Grad als brauchbar ergeben.

Weiterhin hat sich für die Steigung der Förderschnecke, bezogen auf den Radius des Zylinders, ein Wert im Bereich von sechs bis acht Grad als Kompromiß zwischen den verschiedenen gerätetechnischen und verfahrenstechnischen Anforderungen bewährt.

Besondere Probleme entstehen häufig in dem Grenzgebiet zwischen dem konischen und dem zylindrischen Teil der Trommel. Dort formiert sich nämlich der Feststoffkuchen unter Sedimentation und erreicht bereits im zylindrischen Teil der Trommel eine feste Konsistenz. Es muß daher der Feststoffkuchen beim Passieren der Knickstelle zwischen dem zylindrischen und dem konischen Teil der Trommel aufgebrochen werden, und er muß in eine neue, dem Konus angepaßte Form gebracht werden. Weiterhin kann es vorkommen und zwar insbesondere bei der Verarbeitung von pastösen Produkten, daß der Feststoff aus dem konischen Teil der Trommel bis weit in den zylindrischen Teil der Trommel zurückgestaut wird. Gleichwohl gelingt es dabei, durch einen Nachschiebe-Effekt der Förderschnecke, den Feststoff weit in den konischen Teil der Trommel hinauf zu transportieren. Aus den oben kurz geschilderten Gründen kann es vor allem in dem Grenzgebiet zwischen dem zylindrischen und dem konischen Teil der Trommel, jedoch häufig auch innerhalb des zylindrischen Teils der Trommel dazu kommen, daß ein sogenanntes "Kreisfördern" des Feststoffes eintritt, wobei der Feststoff mit der Trommel rotiert. Dadurch wird natürlich der Feststoff-Austrag erheblich gestört und kann sogar vollständig unterbrochen werden.

Da sich im Laufe der Zeit gezeigt hatte, daß Steigungswinkel bis etwa acht Grad im konischen Teil der Trommel noch zu brauchbaren Ergebnissen führen, wurde daraus der Schluß gezogen, daß entsprechende Steigungswinkel im zylindrischen Teil auch sinnvoll sind.

/

Diese Erkenntnis wurde in der Fachwelt insbesondere deshalb allgemein gerne als brauchbare Lösung akzeptiert, weil Experimente mit der Förderschnecke aus verschiedenen Gründen ausscheiden müssen, insbesondere wegen der außerordentlich großen Fertigungskosten einer Förderschnecke. Die Herstellung einer brauchbaren Förderschnecke ist nämlich technisch besonders schwierig und wirtschaftlich sehr aufwendig.

Natürlich wurden die Leistungen bekannter Dekantier-Vorrichtungen nicht immer als voll zufriedenstellend empfunden. Es wurde daher nach Auswegen gesucht, die Klärung der Flüssigkeit zu verbessern.

Eine gute Klärung setzt einmal eine lange Verweilzeit der Suspension im Rotor eines Dekanters voraus. Außerdem müssen aber auch alle Strömungsstörungen der in den Blättern der Förderschnecke abfließenden Flüssigkeit vermieden werden.

Es sind daher eine geringe Differenz-Drehzahl zwischen der Förderschnecke und der Trommel, möglichst glatte Flanken der Schneckenblätter, korrekte, gleichmäßige, ebene Flanken der Förderschnecke auch an denjenigen Stellen, an denen die Wendel aus verschiedenen Teilen zusammengeschweißt werden muß, und ähnliche fertigungstechnische Bedingungen zu beachten.

Besonders wichtig ist für eine beruhigte Strömung eine geringe Rückströmungsgeschwindigkeit. Für einen vorgegebenen Flüssigkeitsdurchfluß erscheint es daher vernünftig, möglichst breite Schneckenkanäle zu wählen, was rein theoretisch durch eine vergrößerte Steigung der Schnecke erreichbar wäre. Diese Bestrebung steht jedoch im Widerspruch zu der Erfahrung und zu der begründeten Befürchtung, daß der Feststoff-Transport nicht mehr einwandfrei durchgeführt werden kann.

Es wurde daher in der Fachwelt davon Abstand genommen, auf größere Steigungen der Förderschnecke als etwa sechs bis acht Grad überzugehen. Es wurde vielmehr auf andere Weise versucht, die Klärung durch Verbesserung der Strömungsverhältnisse wirksamer zu gestalten.

Um Strömungsstörungen durch die Förderschnecke zu vermeiden, hat man dem Zentrat einen Kurzschlußweg freigegeben, d.h., das Zentrat mußte dadurch nicht mehr in den Schneckengängen strömen.

Es wurde versucht, durch Verwendung einer sogenannten Tauchschnecke günstigere Ergebnisse zu erzielen. Der Tauchschnecke liegt der Gedanke zugrunde, die Flüssigkeit oder zumindest einen Teil der Flüssigkeit innerhalb eines stark perforierten Schneckengrundkörpers auf einem Kurzschlußweg zum Überlauf strömen zu lassen. Dadurch sollten Strömungs- und Sedimentationsstörungen im Schneckenraum beschränkt bleiben und auf die beruhigte Zone in dem Schneckenhohlkörper keinen Einfluß haben. Man führte den Schnecken Grundkörper groß aus, hat schmale Schneckenblätter verwendet und ließ das Zentrat durch eine Perforation im Schneckenkörper selbst zur Überlaufkante fließen. Es zeigte sich jedoch der Nachteil, daß bei einem Vollfahren des Rotors im Betrieb beim Anlauf sedimentierter Feststoff ins Innere des Schneckenkörpers fiel und zum einseitigen Festsetzen neigte. Beim erneuten Anfahren lief der Dekanter unwuchtig, und es mußte außerdem zum Reinigen der Rotor demontiert werden.

Weiterhin wurde versucht, bei einer Bandschneckenausführung dadurch Verbesserungen zu erzielen, daß zur axialen Führung der Flüssigkeit zwischen dem Schneckenband und dem Schnecken Grundkörper Leisten, dachförmige Rinnen oder ähnliche kanalbildende Bauteile eingeführt wurden.

Derartige konstruktiv und fertigungstechnisch komplizierte und wartungsfeindliche Einbauten haben keine echte praktische Bedeutung erlangt.

Alle bisherigen Versuche zur Lösung der Probleme im Zusammenhang mit Strömungsstörungen sind nicht erfolgreich gewesen.

Insgesamt läßt sich zu den oben beschriebenen Versuchen aus dem Stand der Technik feststellen, daß es jedenfalls nicht befriedigend gelungen ist, Dekantier-Zentrifugen zu bauen, bei welchen zugleich in einer Maschine die beiden Forderungen erfüllt werden, daß einerseits ein zügiger und ungestörter Feststoff-Transport durchgeführt werden kann und andererseits gleichwohl eine gute Klärwirkung erreicht wird. Es hat sich bisher als undurchführbar erwiesen, diese beiden Wirkungen mit einer einzigen Maschine zugleich herbeizuführen.

Der Erfindung liegt die **A u f g a b e** zugrunde, eine Dekantier-Zentrifuge der eingangs näher genannten Art zu schaffen, mit welcher sich bei im übrigen gleichbleibend guter Entfeuchtung und Förderung der Feststoffe durch eine Beeinflussung der Strömung im Bereich der Innenoberfläche der Trommel eine außerordentlich gute Klärwirkung erreichen läßt.

Zur Lösung dieser Aufgabe sieht die Erfindung vor, daß zwischen den Schneckenblättern der Förderschnecke auf einem vorgebbaren Abstand von der Innenfläche der Trommel Einbauten angebracht sind, durch welche eine die Strömungsgeschwindigkeit der Flüssigkeit im Bereich zwischen den Einbauten und der Trommel wesentlich vermindernde Stömungshürde gebildet ist, und daß der Abstand zwischen dem radial äußeren Rand der Einbauten und der Innenfläche der Trommel derart bemessen ist, daß das von den Schneckenblättern zu einem Feststoff-Kuchen zusammengeschobene Sediment unbehindert förderbar ist.

Die Erfindung bedient sich der Erkenntnis, daß außer der Stokes'schen Theorie ein Effekt auftritt, der maßgeblich durch Schleppkräfte bestimmt wird, die auf solche Feststoffteilchen wirken, die bereits im Bereich der Feststoff-Grundsicht bzw. der Innenoberfläche der Trommel sedimentiert sind. Nachdem der Erfinder erkannt hat, daß solche Schleppkräfte maßgeblich an dem schlagartig steigenden Feststoffgehalt im Zentrat beteiligt sind, konnte nach der wesentlichen Grundidee der Erfindung eine besonders gute Klärwirkung unter Vermeidung des schlagartigen Ansteigens des Feststoffgehaltes im Zentrat dadurch erreicht werden, daß durch geeignete Maßnahmen zur Beruhigung der Flüssigkeitsströmung in der Nähe der Grundsicht bzw. der Trommel die schädlichen Schleppkräfte beherrschbar werden. Die Erfindung sieht grundsätzlich vor, die Strömungsgeschwindigkeit in der Nähe der Grundsicht bzw. der Trommel erheblich zu vermindern, so daß dadurch der bisher in der Fachwelt allgemein gefürchtete schlagartige Anstieg des Feststoffgehaltes im Zentrat wirksam vermieden und somit eine erheblich verbesserte Klärwirkung herbeigeführt werden kann.

Vorzugsweise ist vorgesehen, daß die Einbauten im Bereich der Mitte des Flüssigkeitsniveaus angeordnet sind. Besonders vorteilhaft erscheint dabei eine Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes, bei welchem vorgesehen ist, daß die Einbauten unmittelbar unterhalb der Mitte des Flüssigkeitsniveaus angeordnet sind.

Mit einer derartigen Anordnung wird der Vorteil erreicht, daß einerseits zwischen den Einbauten und der Trommel die Strömungsgeschwindigkeit stark herabgesetzt wird, während andererseits zugleich für den Feststoffkuchen noch genügend Raum bleibt, um unter den Einbauten hindurch weitertransportiert zu werden.

In Abhängigkeit von dem zu verarbeitenden Produkt kann entweder vorgesehen sein, daß der Abstand zwischen den Einbauten und der Trommel über die Länge der Trommel konstant ist oder daß der Abstand zwischen den Einbauten und der Trommel über die Länge der Trommel abnimmt. Auf diese Weise kann der erwartbaren Verteilung der Menge des Feststoffes über die Länge der Trommel Rechnung getragen werden.

In besonders bevorzugten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Dekantier-Zentrifuge ist vorgesehen, daß die Einbauten aus im wesentlichen parallel zueinander angeordneten Dachprofilelementen, Flachmaterialelementen, Rundbolzen, Lochblechen und/oder Streckmetall bestehen. Form und Abstand zwischen den einzelnen Einbauelementen sind so bemessen, daß sedimentierende Teilchen auf den relativ steilen Oberflächen der Einbauten abrutschen können und in das geschützte Gebiet unterhalb der Einbauten eintreten und dort ständig abgelagert werden. Dadurch wird die Klärwirkung erheblich verbessert.

Vorzugsweise ist gemäß der Erfindung weiterhin vorgesehen, daß die Elemente parallel zur Trommelachse angeordnet sind oder daß die Elemente senkrecht zur Oberfläche der Schneckenblätter angeordnet sind. Mit einer derartigen Anordnung ergibt sich eine konstruktiv relativ einfache Anordnung.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes kann auch vorgesehen sein, daß die Schneckenblätter der Förderschnecke im Bereich der Blattspitze Ausnehmungen aufweisen. Vorzugsweise sind die Ausnehmungen zinnenförmig, rinnenförmig, kerbenförmig, sägezahnförmig oder in einer ähnlichen geometrischen Konfiguration ausgebildet. Es kommt vor allem darauf an, daß in der Feststoff-Grundsicht quer oder unter einem Schräglaufwinkel zur Strömungsrichtung angeordnete "Fallgruben" gebildet

werden, in denen Feststoffteilchen praktisch gefangen werden. Durch derartige Fallgruben läßt sich der Grundgedanke der Erfindung gerätetechnisch verwirklichen, im Bereich der Grundsicht bzw. der Trommel die Strömungsgeschwindigkeit erheblich herabzusetzen.

Gemäß einer weiteren alternativen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Dekantier-Zentrifuge kann das dauerhafte Verbleiben von Feststoffteilchen auch dadurch herbeigeführt werden, daß der Durchmesser der Förderschnecke entlang der Trommel in vorgebbaren Abständen stufenförmig zurückspringt. Dabei kann vorzugsweise auch vorgesehen sein, daß der Durchmesser der Innenoberfläche der Trommel stufenförmig zurückspringt und daß zwischen der Förderschnecke und der Trommel ein im wesentlichen über die Länge der Trommel gleichbleibend breiter Spalt gebildet ist. Bei dieser Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes werden Feststoffteilchen, die zwar bereits grundsätzlich auf der Grundsicht angelangt sind, jedoch auf Grund erheblicher Schleppkräfte dennoch entlang der Trommel weitergeführt werden, jeweils vor den einzelnen Stufen in Bereiche gebracht, in denen die Strömung weitgehend beruhigt ist, so daß die Feststoffteilchen in diesen Bereichen endgültig sedimentieren können, da sie praktisch nicht über die vorausliegende Stufe hinwegkommen.

Zur Überwindung der schädlichen Schleppkräfte bzw. zur Erhöhung der auf die Feststoffteilchen wirkenden Sedimentationskräfte kann gemäß einer weiteren alternativen Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes vorgesehen sein, daß die Innenoberfläche der Trommel mit einer Feststoff-Haftsicht ausgestattet ist. Dabei kann die Konstruktion vorzugsweise so ausgeführt sein, daß die Haftsicht durch eine raue Innenoberfläche der Trommel gebildet ist. Die Anordnung kann jedoch auch derart getroffen sein, daß die Trommel Rillen, Noppen, Stacheln

oder dergleichen aufweist. Im wesentlichen wird der angestrebte Effekt grundsätzlich auch dadurch erreichbar, daß auf die Innenoberfläche der Trommel ein Belag mit hohem Reibwert aufgebracht ist.

In manchen Fällen und bei entsprechender Eigenschaft des Feststoffes kann vorzugsweise auch vorgesehen sein, daß die Haftschrift magnetische Eigenschaften aufweist. Bei einer derartigen gerätetechnischen Verwirklichung des Grundgedankens der Erfindung wird der Vorteil erreicht, daß sich in vielen Fällen eine bereits vorhandene Maschine gemäß der Erfindung nachrüsten läßt, so daß die Klärwirkung erheblich verbessert werden kann.

Es kann im Rahmen der Erfindung beispielsweise auch vor der Inbetriebnahme einer Dekantier-Zentrifuge eine Grundschicht aus einem geeigneten Fremdmaterial wie aus einem schweren Erz oder einem teerähnlichen Material oder allgemein in Form einer nicht Newton'schen Flüssigkeit innerhalb der Trommel erzeugt werden. Es kann auf diese Weise durch Einbringen entsprechender Materialien innerhalb der Trommel eine Grundschicht gebildet werden, welche durch ihre geometrische Konfiguration und/oder ihre Haftungseigenschaften den Verschleppungsvorgang erheblich fördert.

Die Erfindung beinhaltet das Wagnis, trotz der langjährigen Erfahrungen und Befürchtungen der Fachwelt eine Steigung der Förderschnecke zu verwenden, die weit über die bisher üblichen und für brauchbar gehaltenen Werte hinausgeht.

Gemäß der Erfindung ist der außerordentlich große Vorteil erreichbar, daß eine überraschend gute Klärung der Flüssigkeit herbeigeführt wird. Gemäß der Erfindung kann nämlich eine Störung der Strömung der in den Schneckenblättern abfließenden Flüssigkeit vermieden werden.

Außerdem wird die schädliche Rückströmungsgeschwindigkeit bei der erfindungsgemäßen Anordnung besonders gering gehalten.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Dekantier-Vorrichtung kann vorgesehen sein, daß die Steigung der Förderschnecke in dem Intensiv-Klärbereich etwa fünfzehn bis sechzig Grad beträgt. Vorzugsweise ist die Anordnung derart getroffen, daß zwischen dem Bereich der Förderschnecke mit normaler herkömmlicher Steigung und dem Intensiv-Klärbereich ein Übergangsbereich gebildet ist, in welchem die Steigung der Förderschnecke allmählich und stetig anwächst.

Es hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, daß der Übergangsbereich sich über etwa 360 Grad erstreckt.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes zeichnet sich dadurch aus, daß der Übergangsbereich im Grenzgebiet zwischen dem konischen und dem zylindrischen Teil der Trommel angeordnet ist.

Eine besonders wirksame Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes sieht weiterhin vor, daß in dem Intensiv-Klärbereich die Steigung der Förderschnecke vom konischen Teil weg fortschreitend zunimmt, wodurch ein Diffusorteil gebildet ist. Dabei kann vorzugsweise vorgesehen sein, daß in dem Diffusorteil zwischen den Schneckenblättern Strömungsleitbleche angeordnet sind.

Durch die Leitbleche wird der Vorteil erreicht, daß die Strömung in dem divergenten Strömungskanal zum Anliegen an den Wänden des Strömungskanals gebracht wird.

Die Erfindung bedient sich der Erkenntnis, daß es möglich ist, die sich scheinbar widersprechenden Forderungen zu koppeln, daß einerseits der Feststoff zuverlässig und zügig transportiert und ausgetragen werden muß, während andererseits eine möglichst weitgehende Strömungsberuhigung wünschenswert ist.

Es wird daher nach dem Grundgedanken der Erfindung die geringe Steigung der Förderschnecke im konischen Teil der Trommel beibehalten und vorzugsweise auch noch über einen gewissen Teil des zylindrischen Bereichs der Trommel ausgedehnt. Dann kann man gemäß der Erfindung jedoch nach einem vorzugsweise allmählichen und stetigen Übergang auf eine außerordentlich große Steigung der Schnecke übergehen und erhält dadurch eine wesentlich herabgesetzte Fließgeschwindigkeit und damit eine überraschend ungestörte, wirksame und gute Klärung.

Wenn im Rahmen der Erfindung von einer "wesentlich größeren Steigung" der Förderschnecke als bei herkömmlichen Vorrichtungen die Rede ist, so bedeutet dies, daß bereits mit einer Anordnung, die nur verhältnismäßig wenig über etwa zehn Grad hinausgeht, bessere Ergebnisse erreicht werden, ohne dabei jedoch die Möglichkeiten der Erfindung voll auszuschöpfen. Die Erfindung bedient sich nämlich der Erkenntnis, daß gegenüber bekannten Einrichtungen die Steigung der Förderschnecke außerordentlich und überraschend stark erhöht werden kann, so daß Bereiche zwischen vierzig und fünfzig Grad und in manchen Fällen sogar bis in die Größenordnung von sechzig Grad angewandt werden können.

Eine obere Grenze ergibt sich erst wieder durch die Notwendigkeit, die gemäß der Erfindung noch sedimentierten feinsten Teilchen vom "Ende" der Trommel abtransportieren zu können.

Die im Rahmen der Erfindung noch mögliche obere Grenze der Steigung der Förderschnecke hängt maßgeblich von der Rauigkeit der Schneckenblätter ab. Weiterhin besteht natürlich eine Abhängigkeit von den Eigenschaften des Produktes und auch vom Verschleißzustand der Schneckenblätter. Allgemein läßt sich feststellen, daß die im Rahmen der Erfindung noch mögliche obere Grenze der Steigung der Förderschnecke weitgehend vom Oberflächenzustand der Schneckenblätter abhängt.

Für die genaue Festlegung der Obergrenze der Schneckensteigung ist auch noch ein anderer verfahrenstechnischer Effekt von Bedeutung: Durch die Relativgeschwindigkeit zwischen der Förderschnecke einerseits und der Trommel andererseits wird im Schneckenkanal eine Walzenströmung angefacht. Auf der vorlaufenden Seite des Schneckenblattes steigt die Flüssigkeit auf und fließt an der Oberfläche des Schneckenkanals zurück und taucht dann an der Rückseite des Schneckenkanals wieder auf den Grund ab. Mit zunehmender Steigung der Förderschnecke wird diese Strömungsstörung stärker, so daß sich aus diesem Grunde für die Obergrenze der brauchbaren Steigung der Förderschnecke aus dem oben geschilderten verfahrenstechnischen Effekt maßgebliche Kriterien ableiten lassen.

Die Erfindung wird nachfolgend beispielsweise anhand der Zeichnung beschrieben; in dieser zeigen:

Fig. 1 eine Reihe von Teilschnitten durch einen Abschnitt der Förderschnecke, in welchem Einbauten zur Strömungsberuhigung rein schematisch veranschaulicht sind,

- Fig. 2 ein mit Ausnehmungen im Bereich der Blattspitze versehenes Schneckenblatt und die damit im Feststoffkuchen erzeugte Oberflächen-Struktur,
- Fig. 3 einen Längsschnitt durch eine Dekantier-Zentrifuge mit entlang der Trommel stufenförmig zurückspringendem Durchmesser der Förderschnecke und
- Fig. 4 einen rein schematischen Schnitt durch eine Dekantier-Zentrifuge mit steiler Schnecke.

Die Fig. 1 ist in Teildarstellungen 1A bis 1E gegliedert. Innerhalb einer Trommel 10 ist jeweils eine Förderschnecke angeordnet, von welcher der Schneckengrundkörper 13 in einem Teilschnitt veranschaulicht ist. Sowohl die Trommel als auch die Förderschnecke rotieren um eine gemeinsame Achse, jedoch mit unterschiedlicher Drehzahl. Gemäß der Darstellung in der Fig. 1 wird entlang der Innenoberfläche der Trommel 10 eine Flüssigkeit 15 bis zu einem Flüssigkeitsniveau 16 in einer entsprechenden Schicht entlang der Trommel durch die Zentrifugalkraft gehalten. Die gegenüber der Flüssigkeit spezifisch schwereren Feststoffteilchen haben die Tendenz, sich auf der Innenoberfläche der Trommel 10 abzusetzen. Da zwischen benachbarten Schneckenblättern, wie sie beispielsweise in der Fig. 2A dargestellt sind, ein Flüssigkeits-Strömungskanal ausgebildet wird, in welchem die Flüssigkeit 15 mit erheblicher Geschwindigkeit strömt, wirken jedoch auf die Feststoffteilchen Kräfte, die so erheblich sein können, daß bereits sedimentierte Teilchen nicht an Ort und Stelle bleiben, sondern durch die Strömung wieder fortgespült werden. Dies wird durch die gemäß der Erfindung vorgesehenen und in der Fig. 1 allgemein mit 17 bezeichneten Einbauten im wesentlichen dadurch verhindert, daß die Strömung zwischen den Einbauten 17 und der Trommel 10 weitgehend beruhigt wird. In den Figuren 1A bis 1E sind zwischen den (nicht dargestellten) Schneckenblättern verschiedene Konfigurationen

von Einbauten dargestellt, nämlich Dachprofilelemente 17a, Flachmaterialelemente 17b, Rundbolzen 17c, ein Lochblech 17d und Streckmaterial 17e. Die Einbauten sind etwas unterhalb der Mitte des Flüssigkeitsniveaus 16 angeordnet und weisen einen Abstand von der Trommel 10 auf, der so bemessen ist, daß der zu transportierende Feststoff-Kuchen unter den Einbauten hindurch gefördert werden kann. Form und Abstand zwischen den Einbau-Elementen sind so bemessen, daß sedimentierende Teilchen auf verhältnismäßig steilen Flächen der Einbauten abrutschen und in das geschützte Gebiet unterhalb der Einbauten eintreten können.

Die Fig. 2 zeigt innerhalb einer Trommel 20 eine in ihrer Gesamtheit mit 22 bezeichnete Förderschnecke, die an einem Schneckengrundkörper 23 ein Schneckenblatt 24 aufweist, welches im Bereich der Blattspitze mit Ausnehmungen 25 versehen ist. Die in der Fig. 2A zinnenförmig gestalteten Ausnehmungen 25 erzeugen in der Grundsicht 21a eine komplementäre Konfiguration.

In den Fig. 2B bis 2D sind alternative Konfigurationen von Grundsichten 21b, 21c bzw. 21d dargestellt, die sich aus entsprechenden Ausnehmungen in der Förderschnecke ergeben. Je nach dem verwendeten Schneckenblatt-Profil können in der Grundsicht 21 innerhalb der Trommel 20 Rillen, Nuten oder dergleichen gebildet werden, die praktisch als "Fallgruben" für Feststoff-Teilchen dienen.

Es kann gemäß der Erfindung vorgesehen sein, daß der Abstand zwischen der Blattspitze der Förderschnecke und der Innenwand der Trommel bewußt verhältnismäßig groß bemessen ist, um eine relativ dicke Grundsicht ausbilden zu können, in welcher gemäß der Erfindung Fallgruben für Feststoff-Teilchen von geeigneter Oberflächen-

Struktur und vor allem mit ausreichender Tiefe erzeugt werden können.

Die Fig. 3 veranschaulicht rein schematisch innerhalb einer Trommel 30 eine Förderschnecke 32, deren Durchmesser sich entlang der Trommel stufenförmig verjüngt.

In der Fig. 3A ist innerhalb einer Trommel 30a eine Förderschnecke 32a angeordnet, welche an einem Schneckengrundkörper 33 ein Schneckenblatt 34 aufweist, welches sich entlang der Trommel 30a stufenförmig verjüngt. Der Durchmesser der Trommel 30a verjüngt sich entsprechend dem Durchmesser der Förderschnecke ebenfalls stufenförmig, so daß eine Grundsicht 31a gebildet wird, welche über die Längsausdehnung der Trommel 30a eine im wesentliche konstante Dicke aufweist.

Die Anordnung nach der Fig. 3B unterscheidet sich von der entsprechenden Anordnung gemäß der Fig. 3A im wesentlichen dadurch, daß eine Trommel 30b vorhanden ist, deren Innendurchmesser über die Längsausdehnung der Trommel 30b im wesentlichen konstant bleibt. Da der Durchmesser eines an einer Förderschnecke 32b angebrachten Schneckenblattes 34b sich fortschreitend stufenförmig verjüngt, entsteht zwischen der Förderschnecke 33 und der Trommel 30b eine Grundsicht 31b, welche sich entlang der Trommel 30b in der Strömungsrichtung des Zentrats fortschreitend stufenförmig verdickt. Mit anderen Worten, die Dicke der Grundsicht 31b nimmt in der Strömungsrichtung der Flüssigkeit stufenförmig oder sprungartig zu.

Während in der Zeichnung und der zugehörigen Beschreibung oben nur besonders bevorzugte Ausführungsformen des Erfindungsgegenstandes dargestellt bzw. erläutert wurden, sei darauf hingewiesen, daß auch analoge und/oder ähnliche

Maßnahmen im Rahmen der Erfindung liegen, soweit sie dazu geeignet sind, in der Nähe der Innenoberfläche der Trommel für eine Verlangsamung oder allgemein für eine Beruhigung der Strömung derart zu dienen, daß der Sedimentationsvorgang gefördert und bereits sedimentierte Teilchen an Ort und Stelle gehalten werden.

Die in ihrer Gesamtheit mit 110 bezeichnete Dekantier-Vorrichtung ist in der Fig. 4 der Zeichnung nicht vollständig dargestellt, es sind vielmehr nur die zum Verständnis der Erfindung erforderlichen Bauteile veranschaulicht.

Innerhalb einer Trommel 111, die einen zylindrischen Teil 111a und einen konischen Teil 111b aufweist, ist eine Förderschnecke 112 angeordnet. Die Trommel 111 ebenso wie die Förderschnecke 112 sind in einem Halbschnitt rein schematisch gezeichnet.

Innerhalb eines gemäß der Erfindung vorgesehenen Intensiv-Klärbereiches 113 sind die Blätter der Förderschnecke gegenüber einem Übergangsbereich 114 und insbesondere gegenüber dem konischen Teil 111b der Trommel 111 auf verhältnismäßig großen Abständen eingezeichnet. Gemäß der Darstellung sind die Blätter der Förderschnecke innerhalb des Intensiv-Klärbereichs 113 nicht äquidistant angeordnet, die Abstände nehmen vielmehr zum rechten Teil der Darstellung hin zu.

Innerhalb des Übergangsbereichs 114 wird die Steigung der Förderschnecke allmählich und stetig vergrößert, so daß in dem gesamten Intensiv-Klärbereich 113, der sich gemäß der Darstellung in der Zeichnung über den größten Teil des zylindrischen Trommelbereichs erstreckt, die Förderschnecke 112 eine wesentlich größere Steigung als im konischen Teil 111 der Trommel aufweist.

In einem Diffusorteil 115 wächst die Steigung kontinuierlich an, so daß in diesem Diffusorteil 115 ein divergierender Strömungskanal gebildet ist.

In dem Diffusorteil 115 sind schematisch dargestellte Strömungsleitbleche 116 angeordnet, um dafür zu sorgen, daß die Strömung stets an den Wänden des Strömungskanals anliegt.

Die Aufgabebzone ist zur Vervollständigung der Darstellung bei 117 in der Zeichnung rein schematisch veranschaulicht.

Es könnte im Rahmen der Erfindung der Übergangsbereich 114 auch vom Knickpunkt zwischen dem konischen und dem zylindrischen Teil der Trommel 111 weiter in den zylindrischen Teil der Trommel verlegt werden. Weiterhin könnten auch die gerätetechnische Gestaltung des Übergangsbereiches sowie dessen Ausdehnung abgewandelt werden, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Insbesondere kann die Ausdehnung des Übergangsbereiches mehr oder weniger als 360 Grad betragen.

Die Erfindung umfaßt grundsätzlich alle Anordnungen, bei denen innerhalb des zylindrischen Teils der Trommel die Förderschnecke in einem Intensiv-Klärbereich eine erheblich größere Steigung als bei herkömmlichen Vorrichtungen aufweist, bei denen die Steigung unterhalb von zehn Grad liegt.

Patentansprüche

1. Dekantier-Zentrifuge, insbesondere Gegenstrom-Dekantier-Zentrifuge, mit einer drehbar gelagerten Vollmantel-Trommel und mit einer gegenüber der Trommel mit unterschiedlicher Drehzahl rotierenden Förderschnecke, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Schneckenblättern der Förderschnecke auf einem vorgebaren Abstand von der Innenfläche der Trommel (10) Einbauten (17, Fig. 1) angebracht sind, durch welche eine die Strömungsgeschwindigkeit der Flüssigkeit im Bereich zwischen den Einbauten (17) und der Trommel (10) wesentlich vermindernde Strömungshürde gebildet ist, und daß der Abstand zwischen dem radial äußeren Rand der Einbauten (17) und der Innenfläche der Trommel (10) derart bemessen ist, daß das von den Schneckenblättern zu einem Feststoff-Kuchen zusammengeschobene Sediment unbehindert förderbar ist.
2. Dekantier-Zentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einbauten (17) im Bereich der Mitte des Flüssigkeitsniveaus (16) angeordnet sind.
3. Dekantier-Zentrifuge nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Einbauten unmittelbar unterhalb der Mitte des Flüssigkeitsniveaus (16) angeordnet sind.
4. Dekantier-Zentrifuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen den Einbauten (17) und der Trommel (10) über die Länge der Trommel (10) konstant ist.

5. Dekantier-Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß der Abstand zwischen den Einbauten (17) und der Trommel (10) über die Länge der Trommel (10) abnimmt.
6. Dekantier-Zentrifuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß die Einbauten aus im wesentlichen parallel zueinander verlaufenden Dachprofilelementen (17a) gebildet sind.
7. Dekantier-Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß die Einbauten aus im wesentlichen parallel zueinander verlaufenden, schräg angeordneten Flachmaterialelementen (17b) gebildet sind.
8. Dekantier-Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß die Einbauten aus im wesentlichen parallel zueinander verlaufenden Rundbolzen (17c) gebildet sind.
9. Dekantier-Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß die Einbauten aus einem Lochblech (17d) bestehen.
10. Dekantier-Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß die Einbauten aus Streckmetall (17e) bestehen.
11. Dekantier-Zentrifuge nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß die Elemente parallel zur Trommelachse angeordnet sind.
12. Dekantier-Zentrifuge nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß die Elemente senkrecht zur Oberfläche der Schneckenblätter angeordnet sind.

13. Dekantier-Zentrifuge, insbesondere Gegenstrom-Dekantier-Zentrifuge, mit einer drehbar gelagerten Vollmantel-Trommel und mit einer gegenüber der Trommel mit unterschiedlicher Drehzahl rotierenden Förderschnecke, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß die Schneckenblätter (24) der Förderschnecke (22) im Bereich der Blattspitze Ausnehmungen (25) aufweisen (Fig. 2).
14. Dekantier-Zentrifuge nach Anspruch 13, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß die Ausnehmungen zinnenförmig ausgebildet sind.
15. Dekantier-Zentrifuge nach Anspruch 13, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß die Ausnehmungen rinnenförmig ausgebildet sind.
16. Dekantier-Zentrifuge nach Anspruch 13, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß die Ausnehmungen kerbenförmig ausgebildet sind.
17. Dekantier-Zentrifuge nach Anspruch 13, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß die Ausnehmungen sägezahnförmig ausgebildet sind.
18. Dekantier-Zentrifuge, insbesondere Gegenstrom-Dekantier-Zentrifuge, mit einer drehbar gelagerten Vollmantel-Trommel und mit einer gegenüber der Trommel mit unterschiedlicher Drehzahl rotierenden Förderschnecke, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß der Durchmesser der Förderschnecke (32a) entlang der Trommel (30a) in vorgebbaren Abständen stufenförmig zurückspringt (Fig. 3a).
19. Dekantier-Zentrifuge nach Anspruch 18, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß der Durchmesser der Innenoberfläche der Trommel (30b) stufenförmig zurückspringt und daß zwischen der Förderschnecke (32b) und der Trommel (30b) ein im wesentlichen über die

Länge der Trommel gleichbleibend breiter Spalt gebildet ist (Fig. 3b).

20. Dekantier-Zentrifuge, insbesondere Gegenstrom-Dekantier-Zentrifuge, mit einer drehbar gelagerten Vollmantel-Trommel und mit einer gegenüber der Trommel mit unterschiedlicher Drehzahl rotierenden Förderschnecke, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenoberfläche der Trommel mit einer Feststoff-Haftschrift ausgestattet ist.
21. Dekantier-Zentrifuge nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Haftschrift durch eine rauhe Innenoberfläche der Trommel gebildet ist.
22. Dekantier-Zentrifuge, nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Trommel Rillen, Noppen, Stacheln oder dergleichen aufweist.
23. Dekantier-Zentrifuge nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß auf die Innenoberfläche der Trommel ein Belag mit hohem Reibwert aufgebracht ist.
24. Dekantier-Zentrifuge nach einem der Ansprüche 20 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Haftschrift magnetische Eigenschaften aufweist.
25. Dekantier-Zentrifuge nach einem der Ansprüche 20 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer rauhen Innenoberfläche der Trommel die Schneckenblätter der Förderschnecke mit Borsten, Schabern, Kratzern, Schiebern oder dergleichen ausgestattet sind.

26. Dekantier-Zentrifuge, bei welcher innerhalb einer drehbar gelagerten konisch-zylindrischen Trommel eine Förderschnecke für den Feststoff-Transport mit einer gegenüber der Trommel unterschiedlichen Drehzahl rotiert, dadurch gekennzeichnet, daß ein Intensiv-Klärbereich (113) gebildet ist, der sich zumindest über einen Teil der zylindrischen Trommel (111a) erstreckt, und daß die Steigung der Förderschnecke (112) in dem Intensiv-Klärbereich (113) wesentlich größer als zehn Grad ist.
27. Dekantier-Zentrifuge nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Steigung der Förderschnecke (112) in dem Intensiv-Klärbereich (113) etwa fünfzehn bis sechzig Grad beträgt.
28. Dekantier-Zentrifuge nach Anspruch 26 oder 27, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Bereich der Förderschnecke mit normaler herkömmlicher Steigung und dem Intensiv-Klärbereich (113) ein Übergangsbereich (114) gebildet ist, in welchem die Steigung der Förderschnecke (112) allmählich und stetig anwächst.
29. Dekantier-Zentrifuge nach einem der Ansprüche 26 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß der Übergangsbereich (114) sich über etwa 360 Grad erstreckt.
30. Dekantier-Zentrifuge nach einem der Ansprüche 26 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß der Übergangsbereich (114) im Grenzgebiet zwischen dem konischen (111b) und dem zylindrischen (111a) Teil der Trommel (111) angeordnet ist.
31. Dekantier-Zentrifuge nach einem der Ansprüche 26 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Intensiv-Klärbereich (113) die Steigung der Förderschnecke (112) zur konischen Trommel (111b) hin fortschreitend zunimmt, wodurch ein Diffusorteil (115) gebildet ist.

32. Dekantier-Zentrifuge nach Anspruch 31, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t, daß dem Diffusorteil (115)
zwischen den Schneckenblättern Strömungsleitbleche (116)
angeordnet sind.
33. Dekantier-Zentrifuge nach einem der Ansprüche 26 bis 32,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß der Intensiv-
Klärbereich (113) sich von der Aufgabzone (117), die in dem
zylindrischen Teil (111a) der Trommel (111) benachbart zu
dem konischen Teil (111b) angeordnet ist, bis zum Ende des
zylindrischen Teil (111a) der Trommel (111) erstreckt.

1/4

Fig. 1

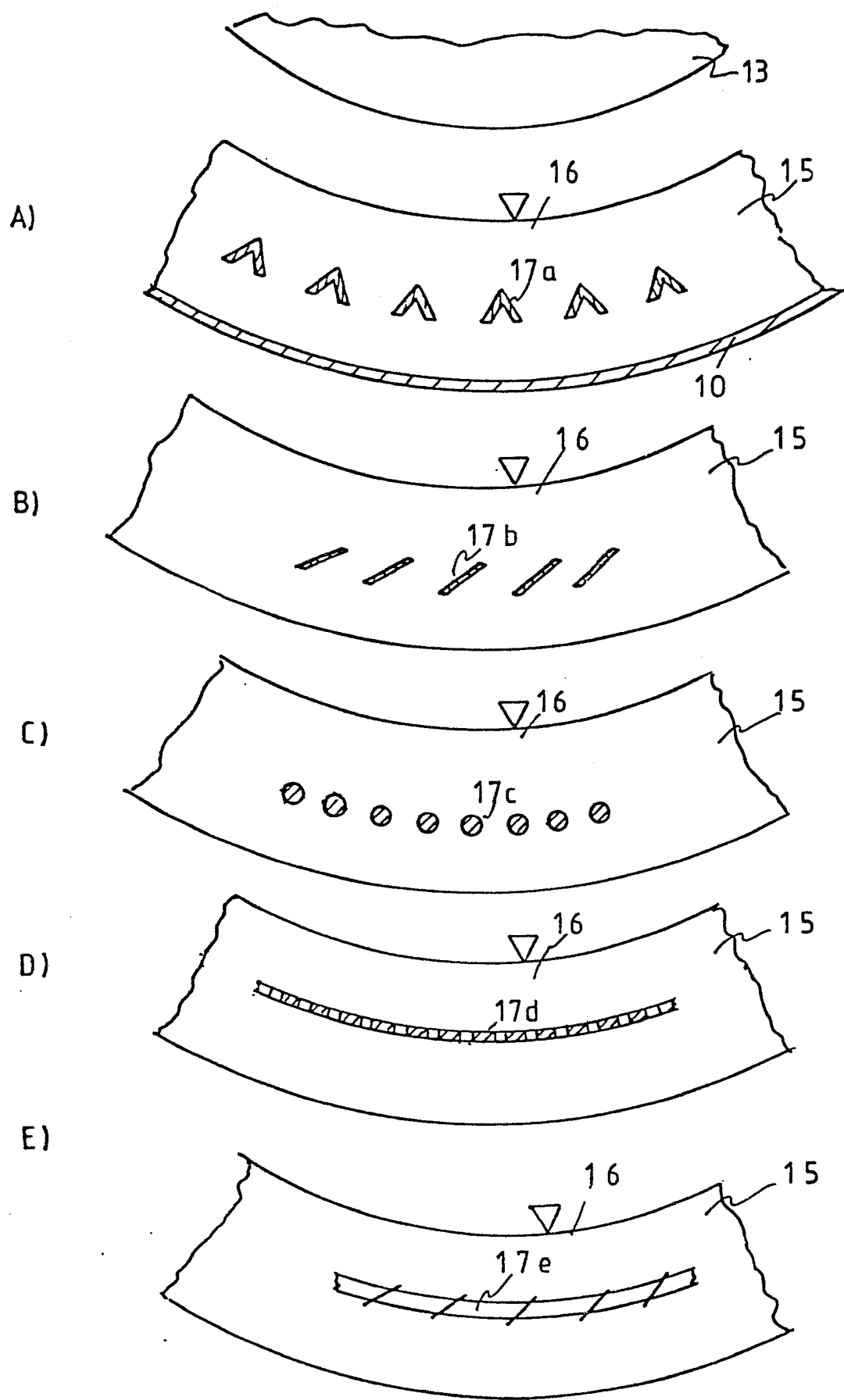
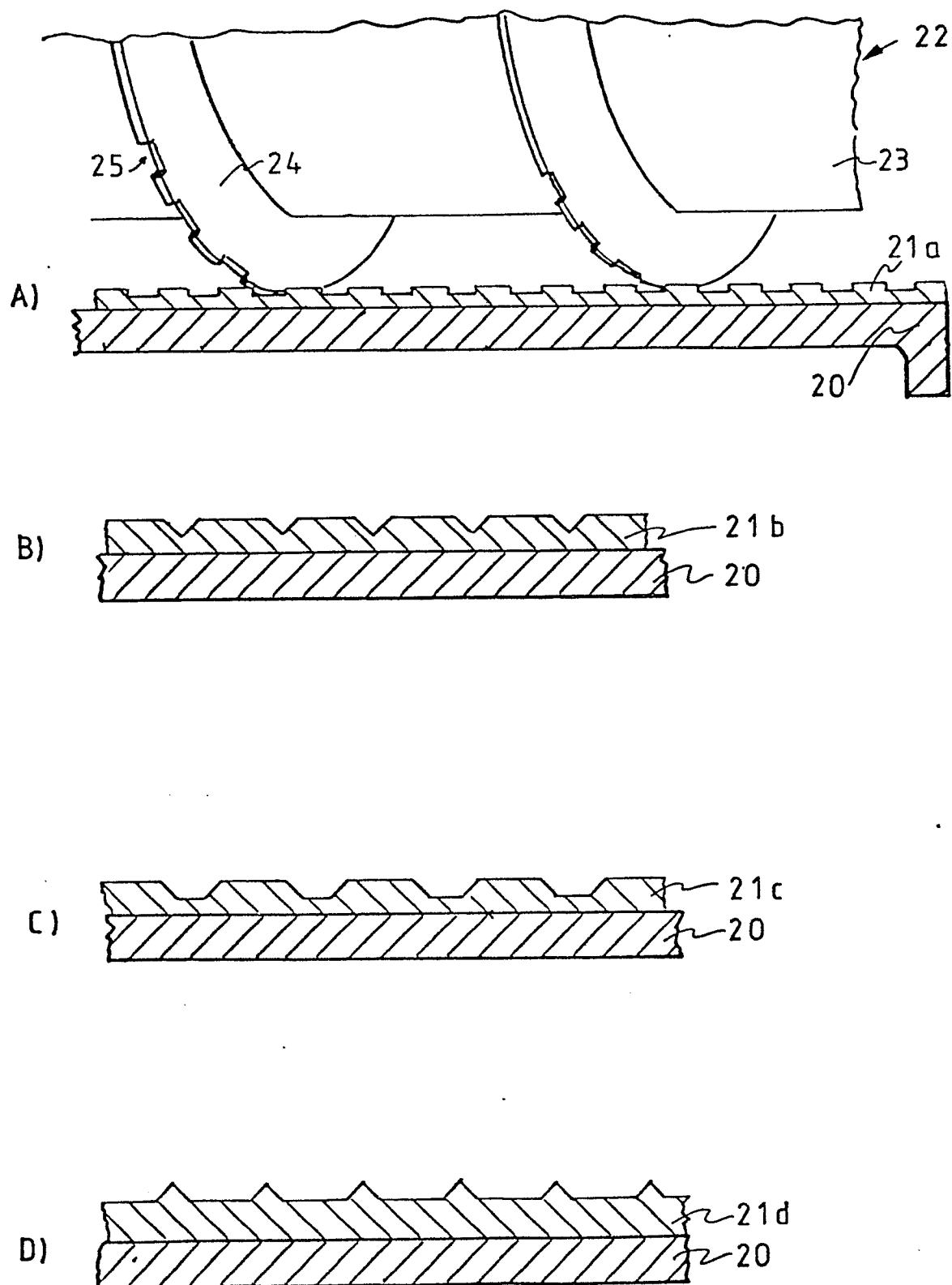
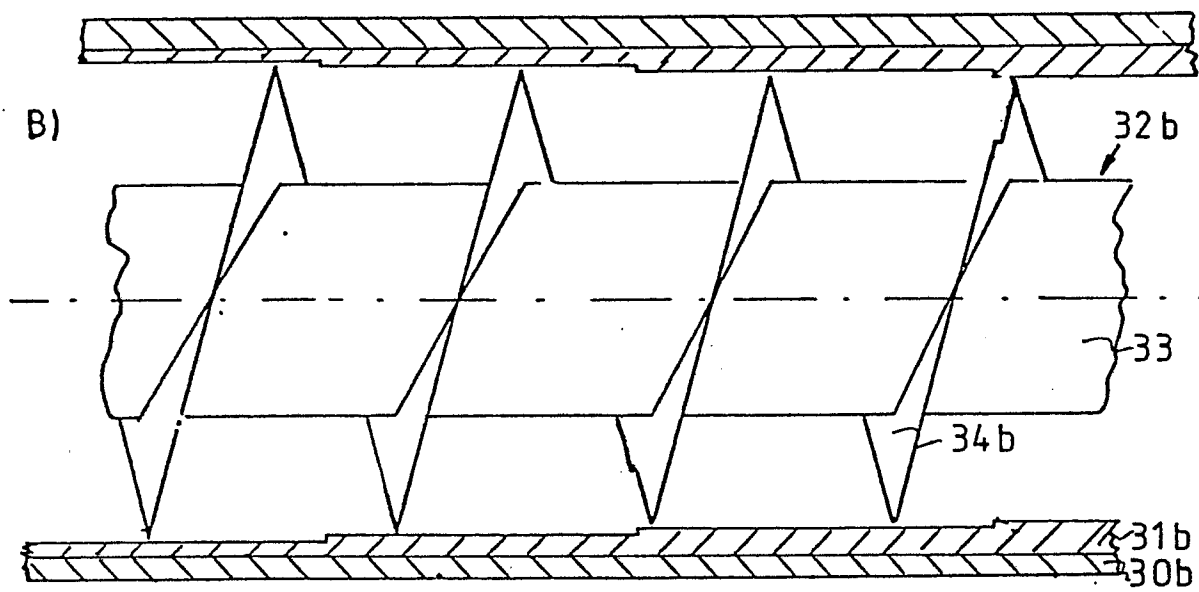
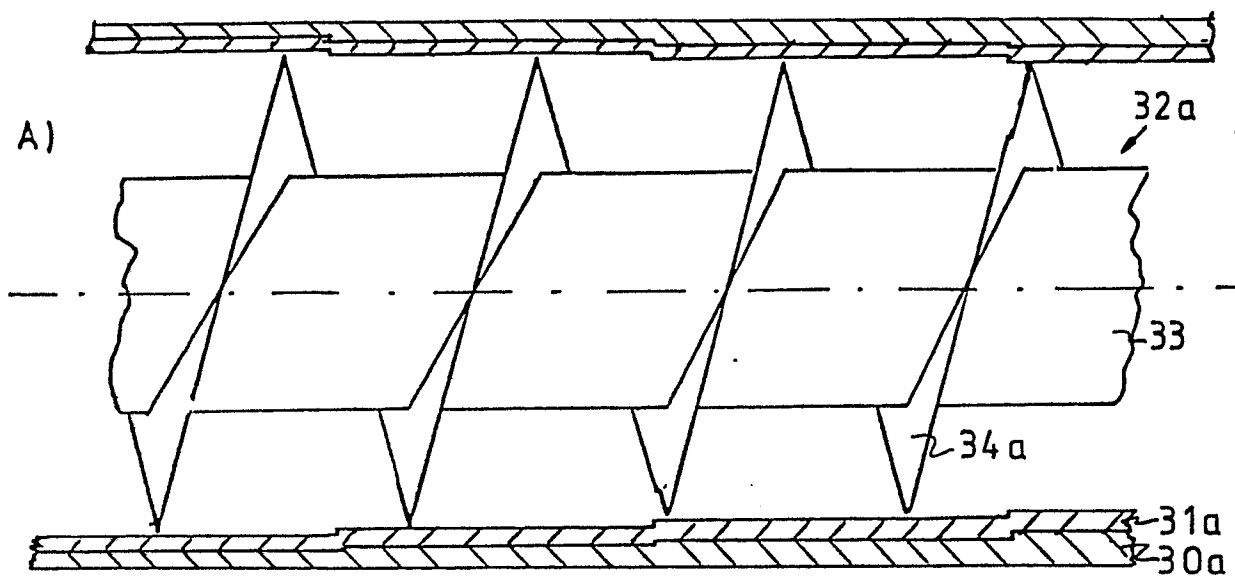


Fig. 2

3/4

Fig. 3



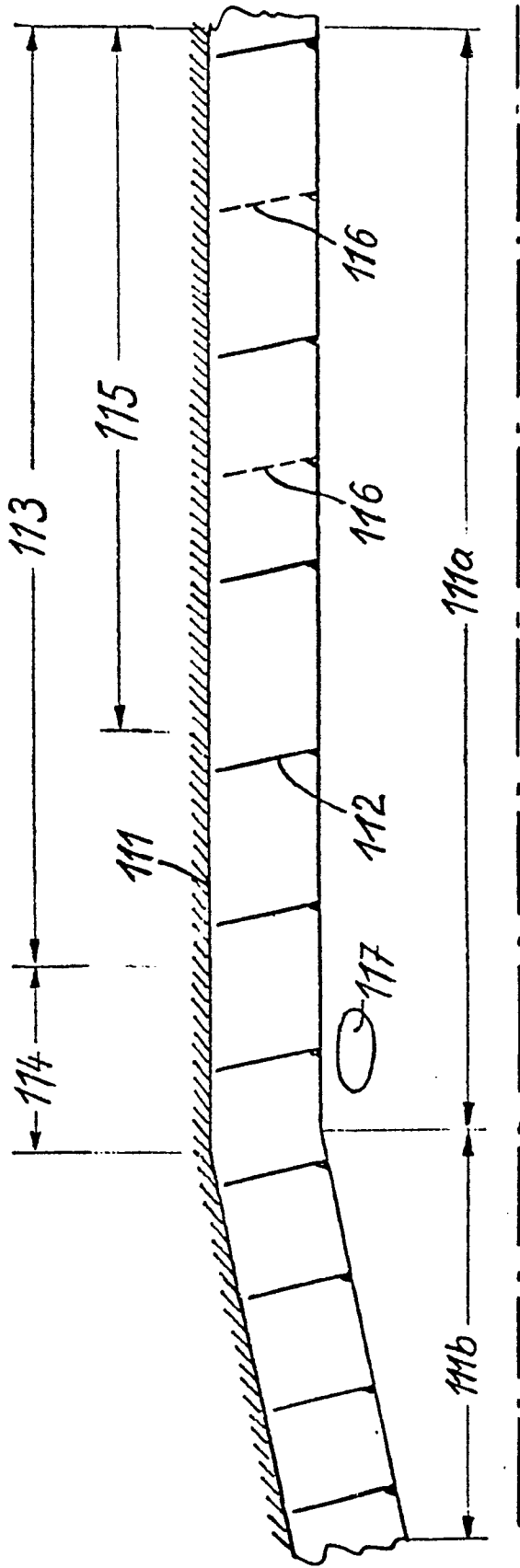


Fig. 4

