

Separator mit Direktantrieb

Die Erfindung betrifft einen Separator mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 und ein Verfahren zu dessen Betrieb.

5

Derartige auch für einen industriellen Einsatz geeignete Separatoren, die vorzugsweise im kontinuierlichen Betrieb eingesetzt werden können, sind aus dem Stand der Technik an sich bekannt, so aus der gattungsgemäßen DE 10 2017 113 649 A1.

10

Unter den bekannten Systemen gibt es Konstruktionen, bei denen die Trommel, die Antriebsspindel und der elektrische Antriebsmotor starr zu einer baulichen Einheit verbunden sind, welche dann als Ganzes elastisch an einem Antriebsgehäuse abgestützt ist. Beispiele eines derartigen Standes der Technik offenbaren die gattungsgemäße GB 368 247, die FR 1.287.551, die DE 1 057 979 und die DE 43 14 440 C1.

15

20

Zum Stand der Technik sei ferner die WO 2004/089550 genannt, bei der die Trommel, die Antriebsspindel und der elektrische Antriebsmotor ebenfalls zu einer baulichen Einheit verbunden sind, welche dann als Ganzes an einem Antriebsgehäuse abstützbar ist. Um ein Gehäuse bzw. ein Maschinengestell ist eine Ummantelung mit einer Innenwand und einer Außenwand gelegt. Zwischen diesen Wänden ist ein Raum gebildet, in dem eine Kühlflüssigkeit, z.B. Wasser, fließen kann. Das Kühlfluid kann auf diese Weise das Gehäuse kühlen, das während des Betriebs des Zentrifugalrotors durch den Elektromotor wesentlich erwärmt wird. Zur Schmierung der Lager ist ferner eine mit der Spindel verbundene Element vorgesehen. Dieses dreht sich mit der Spindel in dem in einem Ölraum vorhandenen Schmieröl, so dass ein Teil des Schmieröls in Ölnebel umgewandelt wird. Der Ölnebel schmiert ein unteres Lager. Der Ölnebel wird ferner durch Kanäle zum Inneren eines oberen Lagers und zur Saugseite einer Lüftervorrichtung geleitet. Dies führt zu einer Schmierung des oberen Lagers. Der verbleibende Ölnebel wird durch einen Spalt des Motors zurück nach unten gedrückt. Dieser Aufbau ist aufwendig und relativ kompliziert. Der Ölnebel trägt derart zudem quasi nicht zu einer Kühlung des Motors bei.

25

30

35

Verbesserungswürdig erscheint nach wie vor die Kühlung der bekannten Antriebsvorrichtungen.

Die Erfindung hat die Aufgabe, die Kühlung der Antriebsvorrichtung des gattungsgemäßen Separators mit einfachen Mitteln zu verbessern.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch den Gegenstand des Anspruchs 1. Sie löst
5 diese Aufgabe ferner durch das Verfahren des Anspruchs 16.

Nach Anspruch 1 wird ein Separator geschaffen, der folgendes aufweist:

- eine im Betrieb rotierende Einheit mit einer Trommel und einer Antriebsspindel,
- 10 - einen als Elektromotor ausgebildeten Antriebsmotor zum Drehen der Antriebsspindel, der einen Stator und einen Rotor aufweist,
- wobei der Rotor auf der Antriebsspindel angeordnet ist und der Stator radial beabstandet ist zu dem Rotor in einem sich im Betrieb nicht drehenden Antriebsgehäuse,
- 15 - wobei der Stator wenigstens einen oder mehrere Wickelköpfe aufweist, und
- wobei an wenigstens einem der Wickelköpfe wenigstens eine Kammer ausgebildet ist, in welcher sich im Betrieb ein Kühlmittelfilm und/oder -bad ausbildet, so dass dieser Wickelkopf im Betrieb mit Kühlmittel gekühlt ist bzw. im Betrieb gekühlt wird.

20

Nach diesem Wortlaut können an einem Wickelkopf oder an mehreren Wickelköpfen jeweils eine oder mehrere der Kammern ausgebildet sein.

25

Derart wird einer der Wickelköpfe oder es werden ggf. auch zwei Wickelköpfe auf einfache Weise vorzugsweise direkt in einem sich im Betrieb ausbildenden Kühlmittelfilm oder sogar -bad an einer oder mehreren Außenflächen gekühlt. Das Kühlmittel transportiert Wärme von den Wickelköpfen ab.

30

Bisher waren die Wickelköpfe mit Luft umgeben. Die Wärmeleitfähigkeit λ von Luft ist 0,0262 W/mK. Die Wärmeleitfähigkeit λ von Schmieröl kann z.B. 0,13 bis 0,15 W/mK betragen. Somit wird die Wärmeübertragung an das umgebende Medium bereits erheblich, z.B. um einen Faktor 5 verbessert. Hinzu kommt die effektivere Wärmeabfuhr durch ein Umlaufen bzw. vorzugsweise Zirkulieren des Schmieröls, wohingegen beim Stand der Technik die Luft, welche den Wickelkopf umgab, im
35 Wesentlichen stillstand.

Das Kühlmittel ist ein fließfähiges Kühlmittel. Dabei wird als das Kühlmittel Schmieröl eingesetzt, zumal dieses sowieso zur Schmierung eines oder mehrerer Lager an der Zentrifuge bereitgestellt werden muss. Ein Vorteil ist, dass durch die

zusätzliche Kühlung der Wickelköpfe, der Motor höher belastet werden kann, ohne dass die Motortemperatur über einen zulässigen Wert ansteigt. Die Kühlung ist effektiver und die Leistungsdichte ist somit groß.

- 5 Es ist daher vorteilhaft, dass das Schmieröl einerseits zum Schmieren von einem oder mehreren Lagern der Antriebsspindel genutzt wird und andererseits zum Kühlen des einen oder der mehreren Wickelköpfe.

- 10 Der elektrische Antriebsmotor kann z.B. ein Asynchronmotor oder ein Synchronmotor – z.B. ein Reluktanzmotor - sein.

- 15 Ein Vorteil ist, dass das bereits vorhandene Schmieröl, welches zur Schmierung der Wälzlager verwendet wird, nun auch zum Kühlen des Motors bzw. der Wickelköpfe dient. Somit benötigt die Maschine keine weiteren Aggregate und kein weiteres Kühlmedien wie z.B. Wasser. Die Kombination aus direkter Wärmeableitung aus dem Motorstator – zum Beispiel an Kühlrippen und der Wärmeableitung aus den Wickelköpfen via Schmierölfluss an die Kühlrippen ist somit besonders effektiv.

- 20 Der Antriebsmotor kann nach einer vorteilhaften aber nicht zwingenden Ausgestaltung vorzugsweise vollständig zwischen einem Halslager und einem Fußlager liegen.

- 25 Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung ist der eine Wickelkopf ein oberer Wickelkopf und der andere Wickelkopf ein unterer Wickelkopf und an dem oberen und/oder an dem unteren Wickelkopf ist oder sind jeweils eine der Kammern ausgebildet. Sind an beiden Wickelköpfen jeweils Öl-Kühlkammern ausgebildet, werden beide Wickelköpfe effektiv und einfach gekühlt.

- 30 Dabei wird bevorzugt, dass im Sinne einer effektiven Kühlung die jeweilige Kammer an dem jeweiligen Wickelkopf als Ringkammer ausgebildet ist, welche oben, außen und/oder unten an dem jeweiligen Wickelkopf ausgebildet ist, so dass entsprechend eine obere, eine äußere und/oder eine untere Fläche des jeweiligen Wickelkopfes im Betrieb von einem Schmierölfilm bedeckt ist und gut gekühlt wird.

- 35 Es ist zweckmäßig, wenn die jeweilige Kammer einen Zulauf und einen Ablauf aufweist, wobei der Ablauf auch als Überlauf ausgebildet sein kann.

Dabei kann vorgesehen sein, dass eine oder beider Kammern im Betrieb vollständig jeweils mit dem Ölbad gefüllt ist/sind bzw. wird/werden. Zu- und Ablauf werden

dann entsprechend so ausgestaltet und mit dem Ölzufuss abgestimmt, dass sich die eine oder beide Kammern füllen. Derart wird eine besonders gute Kühlung und Schmierung im Bereich der jeweiligen Kammer(n) erreicht bzw. realisierbar.

5 Um die eine oder mehreren Kammern ausbilden zu können, ist es vorteilhaft, wenn in dem Antriebsgehäuse ein ein- oder mehrteiliges Motorgehäuse ausgebildet ist, welches den Stator hält. Die Kammern können dann zwischen dem Motorgehäuse und dem Stator ausgebildet werden und diese Elemente können als vormontierte Einheit bereitgestellt werden, die an dem Antriebsgehäuse montiert
10 werden kann.

Nach einer besonders bevorzugten Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass das Antriebsgehäuse und/oder das Motorgehäuse Kühlrippen aufweist. Das Antriebsgehäuse und/oder das Motorgehäuse weist eine oder mehrere Kühlkanäle
15 auf, die von Schmieröl durchströmt sind, das aus einer oder beiden Kammern abgeleitet worden ist. Mittels der Kühlrippen wird dann die Wärmeenergie des Schmieröls an die Umgebung abgegeben. Derart wird die vom Schmieröl in den Kammern aufgenommene Wärme ganz oder teilweise durch Konvektion wieder an die Umgebung abgegeben.

20 Es kann vorgesehen sein, dass die jeweilige Kammer an dem jeweiligen Wickelkopf eine I-, L- oder U-förmigen Querschnitt aufweist.

Sodann kann bei einer vorteilhaften Ausgestaltung vorgesehen sein, dass die jeweilige Kammer zwischen Elementen und/oder Abschnitten des Motorgehäuses und dem jeweiligen Wickelkopf ausgebildet ist.
25

Es kann vorgesehen sein, dass die vormontierte Antriebs- und Drehsystemeinheit einen geschlossenen Schmiersystemkreislauf aufweist.
30

Konstruktiv kann vorteilhaft nach einer Variante vorgesehen sein, dass die Antriebsspindel axial von einer Bohrung durchsetzt ist, wobei die Antriebsspindel unten im Antriebsgehäuse in einen Schmierölsumpf eintaucht, wobei durch die Bohrung der Antriebsspindel Schmieröl in den Bereich eines Halslagers und/oder in
35 den Bereich einer Zuleitung der Kammer am oberen Wickelkopf gefördert wird.

Nach einer weiteren konstruktiv vorteilhaften Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass Schmieröl, das aus der ersten Kammer am oberen Wickelkopf abfließt, durch Kühlkanäle im Antriebsgehäuse und/oder im Motorgehäuse in die zweite

Kammer am unteren Wickelkopf geleitet wird, von wo es zurück in den Schmierölsumpf geleitet wird.

5 Die Erfindung schafft ferner auch ein Verfahren zum Kühlen eines Antriebsmotors eines Separators, mit folgenden Schritten: Bereitstellen eines Separators – insbesondere nach einer der vorstehend als erfindungsgemäß beschriebenen Ausführungen - und Füllen sowie Durchströmen der einen oder mehreren Kammern mit Schmieröl im Betrieb.

10 Um einen baulich kompakten und gut handhabbaren Separator bereitzustellen, ist es weiter vorteilhaft, wenn als Kühlsystem (vorzugsweise ausschließlich) eine Luftkühlung vorgesehen ist, die Kühlrippen am Außenumfang des Antriebsgehäuses umfasst.

15 Schließlich kann vorteilhaft – nicht aber zwingend – vorgesehen sein, dass das rotierende System mit der Trommel und der Antriebsspindel im Wesentlichen axial über das Fußlager im Antriebsgehäuse abgestützt ist. Es sind insofern aber auch andere Varianten mit einer Abstützung am Halslager umsetzbar.

20 Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind den übrigen Unteransprüchen zu entnehmen.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezug auf die Zeichnung näher beschrieben. Es zeigen:

- 25 Fig. 1 eine Schnittansicht eines schematisiert dargestellten erfindungsgemäßen Separators;
Fig.2 eine perspektivische Ansicht eines weiteren erfindungsgemäßen Separators;
30 Fig. 3a, b in a) eine erste obere Ausschnittsvergrößerung aus Fig. 1 und in b) eine zweite untere Ausschnittsvergrößerung aus Fig. 1, in welcher mit Pfeilen und Schraffierungen jeweils ein Strömungspfad für ein Kühlmittel dargestellt ist.

35 Fig. 1 zeigt einen Separator 1, der ein sich im Betrieb nicht drehendes bzw. stillstehendes System aufweist und ein sich im Betrieb relativ zum stillstehenden System drehendes bzw. rotierendes System. Dabei weisen das rotierende System und das stillstehende System jeweils eine Mehrzahl an Elementen auf.

Das rotierende System des Separators weist eine Trommel 2 mit vertikaler Drehachse D auf. Diese Trommel 2 ist hier nur schematisch dargestellt. Sie kann in verschiedener Weise ausgestaltet sein. Vorzugsweise ist sie für einen kontinuierlichen Betrieb zum kontinuierlichen Klären und/oder Trennen eines fließfähigen Produktes in eine oder zwei Flüssigkeitsphasen und ggf. eine Feststoffphase - insbesondere im industriellen Prozess - ausgelegt. Hierzu ist ihr Innenraum vorzugsweise mit einem Trenntellerstapel aus Trenntellern versehen (hier nicht zu erkennen bzw. dargestellt). Die - vorzugsweise einfach oder doppelt konische Trommel 2 - ist auf das hier vertikale obere Ende einer drehbaren Antriebsspindel 3 aufgesetzt. Die Antriebsspindel kann vertikal bzw. im Betrieb im Wesentlichen vertikal ausgerichtet sei und eine vertikal Drehachse D aufweisen.

Die Trommel 2 kann einen Zulauf und wenigstens zwei Abläufe für die im Zentrifugalfeld getrennten Phasen des zu verarbeitenden Produktes bzw. Stoffgemisches aufweisen.

Die Antriebsspindel 3 ist mit einer Lageranordnung, die hier ein Halslager 4 und ein Fußlager 5 aufweist, drehbar gelagert. Dabei ist das Halslager 4 in einem Lagergehäuse 6 - vorzugsweise radial elastisch abgestützt - angeordnet. Dabei kann zwischen dem Innenumfang des Lagergehäuses 6 und dem Außenumfang des Halslagers 4 ein elastisches Element wie ein elastischer Ring angeordnet sein (hier nicht dargestellt). Das Lagergehäuse 6 rotiert nicht und ist daher ein Teil des im Betrieb stillstehenden Systems.

Das Lagergehäuse 6 kann auf ein ein- oder mehrteiliges Motorgehäuse – 7, 8 - aufgesetzt sein. Dabei kann das Motorgehäuse aus mehreren Abschnitten bestehen. Es kann insbesondere einen Motorgehäuse-Abdeckring 7 aufweisen, der auf das untere Motorgehäuse 8 aufgesetzt ist.

Das Lagergehäuse 6, ggf. der Motorgehäuse-Abdeckring 7 und das Motorgehäuse 8 können jeweils an ihrem Außenumfang einen Ringflanschabschnitt 6a, 7a bzw. 8a aufweisen. Diese Ringflanschabschnitte 6a, 7a, 8a können jeweils axial gestapelt übereinander liegen. Sie können – z.B. mit hier nicht dargestellten - Axialschrauben miteinander zu einer modulartigen Einheit zusammenfügbar bzw. zusammengefügt sein. Sie können gemeinsam einen Ringflanschabschnitt einer vormontierbaren und hier auch vormontierten Antriebs- und Drehsystemeinheit bilden.

In dem ein- oder mehrteiligen Motorgehäuse 8 ist ein Antriebsmotor 10 angeordnet, der ein Elektromotor ist. Optional kann dort auch das Fußlager 5 ausgebildet bzw. angeordnet sein. Der Antriebsmotor 10 weist einen Stator 20 und einen Rotor 21 auf. Der Stator 20 ist hier direkt oder indirekt im oder am Antriebsgehäuse 11 festgelegt. Er dreht sich im Betrieb nicht. Der Rotor 21 kann hingegen drehfest mit der Antriebsspindel 3 verbunden sein.

Das System mit dem Lagergehäuse 6, ggf. dem Motorgehäuse-Abdeckring 7 und dem ein- oder mehrteiligen Motorgehäuse 8 können eine vormontierte Antriebs- und Drehsystemeinheit nach Art einer als Ganzes montierbaren, austauschbaren Kassette bilden. Diese vormontierte Antriebs- und Drehsystemeinheit wird nachfolgend auch kurz als vormontierte Einheit bezeichnet. Diese vormontierte Einheit kann auch die Trommel 2 aufweisen. Dieser Aufbau ist insoweit vorteilhaft, aber nicht zwingend genau so umzusetzen, um die Erfindung zu realisieren.

Das Motorgehäuse 8 ist in ein Antriebsgehäuse 11 eingesetzt und dort gehalten. Dieses Antriebsgehäuse 11 kann nach Art eines das Motorgehäuse 8 umgebenden Außengehäuses ausgebildet sein. Es kann aber auch als Gestell ausgebildet sein. Das Antriebsgehäuse 11 kann beispielsweise an einem Untergrund wie einem Hallenboden oder dgl. befestigt werden.

Am Außenumfang des Antriebsgehäuses 11 können Kühlrippen 12 ausgebildet sein, um derart auf einfache Weise Abwärme des Antriebssystems in den Umgebungsraum abgeben bzw. abstrahlen zu können.

Das Antriebsgehäuse 11 weist an seinem Innenumfang einen Ringflansch 11a auf. An diesem Ringflansch 11a kann die vormontierte Antriebs- und Drehsystemeinheit befestigt werden. Hierbei kann der äußere Ringflanschabschnitt der vormontierten Antriebs- und Drehsystemeinheit wie dargestellt auf dem inneren Ringflansch 11a des Antriebsgehäuses 11 aufliegen, oder in einer alternativen Ausführung darunter hängen.

Die vormontierte Einheit und ihr Ringflanschabschnitt werden vorzugsweise mit wenigstens einem oder mehreren Befestigungsmitteln, insbesondere einem oder mehreren Schraubbolzen, an dem Ringflansch 11a des Antriebsgehäuses 11 befestigt, insbesondere festgeschraubt (hier nicht dargestellt).

Auf dem Antriebsgehäuse 11 kann ferner eine Haube 9 befestigt werden, welche sich im Betrieb nicht dreht und die Trommel 2 umschließt.

Zur Kühlung des Antriebs mit dem Antriebsmotor 10 kann einerseits ein Luftkühlungssystem eingesetzt, realisiert durch die Kühlrippen 12. Dies ist vorteilhaft und einfach.

- 5 Zudem wird vorgeschlagen, ergänzend oder alternativ eine Flüssigkeitskühlung einzusetzen. Ein entsprechendes Flüssigkeitskühlungssystem wird nachfolgend mit dem Bezugszeichen 100 bezeichnet.

- 10 Bei diesem Flüssigkeitskühlssystem 100 wird zur Flüssigkeitskühlung des Motors 10 vorteilhaft ein Schmiermittelumlaufsystem genutzt. Besonders vorteilhaft ist es, dazu ein Schmiermittelumlaufsystem zu nutzen oder zumindest mit zu nutzen, das auch zur Schmierung wenigstens eines der Lager 4, 5 mit Schmiermittel dient.

- 15 Das Schmiermittelumlaufsystem kann nach einer möglichen erfindungsgemäßen Ausgestaltung wie folgt aufgebaut sein:

- 20 Zur Versorgung der Lager 4, 5 mit Schmiermittel dient eine Schmiermittelzuleitung. Diese Schmiermittelzuleitung kann auf verschiedene Weise realisiert sein. So kann die Antriebsspindel 3 axial von einer Bohrung 101 durchsetzt sein, wobei die Antriebsspindel 3 unten im Antriebsgehäuse 11 in einen Schmierölsumpf 102 eintaucht (dessen oberes Schmierstoffniveau durch eine strichpunktierte Linie angedeutet ist). Durch die Bohrung 101 der Antriebsspindel 3 wird Schmieröl saugrohrartig in den Bereich unterhalb des Halslagers 4 gefördert. Als die Schmiermittelzuleitung dient hier somit die Bohrung 101 in der Antriebsspindel 3. Aus der Bohrung 101 kann radial durch eine oder mehrere radial verlaufende Querbohrungen 103 das Schmieröl im rotierenden System weiter radial nach außen geführt werden, bis es aus der Querbohrung 103 der Antriebsspindel 3 in einen stillstehenden Ringraum außerhalb der Antriebsspindel 3 austritt (siehe auch Fig. 3a).

- 30 Das aus der Antriebsspindel 3 austretende Schmieröl trifft dort auf radial außerhalb der Antriebsspindel 3 liegende, stillstehende Bauteile, so hier auf den Motorgehäuse-Abdeckring 7 und/oder das Motorgehäuse 8. Das Halslager 4 kann dabei durch einen im Betrieb entstehenden Schmierölnebel geschmiert werden.

- 35 Ein Anteil des Schmieröls kann ferner in einer Kammer, die sich konzentrisch zur Antriebsspindel 3 erstreckt, nach unten in den Schmierölsumpf 102 zurücklaufen. Das Fußlager 5 kann im Schmierölsumpf angeordnet sein und dadurch geschmiert werden. Es kann aber auch oberhalb des Schmierölsumpfes liegen und beim Zurücklaufen des Schmieröls in den Schmierölsumpf mit geschmiert werden.

Erfindungsgemäß wird insbesondere die Kühlung des im Antriebsgehäuse festgelegten Stators 20 optimiert. Der Stator 20 weist obere und untere Wickelköpfe 20a und 20b auf und ein Spulenpaket 20c. Er ist als eine Art Ringelement aufgebaut, wobei das Spulenpaket mittig zwischen dem oberen und dem unteren Wickelkopf 20a, 20b liegt.

Am Stator 20, insbesondere an dem oberen und/oder an dem unteren Wickelkopf 20a, 20b ist wenigstens eine Kammer K1, K2 ausgebildet, die sich im Betrieb mit Schmieröl füllt, so dass wenigstens ein Teil der Außenoberfläche des jeweiligen Wickelkopfes 20a und/oder 20b im Betrieb in einem Schmierölbad liegt bzw. von einem Schmierölfilm bedeckt ist. Die jeweilige Kammer K1 ist derart ausgestaltet, dass sie einen Zulauf und einen Ablauf aufweist. Der Zulauf und der Ablauf sind so ausgestaltet, dass sich die jeweilige Kammer K1 und/oder K2 im Betrieb vorzugsweise vollständig mit Schmieröl füllt.

Es kann/können vorteilhaft sowohl am oberen Wickelkopf 20a als auch am unteren Wickelkopf 20b jeweils eine der Kammern K1, K2 ausgebildet sein.

Die Kammern K1 und/oder K2 sind vorzugsweise als Ringkammern ausgebildet, die sich radial außen sowie ggf. oben und/oder unten am sowie um den jeweiligen Wickelkopf 20a und/oder 20b erstrecken.

Es kann vorgesehen sein, dass wenigstens ein Ablaufkanal (der sich in mehrere Kühlkanäle verzweigen kann) aus jedenfalls einer der Kammern K1, K2 durch das Antriebsgehäuse und/oder das Motorgehäuse im Bereich der Kühlrippen 12 geführt ist, um die vom Schmieröl aufgenommene Wärme aus der jeweiligen Kammer K1 und/oder K2 von dort über die Kühlrippen an die Umgebung abstrahlen zu können.

Derart wird die Luftkühlung besonders vorteilhaft genutzt bzw. mit einer Flüssigkühlung kombiniert.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird dies vorteilhaft – aber nicht zwingend – wie folgt umgesetzt.

Oberhalb des Stators 20 liegt hier der Motorgehäuse-Abdeckring 7. Radial außerhalb des Stators 20 ist wiederum das Motorgehäuse 8 angeordnet (das vorzugsweise ebenfalls ringförmig ist). Dieses kann sich – einteilig oder mehrteilig - nach unten hin bis zum Schmierölsumpf 102 erstrecken.

Der Motorgehäuse-Abdeckring 7 weist eine nach innen hin offenstehende Ringkammer 71 auf. In dieser Ringkammer 71 sammelt sich ein Teil des aus der Antriebsspindel 3 radial austretenden Schmieröls. Der Motorgehäuse-Abdeckring 7 kann ferner einen Zulaufkanal 72 aufweisen, mit welchem Schmieröl aus der Ringkammer 71 in die Kammer K1 geführt wird, die radial außen als Ringkammer zwischen dem Wickelkopf 20a sowie angrenzenden Elementen des Motorgehäuses ausgebildet ist. Hier sind dies die Elemente Motorgehäuse-Abdeckring 7 und Motorgehäuse 8.

Die Kammer K1 füllt sich im Betrieb mit Schmieröl. Die Kammer K1 kann als eine Ringkammer ausgebildet sein. Die Kammer K1 kann ferner einen I-, L- oder vorzugsweise U-förmigen Querschnitt aufweisen. Dabei ist es bevorzugt, wenn die Kammer K1 derart ausgelegt ist (insbesondere hinsichtlich des Volumens der Kammer K1 und hinsichtlich der durchströmenden Ölmenge), dass sich das Schmieröl beim Durchströmen der Kammer K1 im Betrieb um nicht mehr oder weniger als 20° K erwärmt. Derart können zu große Erwärmungen in den Bereichen um die Kammer K1 sehr gut vermieden werden.

Fig. 3a veranschaulicht, wie im Betrieb Kammer K1 durch Schmieröl, das durch den Kanal 72 läuft, mit Schmieröl gefüllt wird. Dieses Schmieröl kühlt den oberen Wickelkopf 20a an einer, zwei oder hier sogar an drei seiner Seiten. Dies sind insbesondere die Oberseite, die Unterseite und die radial äußere Seite des oberen Wickelkopfes 20a.

Aus der Kammer K1 kann ein Ablaufkanal 73 austreten. Dieser führt hier (optional zunächst nach oben und dann) radial nach außen in einen Kühlkanal 74 (bzw. geht in einen solchen über), der durch das Antriebsgehäuse und/oder das Motorgehäuse, versehen mit einer oder mehreren der Kühlrippen 12, geführt ist, so dass ein Teil der Wärme oder die gesamte Wärme, die von dem Schmieröl in der Kammer K1 am oberen Wickelkopf 20a aufgenommen wurde, über eine oder mehrere Kühlrippen 12, wieder abgestrahlt werden kann.

Der Kühlkanal 74 geht wiederum in einen (hier radial nach innen führenden) Zulaufkanal 75 über, der in die zweite Kammer K2 am unteren Wickelkopf 20b mündet.

Auch der untere Wickelkopf 20b wird von Schmieröl in dieser Kammer K2 radial außen und/oder oben und/oder unten an einer, zwei oder drei Seiten von einer Kammer K2 umgeben. Auch die Kammer K2 kann als eine Ringkammer ausge-

staltet sein. Auch die Kammer K2 kann einen I-, L- oder U-förmigen Querschnitt aufweisen.

Fig. 3b veranschaulicht, wie im Betrieb Kammer K2 durch Schmieröl, das durch den Kanal 75 läuft, mit Schmieröl gefüllt wird. Dieses Schmieröl kühlt den unteren Wickelkopf 20b an einer, zwei oder hier sogar an drei seiner Seiten. Dies sind insbesondere die Oberseite, die Unterseite und die radial äußere Seite des unteren Wickelkopfes 20b.

Die Kammer K2 zwischen dem unteren Wickelkopf 20b und dem Motorgehäuse 8 füllt sich dadurch, dass immer weiter Schmieröl aus dem Sumpf in die Kammer K1 geleitet wird, ebenfalls mit Schmieröl und sorgt für eine Kühlung des unteren Wickelkopfes 20b.

Dabei kann das Schmieröl aus der unteren Kammer K2 durch einen weiteren Ablaufkanal 76 nach unten in Richtung des Schmierölsumpfes 102 abfließen, in welchen es schließlich einströmt.

Die Auslegung der Kammer K2 - insbesondere das Volumen und die Durchflussmenge des Schmieröls im Betrieb - sollte vorzugsweise so gewählt sein, dass sich das Schmieröl beim Durchströmen der Kammer K2 um nicht mehr als oder vorzugsweise weniger als 20° K erwärmt. Denn bei einer derartigen Auslegung kann ein Überhitzen im Bereich um diese Kammer K2 besonders zuverlässig verhindert werden.

Derart ist vorgesehen, dass das Schmieröl ergänzend gezielt am Stator 20 und dabei insbesondere an einem oder beiden Wickelköpfen 20a, 20b, so vorbeiströmt, dass das Schmieröl einen oder vorzugsweise beide der Wickelköpfe 20a, 20b aktiv durch einen gewissen Schmiermittelstrom sowie – film kühlt. Zudem werden die Wickelköpfe dadurch gekühlt, dass in den Kammern K1, K2 vorzugsweise eine Art Schmierölbad steht, deren Schmieröl aber immer wieder durch nachströmendes Schmieröl ausgetauscht wird.

Die beiden Wickelköpfe 20a, 20b können im Querschnitt eine etwa rechteckige Grundform aufweisen. Dabei kann eine innere Seite des Stators 20 durch einen Ringraum von der Antriebsspindel 3 und dem Rotor 21 beabstandet sein. In diesem Bereich wird vorzugsweise keine ergänzende Schmiermittelströmung realisiert, jedenfalls keine, die über die Kühlwirkung, welche das vom Halslager zum Fußlager strömende Schmieröl in diesem Ringraum ausübt, hinausgeht.

Am Außenumfang werden der obere und/oder der untere Wickelkopf hingegen vom Antriebsgehäuse oder Bauelementen am Antriebsgehäuse so eingefasst, dass sie an einer, zwei oder vorzugsweise sogar drei seiner Seiten die eine oder mehrere Kammern K1, K2 insbesondere Ringkammern bilden.

5

Hier ist der oberhalb des Stators angeordnete Motorgehäuse-Abdeckring 7 derart ausgebildet, dass er durch den Kanal 72 Schmieröl in die erste Kammer K1 leitet, welche den oberen Wickelkopf an hier drei Seiten umgibt. Diese Kammer K1 füllt sich im Betrieb mit Schmieröl. Sobald sie überströmt, fließt das überströmende Schmieröl durch einen weiteren Kanal 74 in Richtung der weiteren Kammer K2, welche den unteren Wickelkopf 20b an einer, zwei oder drei Seiten umgibt.

10

Aus dieser unteren Kammer K2 führt schließlich der Ablaufkanal 76 wie eine Bohrung oder ein Kanal zurück in den Schmierölsumpf.

15

Derart wird das Schmieröl sogar an beiden Wickelköpfen 20a, 20b direkt vorbeigeführt, um diese zu kühlen und schließlich bis in den Schmierölsumpf 102 zurück gefördert.

Es ist somit vorgesehen, dass zwischen dem Stator 20 und einem oder mehreren angrenzenden Bauteilen des Antriebsgehäuses 11, zu denen hier der Motorgehäuse-Abdeckring 7 und das Motorgehäuse 8 gehören, eine oder mehrere Kanäle und/oder Kammern K1, K2 ausgebildet sind, welche sich im Betrieb ganz oder teilweise mit Schmieröl füllen, wobei auch eine Schmierölströmung entsteht, um den Stator, insbesondere dessen einen oder beide Wickelköpfe 20a, 20b, möglichst direkt durch direktes Überströmen wenigstens eines Oberflächenbereichs der Wickelköpfe 20a, 20b aktiv mit Schmieröl zu kühlen.

25

Die Erfindung kann auf verschiedene Weise umgesetzt werden. In Fig. 1 sowie 3a und 3b ist dies vorteilhaft geschehen. Selbstverständlich ist es aber auch möglich, die Erfindung bei anderen konstruktiven Ausgestaltungen anders konstruktiv umzusetzen.

30

In die Ringkammern K1 und K2 strömt das Schmieröl oder strömt jedenfalls ein Teil des Schmieröls, das unterhalb des Halslagers aus der Antriebsspindel 3 herausströmt.

35

Vorzugsweise wird das Schmieröl gezielt über eine oder beide Wickelköpfe 20a, 20b geführt, wobei weiter bevorzugt vorgesehen sein, kann, dass einer oder beide

der Wickelköpfe 20a, 20b im Betrieb teilweise in ein Schmierölbad eingetaucht sind. Der Überlauf kann so gestaltet sein, dass der Schmierölstand in der oberen Kammer K1 den oberen Wickelkopf 20a immer vollständig umgibt. Durch das Abtauchen wird die Wärme, welche durch die ohmschen Verluste im oberen Wickelkopf 20a erzeugt werden, besser abgeleitet. Das überlaufende Schmieröl kann sodann oder während des Durchströmen durch einen oder mehrere Kühlkanäle 74 im Antriebsgehäuse und/oder das Motorgehäuse geleitet werden, und so über die Kühlrippen 12 des Antriebsgehäuses 11 auf einfache Weise Wärme an die Umgebung abgeben.

Das gekühlte Schmieröl läuft sodann in eine ähnliche Kammer K2, welche den unteren Wickelkopf 20b umgibt. Der Ablauf hieraus kann wiederum so gestaltet werden, dass der Schmierölstand in dem Behältnis den Wickelkopf immer vollständig umgibt. Dies kann z.B. durch eine geeignete Blende im Ablauf des Behältnisses erfolgen oder durch einen geeigneten Querschnitt des Ablaufkanals 76 erreicht werden.

Derart werden die beiden Wickelköpfe 20a, 20b des integrierten Motors durch das zurückfließende Schmieröl aktiv gekühlt. Zum einen wird ein Teil der Verlustwärme der Wickelköpfe durch das strömende Schmieröl aufgenommen und weggeleitet, zum anderen wird ein Teil der Verlustwärme der Wickelköpfe durch das in den Kammern rund um die Wickelköpfe stehende Schmieröl an das umgebende Separatorengehäuse geleitet. Hierzu sollten die Kammern rund um den Wickelkopf mit Schmieröl gefüllt sein.

Bezugszeichen

	1	Separator
	2	Trommel
5	3	Antriebsspindel
	4	Halslager
	5	Fußlager
	6	Lagergehäuse
	6a	Ringflanschabschnitt
10	7	Motorgehäuse-Abdeckring
	7a	Ringflanschabschnitt
	71	Ringkammer
	72	Zulaufkanal
	73	Ablaufkanal
15	74	Kühlkanal
	75	Zulaufkanal
	76	Ablaufkanal
	8	Motorgehäuse
	8a	Ringflanschabschnitt
20	9	Haube
	10	Antriebsmotor
	11	Antriebsgehäuse
	11a	Ringflansch
25	12	Kühlrippe
	20	Stator
	20a	Wickelkopf
	20b	Wickelkopf
30	20c	Spulenpaket
	21	Rotor
	100	Flüssigkeitskühlungssystem
35	101	Bohrung
	102	Ölsumpf
	103	Querbohrungen
40	K1, K2	Kammern
	D	Drehachse