

(19)



(11)

EP 3 584 011 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
25.12.2019 Patentblatt 2019/52

(51) Int Cl.:
B02C 18/14 ^(2006.01) **B02C 18/16** ^(2006.01)
B02C 18/24 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19177890.1**

(22) Anmeldetag: **03.06.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Mutter, Wolfgang**
66892 Bruchmühlbach-Miesau (DE)
• **Hermann, Michel**
67749 Offenbach-Hundheim (DE)
• **Bund, Markus**
66646 Marpingen (DE)
• **Dinges, Juri**
55743 Idar-Oberstein (DE)

(30) Priorität: **08.06.2018 DE 102018113751**

(71) Anmelder: **Fritsch GmbH**
55743 Idar-Oberstein (DE)

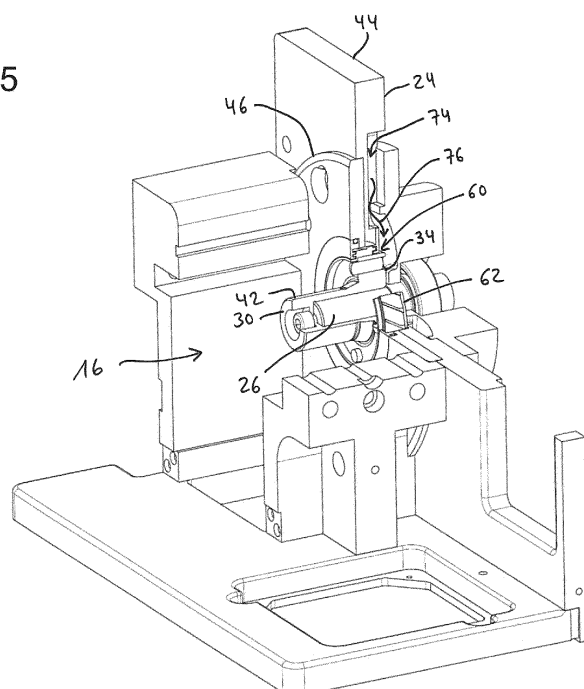
(74) Vertreter: **Blumbach · Zinngrebe Patentanwälte**
PartG mbB
Alexandrastraße 5
65187 Wiesbaden (DE)

(54) SCHNEIDMÜHLE ZUM SCHNEIDENDEN ZERKLEINERN VON PROBEN

(57) Die Erfindung betrifft eine Schneidmühle zum schneidenden Zerkleinern von Proben, umfassend: ein Gerätegehäuse, einen Antriebsmotor und eine Antriebswelle (42), eine Mahlkammer (16) mit einem darin angeordneten Schneidrotor zum schneidenden Zerkleinern der Proben in der Mahlkammer (16), wobei der Schneidrotor eine Rotationsachse (A) definiert und die

Mahlkammer (16) motorseitig axial von einer Mahlkammerrückwand (24) begrenzt wird, wobei die Mahlkammerrückwand (24) eine Wellendurchtrittsöffnung aufweist, durch welche hindurch der Schneidrotor von der Antriebswelle (42) antreibbar ist, wobei die Wellendurchtrittsöffnung in der Mahlkammerrückwand (24) durch eine Labyrinthdichtung (60) gedichtet ist.

Fig. 5

**EP 3 584 011 A1**

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schneidmühle zum schneidenden Zerkleinern von Proben, insbesondere im Labormaßstab mit einem um eine horizontal verlaufende Achse rotierenden Schneidrotor.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Schneidmühlen zerkleinern die Proben durch einen scherenartigen Schneideffekt, typischerweise zwischen einem rotierenden Schneidrotor mit einer oder mehreren sich im Wesentlichen axial erstreckenden Schneiden und einer oder mehrerer sich ebenfalls im Wesentlichen axial erstreckenden stationären Gegen-schneiden. Solche Labor-Schneidmühlen sind insbesondere geeignet zur Zerkleinerung von zähen oder faserigen Proben, z.B. biologischen Proben wie Stroh aber z. B. auch Kunststofffolien, um nur einige Beispiele zu nennen. Beispiele für solche Labor-Schneidmühlen sind z. B. die Pulverisette® 19 und die Pulverisette® 25 der Anmelderin, auf deren grundsätzliche Konstruktion hiermit verwiesen wird. Entsprechende Produktbeschreibungen der Pulverisette® 19 und der Pulverisette® 25 finden sich z.B. unter www.fritsch.de.

[0003] Bei diesen Schneidmühlen wird typischerweise mehr oder weniger rieselfähiges Schüttgut ggf. über einen Einfülltrichter in die Mahlkammer eingefüllt, in welcher der Schneidrotor horizontal rotiert. Der Schneidrotor kann unterschiedliche Geometrien aufweisen, z.B. sogenannte V-Schneiden besitzen, welche einen Drall und dadurch eine gute Schneidwirkung vor allem zur Zerkleinerung von zäh-elastischen Materialien und Folien aufweist. Hieran wird deutlich, dass die Definition einer im Wesentlichen axial verlaufenden Schneide nicht darauf beschränkt ist, dass die Schneide streng parallel zur Rotationsachse verläuft, sondern auch schräg verlaufende Schneiden mit einer achsparallelen Komponente umfassen soll. Die im Wesentlichen axial verlaufenden Schneiden können also auch schräg zur Rotationsachse verlaufen, was im Prinzip einer Schraubenlinie entspricht. Unterhalb des Schneidrotors befindet sich typischerweise ein Sieb, z.B. eine Siebkassette, durch welche dasjenige Probenmaterial, welches bereits hinreichend stark zerkleinert wurde, hindurchrieseln kann, um in einem darunterliegenden Auffanggefäß aufgefangen zu werden. Hinsichtlich weiterer konstruktive Details, die den Fachmann auf diesem Gebiet grundsätzlich bekannt sind, wird auf die Produktbeschreibungen zu den Schneidmühlen Pulverisette® 19 und Pulverisette® 25 der Anmelderin verwiesen, welche zum Zeitpunkt der Anmeldung und deren Offenlegung unter www.fritsch.de herunterladbar sind, und welche in Bezug auf die grundsätzliche Konstruktion einer solchen Schneidmühle hiermit durch Referenz inkorporiert werden.

[0004] Bei einer solchen Schneidmühle wird das Dreh-

moment von der Motorwelle auf eine Rotoraufnahme z. B. mittels einer Passfeder übertragen. Diese Rotoraufnahme war bei bisherigen Schneidmühlen typischerweise fest verbaut und konnte nur unter weitgehender Demontage des Gerätes aus dem Gerät ausgebaut werden. Die Dichtung der Rotoraufnahme erfolgte bei diesen Labor-Schneidmühlen typischerweise mittels Filzringen.

[0005] Der Verwendung einer separaten Rotoraufnahme erlaubt zwar ein einfaches händisches Einfügen des Schneidrotors auf die Rotoraufnahme, allerdings wird die Drehmomentübertragung bei manchen bisher bekannten Schneidmühlen relativ weit außen über Mitnehmerstiften bewerkstelligt, was wiederum dazu geführt hat, dass auf einem relativ großen Durchmesser gedichtet wurde. Bezogen auf eine vordefinierte Drehzahl bedeutet ein großer Durchmesser der Dichtung eine relative hohe Umfangsgeschwindigkeit an der Dichtung, was wiederum mit einer relativ großen Wärmeentwicklung einhergeht. Ferner war bei bisherigen Schneidmühlen die Rotoraufnahme typischerweise nicht einfach zur Reinigung entnehmbar. Darüber hinaus waren die verwendeten Filzringe ebenfalls nicht einfach ohne Weiteres auszutauschen. Obwohl sich die Dichtung mittels der Filzringe grundsätzlich bewährt hat, konnten überdies z. B. Wachse, Öle oder Harze an die Dichtung gelangen und die Dichtwirkung eventuell beeinträchtigen.

[0006] Diese Filzdichtungen haben sich dennoch grundsätzlich bewährt und wurden daher über Jahrzehnte verwendet. Nichtsdestotrotz ist das Dichtkonzept bei einer Schneidmühle verbesserungsfähig. Insbesondere kann die Zugänglichkeit der Dichtung weiter verbessert werden.

Allgemeine Beschreibung der Erfindung

[0007] Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung eine Schneidmühle der eingangs genannten Art bereit zu stellen, welche wartungsfreundlich ist und/oder welche sich insbesondere im Bereich der Mahlkammerrückwand und der Antriebswelle gut reinigen lässt.

[0008] Ein weiterer Aspekt der Aufgabe der Erfindung ist es, eine Schneidmühle bereit zu stellen, welche im Bereich der Antriebswelle, trotz einer ggf. hohen Umfangsgeschwindigkeit an Dichtungsstellen, eine geringe Wärmeentwicklung aufweist.

[0009] Ein weiterer Aspekt der Aufgabe der Erfindung ist es, eine Schneidmühle bereit zu stellen, welche eine gute Dichtwirkung zwischen der Mahlkammer und dem Bereich des Antriebsmotors aufweist.

[0010] Ein weiterer Aspekt der Aufgabe der Erfindung ist es, eine Schneidmühle bereit zu stellen, welche einen verbesserten Zugang zur Dichtung der Antriebswelle in der Mahlkammerrückwand erlaubt.

[0011] Die Aufgabe der Erfindung wird durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

[0012] Die Erfindung betrifft eine Schneidmühle zum

schneidenden Zerkleinern von Proben, insbesondere im Labormaßstab. Solche Schneidmühlen zum schneiden- den Zerkleinern von Proben arbeiten nach dem Sche- renprinzip. Die Schneiden des Schneidrotors und die Ge- genschneiden verlaufen dabei im Wesentlichen axial und radial versetzt zu der Rotationsachse des Schneidrotors. Die Mahlkammer weist also vorzugsweise umfangsseitig axial versetzte und im Wesentlichen axial verlaufende Gegenmesser auf, welche mit den Schneidmessern des Schneidrotors zusammenwirken, derart dass die Proben zwischen den Schneidmessern des Schneidrotors und den Gegenmessern nach dem Scherenprinzip zerschnit- ten werden, wenn die Schneiden des Schneidrotors und die stationären Schneiden aneinander vorbeigleiten.

[0013] Hierbei soll im Wesentlichen axial verlaufend nicht auf Schneiden beschränkt sein, die streng parallel zur Rotationsachse verlaufen. Vielmehr können die Schneiden insbesondere auch schräg, z.B. entlang einer Schraubenlinie verlaufen bzw. Drall aufweisen. Z.B. kön- nen Schneidrotoren mit sogenannten V-Schneiden verwen- det werden, bei welchen die Schneiden zwar axial versetzt zur Rotationsachse und im Wesentlichen axial, aber schräg entlang einer Schraubenlinie verlaufen, so dass die Schneiden einen Drall aufweisen. Derartige La- bor-Schneidmühlen sind dem Fachmann grundsätzlich bekannt, vgl. z.B. www.fritsch.de.

[0014] Die Schneidmühle umfasst

ein Gerätegehäuse,
einen insbesondere in dem Gerätegehäuse ange- ordneten Antriebsmotor und eine Antriebswelle, wel- che die Motorwelle und ggf. weitere Wellenelemente wie z.B. ein auf die Motorwelle aufgesetztes Rotor- aufnahmeelement aufweisen kann,
eine Mahlkammer mit einem darin angeordneten Schneidrotor zum schneidenden Zerkleinern der Proben in der Mahlkammer.

[0015] Der von der Antriebswelle drehend angetriebe- ne Schneidrotor rotiert um eine Rotationsachse inner- halb der Mahlkammer. Die Mahlkammer wird motorseitig axial, d.h. axial in Bezug auf die Rotationsachse oder motor-stirnseitig, von einer Mahlkammerrückwand be- grenzt. Der Schneidrotor ist vorzugsweise im Großen und Ganzen zylindrisch und die motorseitige Stirnfläche des zylindrischen Schneidrotors verläuft parallel zu der Mahlkammerrückwand. Die Mahlkammerrückwand weist eine Wellendurchtrittsöffnung auf, durch welche hindurch der Schneidrotor von der Antriebswelle antreib- bar ist. Insbesondere erstreckt sich die Antriebswelle durch die Wellendurchtrittsöffnung hindurch, um den Schneidrotor in der Mahlkammer rotierend anzutreiben. Vorzugsweise verlaufen die Antriebswelle und/oder die Rotationsachse des Schneidrotors horizontal und/oder die Mahlkammerrückwand vertikal.

[0016] Anders als bei früheren Schneidmühlen ist nun die Wellendurchtrittsöffnung in der Mahlkammerrück- wand mittels einer Labyrinthdichtung gedichtet. Laby-

rinthdichtungen werden manchmal auch als Spaltdich- tungen bezeichnet, da sie eine berührungsfreie Wellen- dichtung darstellen. Die Dichtwirkung beruht auf der Ver- längerung des Strömungsweges durch den abdichten- den Spalt, wodurch der Strömungswiderstand erhöht wird. Diese Wegverlängerung kann z.B. durch ein Inein- andergreifen von Formelementen des Rotors und Sta- tors, eine sogenannte Verkämmung, erreicht werden.

[0017] Die Drehzahl des Schneidrotors bei der Schneidmühle kann z.B. im Intervall von 20 U/min bis 5000 U/min, vorzugsweise zwischen 50 und 3000 U/min betragen. Es hat sich nun herausgestellt, dass bei man- chen Schneidmühlen der Radius bzw. Umfang der Dich- tungen an der Mahlkammerrückwand konstruktionsbe- dingt relativ groß ist, was eine relativ hohe Umfangsge- schwindigkeit an der Dichtung bewirkt. Die Verwendung einer Labyrinthdichtung ist unter anderem vorteilhaft, da sie die Wärmeerzeugung an der Mahlkammerrückwand reduzieren kann.

[0018] Ein weiterer Vorteil in der Verwendung einer La- byrinthdichtung an dieser Stelle ist, dass ein verbesserter Zugang zu dem Bereich innerhalb und hinter der Wel- lendurchtrittsöffnung in der Mahlkammerrückwand er- möglicht werden kann, so dass die Schneidmühle war- tungsfreundlich ist und insbesondere die Reinigung im Bereich der Wellendurchtrittsöffnung in der Mahlkam- merrückwand vereinfacht und verbessert werden kann. Dies kann z.B. beim Zerkleinern von ölhaltigen oder har- zigen Proben hilfreich sein, da dies bei herkömmlichen Schneidmühlen ggf. dazu führen konnte, dass beim Zer- kleinern der Proben öl- und/oder harzhaltige Rückstände in den Bereich der Dichtung der Wellendurchtrittsöffnung diffundieren konnten.

[0019] Ein weiterer Vorteil in der Verwendung einer La- byrinthdichtung liegt in der Langlebigkeit und Wartungs- freundlichkeit. Ferner kann die Labyrinthdichtung einfach ein- und ausgebaut werden, z.B. um diese zu reinigen, zu kontrollieren und/oder auszutauschen.

[0020] Die Mahlkammer der Schneidmühle weist zu- mindest bereichsweise, vorzugsweise zumindest unten, eine umfangsseitige Siebwandung auf, welche den Mahlraum von einem Auffangbehälter trennt, derart, dass die Siebwandung solche Probenpartikel, die unter eine durch die Sieböffnungen vordefinierte Partikelgröße zerkleinert wurden, direkt beim schneidenden Zerklei- nern der Proben durch die Sieböffnungen in den Auffang- behälter durchlässt.

[0021] Vorzugsweise ist die Siebwandung als Teil ei- ner Siebkassette ausgebildet, wobei die Siebkassette als Einheit unterhalb des Schneidrotors in die Mahlkammer einsetzbar ist.

[0022] Weiter bevorzugt umfasst das Gerätegehäuse einen axial in Bezug auf die Rotationsachse stirnseitigen Verschlussdeckel. Der Verschlussdeckel ist auf der der Mahlkammerrückwand gegenüberliegenden Seite der Mahlkammer angeordnet und kann geöffnet werden, um die Mahlkammer zu öffnen. Bei geöffneter Mahlkammer sind die Schneidrotor und/oder ggf. weitere Teile wie die

Siebkassette und/oder die Labyrinthdichtung aus der Mahlkammer entnehmbar. Dadurch lassen sich die Teile austauschen, z.B. gegen einen anderen Schneidrotor und/oder eine andere Siebkassette.

[0023] Der Schneidrotor ist einerseits auf die Antriebswelle gesteckt und damit motorseitig über die Antriebswelle gelagert, und andererseits vorzugsweise auf der dem Motor bzw. der Labyrinthdichtung gegenüberliegenden Seite in dem offenen Verschlussdeckel, wenn der Verschlussdeckel geschlossen ist. Hierzu kann der Verschlussdeckel ein z.B. konusförmiges Gegenlager umfassen. Dieser Aufbau ermöglicht eine einfache Austauschbarkeit der Komponenten, z.B. zum Reinigen und Austauschen.

[0024] Der Schneidrotor ist dabei vorzugsweise koaxial oder konzentrisch per Hand auf die Antriebswelle aufsteckbar und abnehmbar, wenn der Verschlussdeckel bzw. die Mahlkammer geöffnet ist. Beim Öffnen des Verschlussdeckels wird das Gegenlager geöffnet und der Schneidrotor kann anschließend händisch von der Antriebswelle abgezogen werden. Der Schneidrotor ist hierzu z.B. lediglich auf die Antriebsachse aufgesteckt.

[0025] Das Drehmoment wird vorzugsweise durch eine formschlüssige Kupplung von der Antriebswelle auf den Schneidrotor übertragen, wenn die Mahlkammer geschlossen ist. Hierzu sind z.B. Mitnehmerelemente umfasst, welche formschlüssig in den Schneidrotor eingreifen, wenn der Schneidrotor auf die Antriebswelle aufgesetzt ist, um das Drehmoment mittels der Mitnehmerelemente auf den Schneidrotor zu übertragen.

[0026] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Antriebswelle mehrteilig ausgebildet und umfasst zumindest eine Primärwelle, das kann z.B. direkt die Motorwelle sein, und ein auf der Primärwelle koaxial aufgesetztes Zwischenstück, das sogenannte Rotoraufnahmeelement. Das Rotoraufnahmeelement ist dann koaxial auf die Primärwelle aufgesteckt und es sind Kupplungsmittel zwischen der Primärwelle und dem Rotoraufnahmeelement umfasst, welche die Drehmomentübertragung von der Primärwelle auf das Rotoraufnahmeelement bewirken, z.B. eine Passfeder. Der Schneidrotor ist auf das Rotoraufnahmeelement aufgesteckt und kann einfach und ohne Werkzeug bei geöffneter Mahlkammer händisch von dem Rotoraufnahmeelement abgezogen werden. Das Rotoraufnahmeelement kann ebenfalls von der Primärwelle abgezogen werden, wobei hierbei ggf. ein Abziehwerkzeug erforderlich ist z.B. eine Zentralschraube zum Abdrücken des Rotoraufnahmeelements von der Primärwelle, wobei ggf. Teile der Labyrinthdichtung automatisch mit von der Mahlkammerrückwand abgezogen werden.

[0027] Ferner vorzugsweise ist ein Mitnehmerflansch umfasst, welcher sich um die Antriebswelle herum erstreckt und einen wesentlich größeren Durchmesser aufweist, als die Motorwelle. Die Mitnehmerelemente, z.B. Mitnehmerstifte greifen einerseits in dem Mitnehmerflansch und andererseits in dem Schneidrotor ein, um die Drehmomentübertragung von der Antriebswelle auf

den Schneidrotor an einem möglichst großen Radius zu bewirken.

[0028] Das Spaltmaß der Labyrinthdichtung beträgt vorzugsweise zwischen 0,05 mm und 2 mm, weiter vorzugsweise zwischen 0,1 mm und 0,5 mm, radial bevorzugt im Bereich von 0,2 mm, axial aufgrund von Lager-
spiel ggf. etwas mehr.

[0029] Die Mitnehmerelemente sind vorzugsweise als sich axial erstreckende Mitnehmerstifte ausgebildet, wobei deren radial äußere Begrenzung mindestens 10 mm, vorzugsweise mindestens 15 mm, vorzugsweise mindestens 20 mm oder vorzugsweise mindestens 25 mm, z.B. 31,5 mm radial von der Rotationsachse entfernt ist, wodurch ein hohes Drehmoment übertragen werden kann.

[0030] Vorzugsweise ist der Mitnehmerflansch als ein Teil des Rotoraufnahmeelements ausgebildet und das Rotoraufnahmeelement mit dem Mitnehmerflansch als Einheit auf die Primärwelle aufsteckbar. Dies hat sich zur Übertragung der erforderlichen Drehmomente bei der Schneidmühle bewährt.

[0031] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Mitnehmerflansch zumindest teilweise innerhalb der Wellendurchtrittsöffnung angeordnet. Dies hat sich als vorteilhaft in Bezug auf die Baugröße erwiesen. Hierfür ist zwar eine relativ große Wellendurchtrittsöffnung erforderlich, was allerdings mit einer Labyrinthdichtung gut handhabbar ist.

[0032] Vorzugsweise umfasst die Labyrinthdichtung einen inneren mit der Antriebswelle mitrotierenden Labyrinthring und einen mahlkammerseitigen Labyrinthringdeckel, wobei eine mahlkammerseitige axiale Stirnfläche des inneren Labyrinthrings mit einer axialen Stirnfläche des mahlkammerseitigen Labyrinthringdeckels verkämmt ist.

[0033] Ferner vorzugsweise umfasst die Labyrinthdichtung den inneren mit der Antriebswelle mitrotierenden Labyrinthring und einen motorseitigen Labyrinthringdeckel, wobei eine motorseitige axiale Stirnfläche des inneren Labyrinthrings mit einer axialen Stirnfläche des motorseitigen Labyrinthringdeckels verkämmt ist.

[0034] Eine solche axial stirnseitige Verkämmung ist vorteilhaft in Bezug auf die Demotierbarkeit der Labyrinthdichtung.

[0035] Vorzugsweise weist die Mahlkammerrückwand eine mahlkammerseitige ringförmige Ausnehmung auf, in welcher der mahlkammerseitige Labyrinthringdeckel festgelegt ist. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die mahlkammerseitige Abschlussfläche des mahlkammerseitigen Labyrinthringdeckels bündig mit Mahlkammerrückwand abschließt.

[0036] Vorzugsweise ist der mahlkammerseitige Labyrinthringdeckel in der mahlkammerseitigen ringförmigen Ausnehmung festgeklampt, so dass beim Abziehen des Schneidrotors von der Antriebswelle bzw. dem Rotoraufnahmeelement, die Labyrinthdichtung zusammengebaut bleibt. Allerdings ist der innere Labyrinthring in Richtung von dem Motor zur Mahlkammer grundsätzlich ab-

ziehbar, wenn die Klemmung des mahlkammerseitigen Labyrinthringdeckels in der mahlkammerseitigen ringförmigen Ausnehmung überwunden wird und der mahlkammerseitigen Labyrinthringdeckel mit dem inneren Labyrinthring von der Antriebswelle abgezogen wird. Vorzugsweise wird hierzu das Rotoraufnahmeelement unter Überwindung einer gewissen Klemmkraft von der Primärwelle abgezogen, wobei dadurch auch der innere Labyrinthring und der mahlkammerseitige Labyrinthringdeckel von der Antriebswelle abgezogen werden, z.B. motorseitig gestützt durch den Mitnehmerflansch.

[0037] Der mahlkammerseitige Labyrinthringdeckel kann mittels eines, vorzugsweise formschlüssig eingesetzten, O-Rings in der Mahlkammerrückwand bzw. in der mahlkammerseitigen ringförmigen Ausnehmung der Mahlkammerrückwand festgeklemmt sein und unter Überwindung der hierdurch bewirkten Klemmkraft abgezogen werden.

[0038] Vorzugsweise ist der innere Labyrinthring radial außen auf dem Rotoraufnahmeelement, insbesondere radial außen auf dem Mitnehmerflansch angeordnet.

[0039] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel ist eine Luftstromerzeugungseinrichtung umfasst, welche einen Luftstrom durch den Spalt der Labyrinthdichtung erzeugt, vorzugsweise vom Motor in Richtung zur Mahlkammer. Dadurch kann die Wirkung der Labyrinthdichtung verbessert werden, dahingehend, dass die Diffusion von Schmutz von der Mahlkammer in Richtung des Motorbereichs durch die Wellendurchtrittsöffnung vermindert werden kann.

[0040] Hierzu kann der innere Labyrinthring Lüfterschaukeln aufweisen, welche beim Rotieren des inneren Labyrinthrings eine Luftströmung durch den Spalt der Labyrinthdichtung erzeugen. Dabei erweist sich der für die Dichtung als solche zunächst nachteilig erscheinende große Radius der Dichtung als vorteilhaft, da sich die hiermit verbundene große Umfangsgeschwindigkeit für die Erzeugung eines Luftstroms positiv auswirken kann.

[0041] Z.B. sind die Lüfterschaukeln zweckmäßig auf der radial äußeren Umfangswandung des inneren Labyrinthrings angeordnet.

[0042] Vorzugsweise ist zwischen der Mahlkammerrückwand und dem Antriebsmotor ein Luftzuführender Lüftungskanal vorgesehen, z.B. in der Motorseite der Mahlkammerrückwand, durch welchen der Luftstrom in Richtung der Mahlkammer durch die Labyrinthdichtung geführt wird.

[0043] Alternativ oder ergänzend kann auch ein umfangsseitiges "offenes Labyrinth" oder sogenanntes Durchblicklabyrinth vorgesehen sein. Die Labyrinthdichtung umfasst wiederum einen mit der Antriebswelle mitrotierenden inneren Labyrinthring und die die Wellendurchtrittsöffnung weist eine innere radiale Ringwandung auf, innerhalb welcher der innere Labyrinthring angeordnet ist, so dass die innere radiale Ringwandung den inneren Labyrinthring ringförmig umschließt. Das offene Labyrinth oder Durchblicklabyrinth ist dadurch gekennzeichnet, dass entweder die innere radiale Ring-

wandung oder die äußere radiale Ringwandung des inneren Labyrinthrings im axialen Querschnitt eine Mäanderform definieren, aber die innere radiale Ringwandung und die äußere radiale Ringwandung des inneren Labyrinthrings nicht miteinander verkämmt sind, derart dass der innere Labyrinthring trotzdem axial aus der Wellendurchtrittsöffnung herausziehbar ist.

[0044] Vorzugsweise ist die Mäanderform des offenen Labyrinths oder Durchblicklabyrinths im axialen Querschnitt sich radial verjüngend, z.B. im axialen Querschnitt dreieckig, ggf. dreieckig spitz zulaufend ausgebildet.

[0045] Versuche haben gezeigt, dass ein solches offenes Labyrinth oder Durchblicklabyrinth bzw. solche Geometrien Wirbel erzeugen können, die Luftpolster verursachen können und somit den Durchgang von Schmutz durch die Labyrinthdichtung erschweren können.

[0046] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und unter Bezugnahme auf die Figuren näher erläutert, wobei gleiche und ähnliche Elemente teilweise mit gleichen Bezugszeichen versehen sind und die Merkmale der verschiedenen Ausführungsbeispiele miteinander kombiniert werden können.

Kurzbeschreibung der Figuren

[0047] Es zeigen:

- Fig. 1 eine dreidimensionale Ansicht einer Schneidmühle auf einem Stativ gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 2 eine dreidimensionale Ansicht der Schneidmühle aus Fig. 1 mit geöffneter Mahlkammer,
- Fig. 3 eine dreidimensionale Ansicht der Schneidmühle aus Fig. 1 mit geöffneter Mahlkammer und entferntem Schneidrotor, entfernter Siebkassette sowie abgenommenem Mahlkammer-Verschlussdeckel,
- Fig. 4 eine dreidimensionale Ansicht des Schneidrotors und der Siebkassette für die Schneidmühle aus Fig. 1,
- Fig. 5 eine ausschnittsweise dreidimensionale Darstellung, teilweise geschnitten, des Wellendurchtritts durch die Mahlkammerrückwand der Schneidmühle aus Fig. 1,
- Fig. 6 eine Ausschnittsvergrößerung aus Fig. 5 im Bereich der Labyrinthdichtung,
- Fig. 7 eine Querschnittsdarstellung der geschlossenen Mahlkammer mit Schneidrotor der Schneidmühle aus Fig. 1,
- Fig. 8 eine Querschnittsdarstellung eines vergrößerten Ausschnitts aus Fig. 7 im Bereich der Labyrinthdichtung,
- Fig. 9 eine Ansicht des Antriebsmotors für die Schneidmühle aus Fig. 1,
- Fig. 10 eine Ansicht von unten auf das Rotoraufnahmeelement der Schneidmühle aus Fig. 1,
- Fig. 11 eine Querschnittsdarstellung des Rotorauf-

- nahmeelements aus Fig. 10 entlang der Linie 11-11,
- Fig. 12 eine Querschnittsdarstellung der Labyrinthdichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 13 eine vergrößerte Darstellung des Ausschnitts A13 in Fig. 12.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0048] Bezug nehmend auf die Fig. 1-3 weist die Schneidmühle 10 ein Gerätegehäuse 12 auf, von welchen die Teile der Schneidmühle beherbergt werden. Das Gerätegehäuse 12 der Schneidmühle im Labormaßstab kann z.B. auf ein Stativ 8 gestellt werden (Fig. 1). In dem rechten Teil 12a des Gerätegehäuses 12 befindet sich ein handelsüblicher elektrischer Antriebsmotor 14 (vgl. Fig. 7, 9). Im vorliegenden Beispiel handelt es sich bei dem in Fig. 9 dargestellten Antriebsmotor 14 um einen Getriebemotor für eine Schneidmühle 10 mit einem Drehzahlbereich von 50 bis 700 U/min. Eine weitere Ausführungsform der Schneidmühle 10 arbeitet mit einem Antriebsmotor 14 ohne Getriebe für einen Drehzahlbereich von 300 bis 3000 U/min (nicht dargestellt). Im linken Teil 12b des Gerätegehäuses befindet sich die Mahlkammer 16, in welcher über einen Einfülltrichter 18 durch eine Einfüllöffnung 19 die zu zerkleinernden Proben bzw. das Mahlgut während des Betriebs eingefüllt werden können. Die Mahlkammer 16 kann von der Seite durch Öffnen des Mahlkammer-Verschlussdeckels 20 geöffnet werden. Ferner lässt sich die Mahlkammer 16 durch Aufklappen einer Mahlkammerseitenwand, manchmal auch als Gehäuseoberteil oder Mahlkammeroberteil bezeichnet, in diesem Beispiel der Mahlkammerseitenwand 21, an welcher der Einfülltrichter 18 befestigt ist noch weiter öffnen. Es darauf hingewiesen, dass sich Begriffe wie "vorne", "hinten" oder "seitlich" auf den Betrachtungspunkt beziehen und daher nicht absolut zu verstehen sind.

[0049] Bezug nehmend auf Fig. 7 ist der Antriebsmotor 14 mit einem Motorflansch 22 an die Motorseite 24a der Mahlkammerrückwand 24 angeflanscht. Die Motorwelle 26 als Primärwelle verläuft horizontal und erstreckt sich durch eine Durchtrittsöffnung 28 in der Mahlkammerrückwand 24 hindurch und reicht bis hinein in die Mahlkammer 16. Auf die Motorwelle 26 ist ein Wellenzwischenstück aufgesetzt, welches das Rotoraufnahmeelement 30 bildet. Die Drehmomentübertragung zwischen der Motorwelle 26 und dem Rotoraufnahmeelement 30 wird durch eine Passfeder 32 bewerkstelligt. In diesem Beispiel wird demnach das Drehmoment von der Motorwelle 26 mittels der Passfeder 32 direkt auf das Rotoraufnahmeelement 30 übertragen.

[0050] Das Rotoraufnahmeelement 30 weist motorseitig einen Mitnehmerflansch 34 auf, dessen Durchmesser erheblich größer ist als der Durchmesser der Motorwelle 26. In dem Mitnehmerflansch 34 sind exzentrisch angeordnete Mitnehmerstifte 36 befestigt, mittels welchen die

Drehmomentübertragung auf den Schneidrotor 38 bewerkstelligt wird. Durch den relativ großen Abstand der Mitnehmerstifte 36 von der Rotationsachse A kann ein großes Drehmoment auf den Schneidrotor 38 übertragen werden. Der Schneidrotor 38 weist entsprechende Aufnahmebohrungen 40 zum formschlüssigen Eingreifen der Mitnehmerstifte 36 in dem Schneidrotor 38 auf. Das Rotoraufnahmeelement 30 und die Motorwelle 26 (welche auch als Primärwelle bezeichnet werden kann) bilden in diesem Beispiel gemeinsam die Antriebswelle 42 für den Schneidrotor 38.

[0051] Der Mitnehmerflansch 34 des Rotoraufnahmeelements 30 bzw. der Antriebswelle 42 verläuft zumindest teilweise innerhalb der Mahlkammerrückwand 24 bzw. innerhalb der Durchtrittsöffnung 28. Daher ist in diesem Beispiel der Durchmesser d der Durchtrittsöffnung 28 ebenfalls relativ groß, was wiederum einen relativ großen Durchmesser der Dichtung der Durchtrittsöffnung 28 erfordert.

[0052] Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Mahlkammerrückwand 24 zweiteilig ausgebildet und besteht aus einem Rumpfteil 44 aus Aluminium und einer mahlkammerseitig auf- oder eingesetzten Platte 46 aus Edelstahl. Dadurch kann einerseits Gewicht eingespart werden und andererseits Aluminiumabrieb in der Mahlkammer 16 weitgehend vermieden werden.

[0053] Der Schneidrotor 38 weist einen Schneidrotorkern 48 auf, welcher auf die Antriebswelle 42 aufgesteckt ist und umfangsseitig an dem Schneidrotorkern 48 axial verlaufende Rotorschneiden 50 aufweist. Im vorliegenden Beispiel sind die Rotorschneiden 50 einstückig angeformt. Die Rotorschneiden 50 können allerdings auch als separate Schneidleisten, ggf. aus anderem Material als der Schneidrotorkern 48 hergestellt und mit dem Schneidrotorkern 48 verbunden sein. Der Schneidrotorkern 48 kann auch zwei- oder mehrteilig ausgebildet sein (nicht dargestellt). Der Schneidrotor 38 kann auch als Scheibenrotor, ggf. mit Wendeschneidplatten ausgebildet sein (nicht dargestellt). Der Schneidrotor 38 rotiert horizontal, also um eine horizontale Achse A. Motorseitig ist der Schneidrotor 38 auf der Antriebswelle 42 gelagert und ist auf der gegenüberliegenden Seite durch ein Konuslager 54 gelagert, welches wiederum über Kugellager 56 in dem Mahlkammer-Verschlussdeckel 20 drehbar gelagert ist. Der Schneidrotor 38 kann eine Konuslageraufnahme 55 umfassen, welche mit einer zentralen Schraube 57 an dem Schneidrotor 38 befestigt sein kann.

[0054] Wieder Bezug nehmend auf die Fig. 2-4 zerkleinert die Schneidmühle das Mahlgut bzw. die Probe durch Schneidwirkung zwischen den im Wesentlichen axial verlaufenden Schneiden 50 des Schneidrotors 38 und den ebenfalls im Wesentlichen axial verlaufenden stationären Gegenschneiden 52. Die Schneidmühle 10 arbeitet also nach dem Scherenprinzip, bei welchem die Probe zwischen einem Schneidenpaar 50, 52 zerschnitten wird. Hierbei bedeutet "im Wesentlichen axial verlaufende" Schneide oder "axial verlaufende" Schneide nicht zwingend, dass die Schneiden 50, 52 exakt parallel zur

Rotationsachse A verlaufen müssen, die Schneiden 50, 52 können auch axial schräg (mit Drall) verlaufen, wie bei dem in den Fig. 2, 4 dargestellten Beispiel eines Schneidrotors 38. Das in den Fig. 2, 4 dargestellte Beispiel zeigt nämlich einen Schneidrotor 38 mit sogenannten V-förmigen Schneiden 50. Im Sinne einer Schneidmühle verlaufen auch diese Schneiden 50 zwar schräg (mit Drall) aber dennoch noch axial bzw. im Wesentlichen axial, d.h. jedenfalls nicht quer oder senkrecht zur Rotationsachse A. Die V-förmigen Schneiden 50 des Schneidrotors 38 verlaufen im Prinzip entlang einer spitzwinkligen Schraubenlinie, die aber im Großen und Ganzen noch immer als axialer oder im Wesentlichen axialer Verlauf definiert werden kann. Unterhalb des Schneidrotors 38 befindet sich eine Siebkassette 92, durch welche das entsprechend hinreichend fein zerkleinerte Mahlgut in den Auffangbehälter 94 herausrieseln kann.

[0055] Der Mahlkammer-Verschlussdeckel 20 ist offenbar, was dazu führt, dass die Mahlkammer 16 bei geöffnetem Mahlkammer-Verschlussdeckel 20 frontseitig zur Entnahme des Schneidrotors 38 zugänglich ist. Ein Wegklappen der Mahlkammerseitenwand oder Mahlkammeroberteils 21 verbessert zusätzlich die Zugänglichkeit der geöffneten Mahlkammer 16. Bei geöffneter Mahlkammer 16 kann der Schneidrotor 38 händisch horizontal von der Antriebswelle 42 abgezogen werden. Hierzu ist der Schneidrotor 38 auf die Antriebswelle 42 lediglich axial aufgesteckt und außer durch die axiale Fixierung mittels des Konuslagers 54 bei geschlossenem Mahlkammer-Verschlussdeckel 20 nicht axial befestigt. Der Schneidrotor 38 ist lediglich über die Mitnehmerstifte 36 formschlüssig rotatorisch an die Antriebswelle 42 gekuppelt, kann aber nach Öffnen des Mahlkammer-Verschlussdeckels 20 ohne Werkzeug von der Antriebswelle 42 abgezogen werden.

[0056] Da mit dem Rotoraufnahmeelement 30 zwar ein einfaches händisches Fügen des Schneidrotors 38 auf seine Aufnahme begünstigt ist, liegt bei dieser beispielhaften Konstruktion die Drehmomentübertragung mittels der Mitnehmerstifte 36 relativ weit außen, was bedeutet, dass auf einem recht großen Durchmesser gedichtet wird (vgl. Fig. 3, 5, 7, 8, 10-11). Der Durchmesser d des Kreisrings auf welchem die Mitnehmerstifte 36 angeordnet sind beträgt in diesem Beispiel $d = 55$ mm, mithin beträgt bei einem Mitnehmerstiftdurchmesser von 8 mm der äußere drehmomentübertragende Außendurchmesser $D = 63$ mm. Mit anderen Worten ist die radial äußere Begrenzung der Mitnehmerstifte 36 31,5 mm radial von der Rotationsachse (A) entfernt.

[0057] Bei konstanter Drehzahl bedeutet ein großer Durchmesser zwar zur Dichtung in nachteiliger Weise eine relativ hohe Umfangsgeschwindigkeit der Dichtung verglichen mit einer Dichtung, die hypothetisch näher an der Rotationsachse A sitzen würde. Bei bisherigen Schneidmühlen konnte ferner die Rotoraufnahme nur unter sehr großem Aufwand ausgebaut werden, und typischerweise nicht zur regelmäßigen Reinigung. Die Dichtung wurde früher z.B. mit Filzringen bewerkstelligt,

die umständlich auszutauschen waren. Bei diesen Filzringen konnte es vorkommen, dass diese, z.B. durch Wachse, Öle oder Harze, die aus dem Mahlgut abgesondert werden können, ggf. zu einer Verklebung führen konnten.

[0058] Bezug nehmend auf Fig. 5-8 weist die erfindungsgemäße Schneidmühle 10 nun eine Labyrinthdichtung 60 auf, welche vom Benutzer einfach, z.B. zur Reinigung, entnehmbar ist. In dem dargestellten Beispiel weist die Labyrinthdichtung 60 einen inneren Labyrinthring 62 auf, welcher in diesem Beispiel als separates Teil auf die Antriebswelle 42, genauer auf den Mitnehmerflansch 34, aufgesetzt ist. Der innere Labyrinthring 62 erstreckt sich umfangsmäßig vollständig um die Antriebswelle 42 bzw. den Mitnehmerflansch 34 herum und weist an seiner motorseitigen Rückseite 62a einen Vorsprung als einfachste Art einer Mäanderform 64a auf. Ferner weist der innere Labyrinthring 62 an seiner mahlkammerseitigen Vorderseite 62b ebenfalls eine Mäanderform 64b auf. Der innere Labyrinthring 62 liegt dabei radial außerhalb der drehmomentübertragenden Mitnehmerstifte 36.

[0059] Es ist allerdings auch möglich, das Rotoraufnahmeelement 30, bzw. den Mitnehmerflansch 34 direkt mit entsprechenden mahlkammerseitigen und/oder motorseitigen Labyrinthformgebungen bzw. Mäandrierungen auszubilden, d.h. das Rotoraufnahmeelement 30 und den inneren Labyrinthring 62 einstückig herzustellen.

[0060] Auf der motorseitigen Rückseite 24a der Mahlkammerrückwand 24 befindet sich ein motorseitiger Labyrinthringdeckel 66, welcher mit der motorseitigen Rückseite 62a bzw. Mäanderform 64a des inneren Labyrinthrings 62 verkämmt ist, um ein entsprechendes Labyrinth zu bilden. Im vorliegenden Beispiel ist der motorseitige Labyrinthringdeckel 66 einstückig mit der Mahlkammerrückwand 24 ausgebildet (vgl. Fig. 7, 8). Der motorseitige Labyrinthringdeckel 66 kann aber auch als ein von der Mahlkammerrückwand 24 separates Teil ausgebildet sein.

[0061] Auf der mahlkammerseitigen Vorderseite 24b der Mahlkammerrückwand 24, genauer auf der Edelstahl-Vorsatzplatte 46, ist ein mahlkammerseitiger Labyrinthringdeckel 67 in einer dazu korrespondierenden Ausnehmung 68 in der Mahlkammerrückwand 24 bzw. der Edelstahl-Vorsatzplatte 46 eingelassen. In dem dargestellten Beispiel verlaufen der mahlkammerseitige Labyrinthringdeckel 67 und die Mahlkammerrückwand 24 bzw. die Edelstahlplatte 46 bündig, um im Bereich der Schneidrotors 38 gemeinsam eine im Wesentlichen ebene Mahlkammerrückwand-Innenseite 24b zu bilden.

[0062] Das Rotoraufnahmeelement 30 ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel mittels einer zentralen Schraube 31 auf der Motorwelle 26 befestigt, was jedoch je nach Ausführungsform nicht zwingend erforderlich ist. Das Rotoraufnahmeelement 30 sitzt zwar mit einer typischen Übergangspassung, also klemmend stramm, auf der Motorwelle bzw. Primärwelle 26, kann aber dennoch

unter Überwindung der Klemmkraft von der Primärwelle 26 axial in Richtung des geöffneten Mahlkammer-Verschlussdeckels 20 von der Primärwelle 26 abgezogen werden, wenn die ggf. vorhandene Schraube 31 gelöst wurde. In den in Fig. 7, 8 dargestellten Schnitten weist das Rotoraufnahmeelement 30 eine zentrale Bohrung 33 für die zentrale Befestigungsschraube 31 auf. Um zum Abziehen des Rotoraufnahmeelements 30 die Klemmkraft der Übergangspassung zu überwinden, kann die Bohrung 33 als eine Gewindebohrung mit einem größeren Gewindedurchmesser ausgebildet sein. Dann kann z.B. eine entsprechende Gewindeschraube in der Gewindebohrung 33 zum Abziehen verwendet werden (nicht dargestellt).

[0063] Mit dem Rotoraufnahmeelement 30 wird auch der innere Labyrinthring 62 und mit diesem auf der mahlkammerseitige Labyrinthringdeckel 67 mit abgezogen, so dass hernach die Durchtrittsöffnung 28 in der Mahlkammerrückwand 24 ringförmig um die Primärwelle 26 relativ gut zugänglich ist, z.B. um diese zu säubern. Mit anderen Worten nimmt das Rotoraufnahmeelement 30 beim Abziehen von der Primärwelle 26 den mahlkammerseitigen Labyrinthringdeckel 67 automatisch mit. Danach können das Rotoraufnahmeelement 30, der innere Labyrinthring 62 und/oder der mahlkammerseitige Labyrinthringdeckel 67, z.B. in einem Ultraschallbad, gereinigt werden. Auch die mahlkammerseitige Labyrinthringnut 66a in dem motorseitigen Labyrinthringdeckel 66 ist nach dem Abziehen des Rotoraufnahmeelements 30 mit dem inneren Labyrinthring 62 und dem mahlkammerseitigen Labyrinthringdeckel 67 von der geöffneten Mahlkammer 16 aus gut zugänglich und kann ebenfalls gereinigt werden.

[0064] Die so gestaltete Labyrinthdichtung 60 ist also in vorteilhafter Weise wartungsfreundlich, da sie einerseits gut zu reinigen ist und andererseits sehr langlebig ist, da sich die gegeneinander rotierenden Teile der Labyrinthdichtung - der mit dem Schneidrotor mitrotierende innere Labyrinthring 62 und die stationären motorseitigen und mahlkammerseitigen Labyrinthringdeckel 66, 67 sich nicht berühren, sondern auf dem Prinzip der Spaltdichtung arbeiten, d.h. ein Luftspalt zwischen den verkämmten Strukturen vorhanden ist. Daher ist auch die Wärmeentwicklung an der Labyrinthdichtung trotz des relativ großen Dichtungsdurchmessers an dieser Stelle gering, da die Labyrinthdichtung eine nicht berührende Spaltdichtung darstellt und, solange die Spalte sauber bleiben, hier keine erhöhte Reibung erzeugt wird. Trotzdem kann die Dichtung, die auf dem Rotoraufnahmeelement 30 bzw. den Mitnehmerflansch 34 wie bei bisherigen Dichtungen weit außen laufen, wodurch die Kompatibilität zu bisherigen Schneidmühlen erhalten bleiben kann. Überdies können die unmittelbar der Mahlkammer 16 zuweisenden Teile der Mahlkammerrückwand 24, also zumindest die Platte 46 und der hierin eingelassene Labyrinthringdeckel 67 aus Edelstahl gefertigt werden, so dass eine FDA-Kompatibilität möglich ist.

[0065] Die Dichtwirkung der Labyrinthdichtung 60

kann nun durch weitere Maßnahmen weiter verbessert werden.

[0066] Bezug nehmend auf die Fig. 5, 6 liegt eine erste mögliche Maßnahme zur weiteren Verbesserung der Dichtwirkung der Labyrinthdichtung 60 in der Erzeugung einer Luftströmung von der Motorseite in Richtung der Mahlkammer 16. Z.B. können auf der umfangsseitigen Außenseite 62c des inneren Labyrinthrings 62 Lüfterschaukeln 72 vorgesehen sein. Diese Lüfterschaukeln 72 können z.B. relativ einfach ausgefräst werden. Die Luftströmung bzw. ein Staudruck wird also durch das Rotoraufnahmeelement 30 bzw. den darauf aufgesetzten inneren Labyrinthring 62 erzeugt. Diesbezüglich kann der wegen der großen Umfangsgeschwindigkeiten in Bezug auf die Dichtung eher problematische große Durchmesser in Bezug auf die Luftstromerzeugung bei der Labyrinthdichtung 60 synergistisch positiv eingesetzt werden.

[0067] Bei Rotation des inneren Labyrinthrings 62 erzeugen die Lüfterschaukeln 72 also eine Luftströmung und bilden daher eine Luftstromerzeugungseinrichtung 73. Denkbar wäre aber z.B. auch eine externe Pumpe als Luftstromerzeugungseinrichtung 73.

[0068] Bezug nehmend auf Fig. 7 wird die Luftzufuhr durch einen Luftkanal 74 in der Motorseite 24a der Mahlkammerrückwand 24 gewährleistet. Der Luftstrom wird durch den Pfeil 76 visualisiert. Dadurch kann nach wie vor der relativ große Motorflansch 22 eines handelsüblichen Antriebsmotors 14 an die Mahlkammerrückwand 24 angeflanscht werden.

[0069] Der Luftstrom 76 tritt durch den Lüftungskanal 74 und durch die Labyrinthdichtung 60 von dem den Antriebsmotor 14 umgebenden Raum außerhalb der Mahlkammer 16 in die Mahlkammer 16 ein. Durch diese mittels der Luftstromerzeugungseinrichtung 73 forcierten Luftströmung 76 kann die "Dichtwirkung" der Labyrinth- oder Spaltdichtung 60 weiter verbessert werden.

[0070] Bezug nehmend auf Fig. 12, 13 wird nachfolgend noch eine weitere Möglichkeit zur Verbesserung der Labyrinthdichtung 60 vorgeschlagen, wobei der grundlegende Aufbau derselbe ist wie in den Fig. 1-11, so dass auf die diesbezügliche Beschreibung hiermit Bezug genommen werden kann, um Wiederholungen zu vermeiden.

[0071] Der Unterschied zu der Ausführungsform in den Fig. 1-11 mit der Luftstromerzeugungseinrichtung 73 liegt darin begründet, dass die Ausführungsform der Fig. 12, 13 zusätzliche Labyrinthelemente 82 (anstatt Lüfterschaukeln 72 zur Erzeugung eines forcierten Luftstroms 76) enthält. Der hierbei verwendete innere Labyrinthring 62 weist an seinem radial äußeren Umfang 62c mäanderförmige Ausformungen 82 auf. Die mäanderförmigen Ausformungen 82 sind im vorliegenden Beispiel durch zwei im axialen Querschnitt dreieckige Ringe 84, 86 ausgebildet. Wie in der Schnittansicht der Fig. 12 erkennbar ist, ist die zylindrische Außenfläche 62c des inneren Labyrinthrings 62 mit scharfkantigen Spitzen versehen. Durch die Rotation des inneren Labyrinthrings 62 kann diese Geometrie Wirbel bilden, die Luftpolster verursa-

chen können und damit den Durchgang von Partikeln aus der Mahlkammer 16 in Richtung des den Motor 14 umgebenden Bereichs erschweren bzw. verhindern kann. Ein Vorteil dieses inneren Labyrinthrings 62 ist, dass er als reines Drehteil hergestellt werden kann und nicht gefräst werden braucht. Im vorliegenden Beispiel weist der innere Labyrinthring 62 an seiner radialen äußeren Umfangseite 62c mäanderförmige Vorsprünge beispielhaft in Form von zwei radial nach außen spitz zulaufenden axial versetzten Ringe 84, 86, auf. Die in Bezug auf den inneren Labyrinthring 62 umliegende innere Ringwand 28d der Durchtrittsöffnung 28 weist keine in die Zwischenräume zwischen den Vorsprüngen 84, 86 eingreifenden Gegenlabyrinthringe auf, so dass von einem offenen Labyrinth an der Umfangsseite oder Durchblicklabyrinth gesprochen werden kann. Mit anderen Worten sind die sich radial nach außen erstreckenden ringförmigen Vorsprünge 84, 86 nicht mit entsprechenden Gegenlabyrinthelementen verkämmt. In vorteilhafter Weise bleibt der innere Labyrinthring 62 axial aus der Durchtrittsöffnung 28 herausziehbar.

[0072] Bezug nehmend auf die Fig. 7, 8, 12 ist der mahlkammerseitige Labyrinthringdeckel 67 formschlüssig mit einem O-Ring 88 klemmend in die Ausnehmung 68 in der Platte 46 eingesetzt. Der elastische O-Ring 88 sorgt einerseits für eine gute klemmende Halterung des Labyrinthringdeckels 67 in der Mahlkammerrückwand 24, lässt aber auch das axiale Herausziehen des Rotoraufnahmeelements 30 zusammen mit dem inneren Labyrinthring 62 und dem mahlkammerseitigen Labyrinthringdeckel 67 unter Überwindung der durch den O-Ring 88 verursachten Klemmkraft zu. Der Benutzer kann also unter entsprechender axialer Kraftaufwendung zur Überwindung der Klemmkraft der Klemmung die Teile 30, 62 und 67 aus der Durchtrittsöffnung 28 herausziehen, so dass die Durchtrittsöffnung 28 und der motorseitige Labyrinthringdeckel 66 frontseitig zumindest teilweise zur Reinigung zugänglich sind. Mit anderen Worten kann die Labyrinthdichtung 60 relativ einfach, insbesondere händisch axial auseinandergezogen werden, um zur Reinigung zugänglich zu sein.

[0073] Zusammenfassend erfüllt das hier vorgestellte Dichtungskonzept eine Mehrzahl von Vorteilen z.B. gegenüber bisher verwendeten Filzdichtungen.

[0074] Das Dichtungskonzept ist wartungsfreundlich und bedarf andererseits auch kaum einer Wartung. Trotzdem hält das Dichtungskonzept Staub gut in der Mahlkammer und lässt nur wenig Staub durch die Labyrinthdichtung hindurch in dem Bereich des Antriebsmotors 14 gelangen. Ferner weist das Dichtungskonzept eine geringe Wärmeentwicklung auf. Trotzdem kann die Labyrinthdichtung 60 auf einem vorhandenen Rotoraufnahmeelement 30 relativ weit außen laufen, was die Kompatibilität zu Schneidmühlen der früheren Bauarten erhalten kann.

[0075] Ein besonderer Vorteil ist die Vermeidung eines Materialabriebs (bei sauberem Labyrinth) und die Möglichkeit, einer FDA-Zulassung, insbesondere wenn z.B.

die Teile 62, 66, 67 der Labyrinthdichtung 60 und die Platte 46 aus Edelstahl gefertigt sind. Die Fertigung einer derartigen Labyrinthdichtung 60 hat sich trotz des relativ großen Durchmessers als technologisch machbar erwiesen und ist teilweise sogar mit überraschenden Vorteilen behaftet. Zur Zeit laufen z.B. in manchen Regionen der Welt Bestrebungen vermehrt Cannabis-Produkte für verschiedene Anwendungen zuzulassen. Dies hat zu einer erhöhten Nachfrage an Schneidmühlen in der Cannabis-Verarbeitung geführt. Insbesondere bei der Zerkleinerung der ölhaltigen Cannabis-Blüten, teilweise allerdings auch der Cannabis-Blätter, hat sich gezeigt, dass die hier vorgeschlagene Labyrinthdichtung in einer Schneidmühle ein Verölen oder Verharzen der Dichtung wirksam vermeiden kann, bzw. zumindest die Reinigungsmöglichkeiten deutlich verbessert.

[0076] Es ist dem Fachmann ersichtlich, dass die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beispielhaft zu verstehen sind und die Erfindung nicht auf diese beschränkt ist, sondern in vielfältiger Weise variiert werden kann, ohne den Schutzbereich der Ansprüche zu verlassen. Ferner ist ersichtlich, dass die Merkmale unabhängig davon, ob sie in der Beschreibung, den Ansprüchen, den Figuren oder anderweitig offenbart sind, auch einzeln wesentliche Bestandteile der Erfindung definieren, selbst wenn sie zusammen mit anderen Merkmalen gemeinsam beschrieben sind.

30 Patentansprüche

1. Schneidmühle (10) zum schneidenden Zerkleinern von Proben, umfassend:

ein Gerätegehäuse (12),
einen Antriebsmotor (14) und eine Antriebswelle (42),
eine Mahlkammer (16) mit einem darin angeordneten Schneidrotor (38) zum schneidenden Zerkleinern der Proben in der Mahlkammer (16), wobei der Schneidrotor (38) eine Rotationsachse (A) definiert und die Mahlkammer (16) motorseitig axial von einer Mahlkammerrückwand (24) begrenzt wird, wobei die Mahlkammerrückwand (24) eine Wellendurchtrittsöffnung (28) aufweist, durch welche hindurch der Schneidrotor (38) von der Antriebswelle (42) antreibbar ist, wobei die Wellendurchtrittsöffnung (28) in der Mahlkammerrückwand (24) durch eine Labyrinthdichtung (60) gedichtet ist.

2. Schneidmühle (10) nach Anspruch 1, wobei das Gerätegehäuse (12) einen axial stirnseitigen Verschlussdeckel (20) umfasst, welcher offenbar ist, um die Mahlkammer (16) zu öffnen, und in welchem der Schneidrotor (38) auf der dem Antriebsmotor (14) gegenüberliegenden Axialseite drehbar gelagert (54, 56) ist, wenn der Verschluss-

deckel (20) geschlossen ist.

3. Schneidmühle (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei der Schneidrotor (38) koaxial händisch auf die Antriebswelle (42) aufsteckbar und abnehmbar ist, wenn die Mahlkammer (16) geöffnet ist. 5
4. Schneidmühle (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei Mitnehmerelemente (36) umfasst sind, welche formschlüssig in den Schneidrotor (38) eingreifen, wenn der Schneidrotor (38) auf die Antriebswelle (42) aufgesetzt ist, um das Drehmoment mittels der Mitnehmerelemente (36) auf den Schneidrotor (38) zu übertragen. 10 15
5. Schneidmühle (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei die Antriebswelle (42) mehrteilig ausgebildet ist und zumindest eine Primärwelle (26) und ein auf der Primärwelle (26) koaxial aufgesetztes Rotoraufnahmeelement (30) umfasst, und wobei Kupplungsmittel (32) zwischen der Primärwelle (26) und dem Rotoraufnahmeelement (30) umfasst sind, welche die Drehmomentübertragung von der Primärwelle (26) auf das Rotoraufnahmeelement (30) bewirken. 20 25
6. Schneidmühle (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei die Antriebswelle (42) einen Mitnehmerflansch (34) umfasst, welcher sich um die Antriebswelle (42) herum erstreckt und wobei die Mitnehmerelemente (36) einerseits in dem Mitnehmerflansch (34) und andererseits in dem Schneidrotor (38) eingreifen. 30 35
7. Schneidmühle (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei die Mitnehmerelemente (36) als sich axial erstreckende Mitnehmerstifte ausgebildet sind, deren radial äußere Begrenzung mindestens 15 mm radial von der Rotationsachse (A) entfernt ist. 40
8. Schneidmühle (10) nach Anspruch 6 oder 7,
wobei der Mitnehmerflansch (34) als ein Teil des Rotoraufnahmeelements (30) ausgebildet ist und das Rotoraufnahmeelement (30) mit dem Mitnehmerflansch (34) als Einheit auf die Primärwelle (26) aufsteckbar ist. 45 50
9. Schneidmühle (10) nach einem der Ansprüche 6-8,
wobei der Mitnehmerflansch (34) zumindest teilweise innerhalb der Wellendurchtrittsöffnung (28) angeordnet ist. 55
10. Schneidmühle (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche,

wobei die Labyrinthdichtung (60) einen inneren Labyrinthring (62) und einen mahlkammerseitigen Labyrinthringdeckel (67) umfasst, und wobei eine mahlkammerseitige axiale Stirnfläche (62b) des inneren Labyrinthrings (62) mit einer axialen Stirnfläche des mahlkammerseitigen Labyrinthringdeckels (67) verkämmt ist und/oder

wobei die Labyrinthdichtung (60) einen inneren Labyrinthring (62) und einen motorseitigen Labyrinthringdeckel (66) umfasst, und wobei eine motorseitige axiale Stirnfläche (62a) des inneren Labyrinthrings (62) mit einer axialen Stirnfläche des motorseitigen Labyrinthringdeckels (66) verkämmt ist und

wobei vorzugsweise die Mahlkammerrückwand (24) eine mahlkammerseitige ringförmige Ausnehmung (68) aufweist, in welcher der mahlkammerseitige Labyrinthringdeckel (67) festgelegt ist und

wobei vorzugsweise der innere Labyrinthring (62) in Richtung vom Motor (14) zur Mahlkammer (16) abziehbar ist und der mahlkammerseitige Labyrinthringdeckel (67) in der Mahlkammerrückwand (24) festgeklemmt ist und beim Abziehen des inneren Labyrinthrings (62) der mahlkammerseitige Labyrinthringdeckel (67) aus der Klemmung in der Mahlkammerrückwand (24) gelöst wird und mit dem inneren Labyrinthring (62) von der Antriebswelle (42) abziehbar ist und

wobei vorzugsweise der mahlkammerseitige Labyrinthringdeckel (68) mittels eines formschlüssig eingesetzten O-Rings (88) in der mahlkammerseitigen ringförmigen Ausnehmung (68) festgeklemmt ist.

11. Schneidmühle (10) nach Anspruch 10,
wobei der innere Labyrinthring (62) radial außen auf dem Rotoraufnahmeelement (30), insbesondere radial außen auf dem Mitnehmerflansch (34) angeordnet ist.

12. Schneidmühle (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei eine Luftstromerzeugungseinrichtung (73) umfasst ist, welche einen Luftstrom (76) durch den Spalt der Labyrinthdichtung (60) erzeugt.

13. Schneidmühle (10) nach einem der Ansprüche 10-12,

wobei der innere Labyrinthring (62) Lüfterschaukeln (72) aufweist, welche beim Rotieren des inneren Labyrinthrings (62) eine Luftströmung durch den Spalt der Labyrinthdichtung (60) erzeugen und
wobei vorzugsweise die Lüfterschaukeln (72)

auf einer radial äußeren Umfangswandung (62c) des inneren Labyrinthrings (62) angeordnet sind.

14. Schneidmühle (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, 5
wobei zwischen der Mahlkammerrückwand (24) und dem Antriebsmotor (14) ein Lüftungskanal (74) vorgesehen ist durch welchen ein Luftstrom (76) durch die Labyrinthdichtung (60) geführt wird. 10

15. Schneidmühle (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche,

wobei die Labyrinthdichtung (60) einen inneren Labyrinthring (62) umfasst, wobei die Wellendurchtrittsöffnung (28) eine innere radiale Ringwandung (28d) aufweist innerhalb welcher der innere Labyrinthring (62) angeordnet ist, so dass die innere radiale Ringwandung (28d) den inneren Labyrinthring (62) ringförmig umschließt, wobei entweder die innere radiale Ringwandung (28d) oder die äußere radiale Ringwandung (62c) des inneren Labyrinthrings (62) im axialen Querschnitt eine Mäanderform (82, 84, 86) definieren, aber die innere radiale Ringwandung (28d) und die äußere radiale Ringwandung (62c) des inneren Labyrinthrings (62) nicht miteinander verkämmt sind, derart dass der innere Labyrinthring (62) trotzdem axial aus der Wellendurchtrittsöffnung (28) herausziehbar ist und 15
wobei vorzugsweise die Mäanderform (82, 84, 86) im axialen Querschnitt sich radial verjüngend ausgebildet ist und 20
wobei vorzugsweise die Mäanderform im axialen Querschnitt dreieckig, ggf. dreieckig spitz zulaufend ausgebildet ist (84, 86). 25
30
35

40

45

50

55

Fig. 1

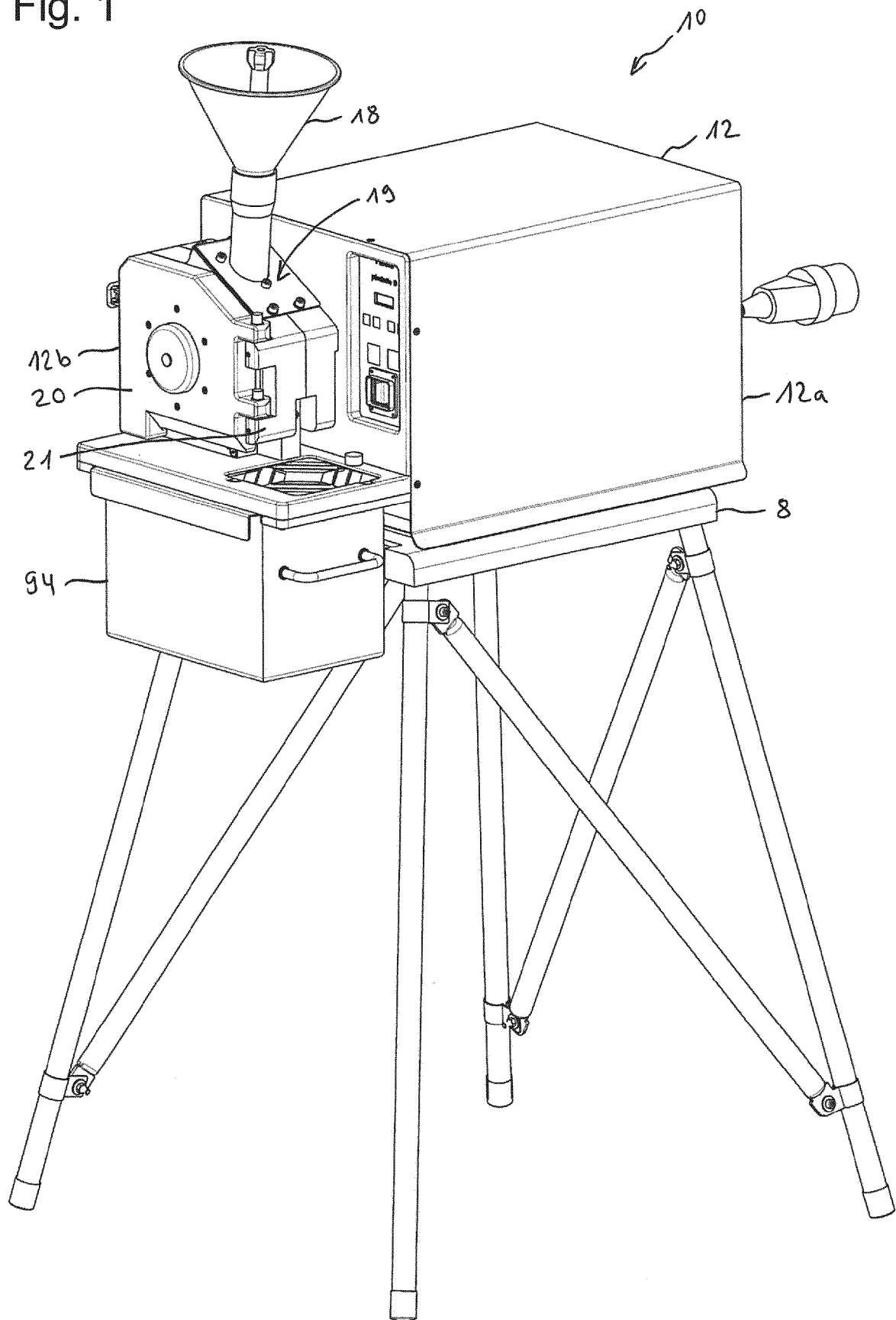


Fig. 2

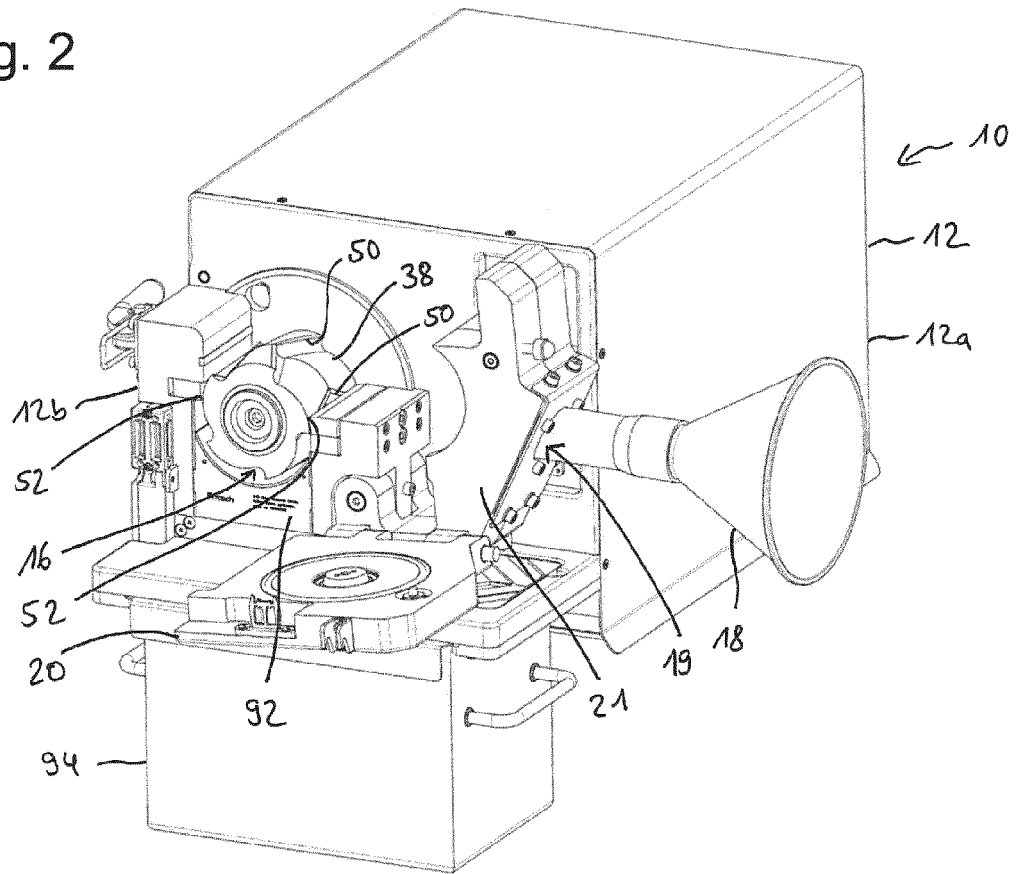


Fig. 3

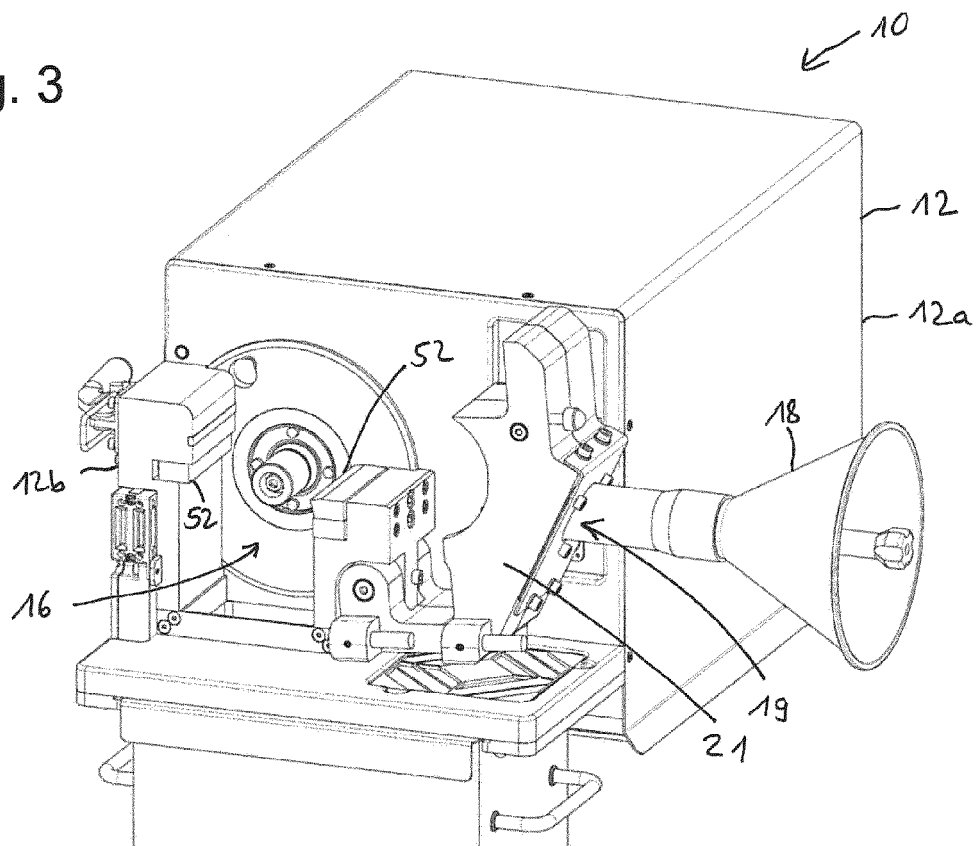


Fig. 4

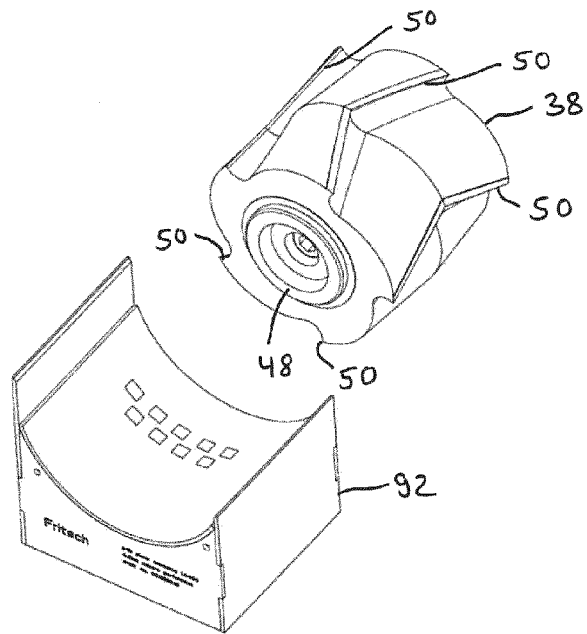


Fig. 5

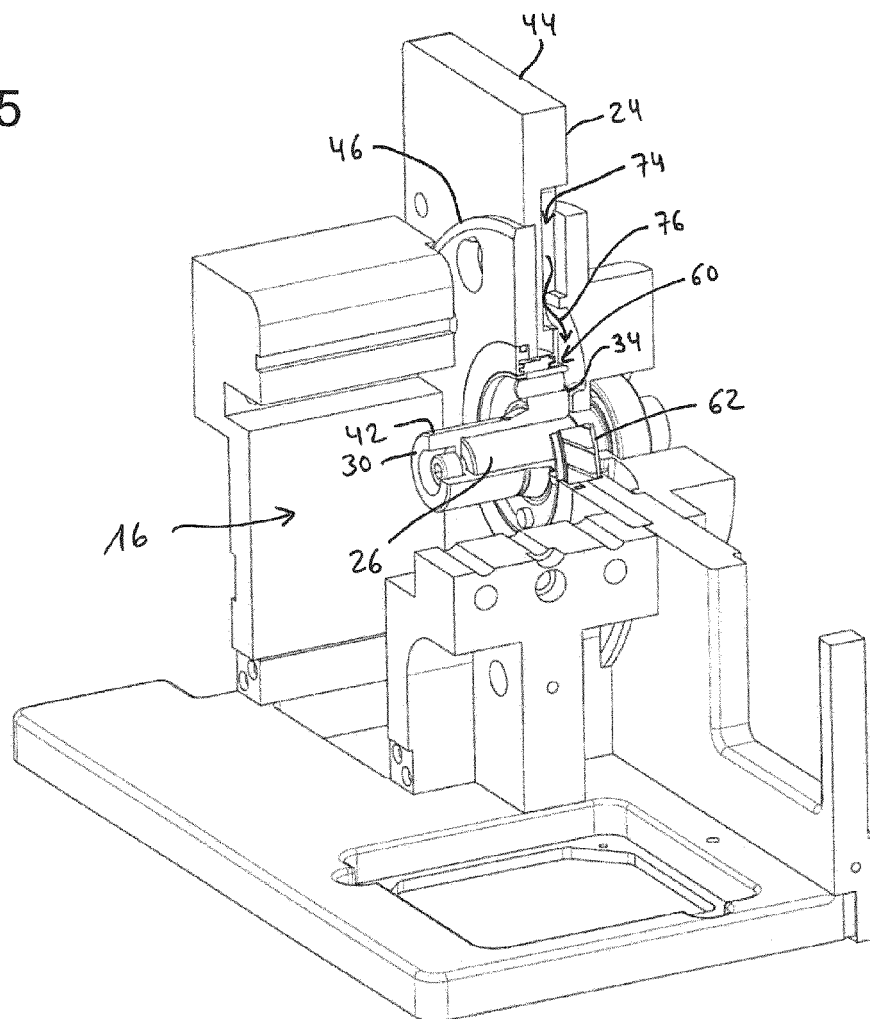


Fig. 6

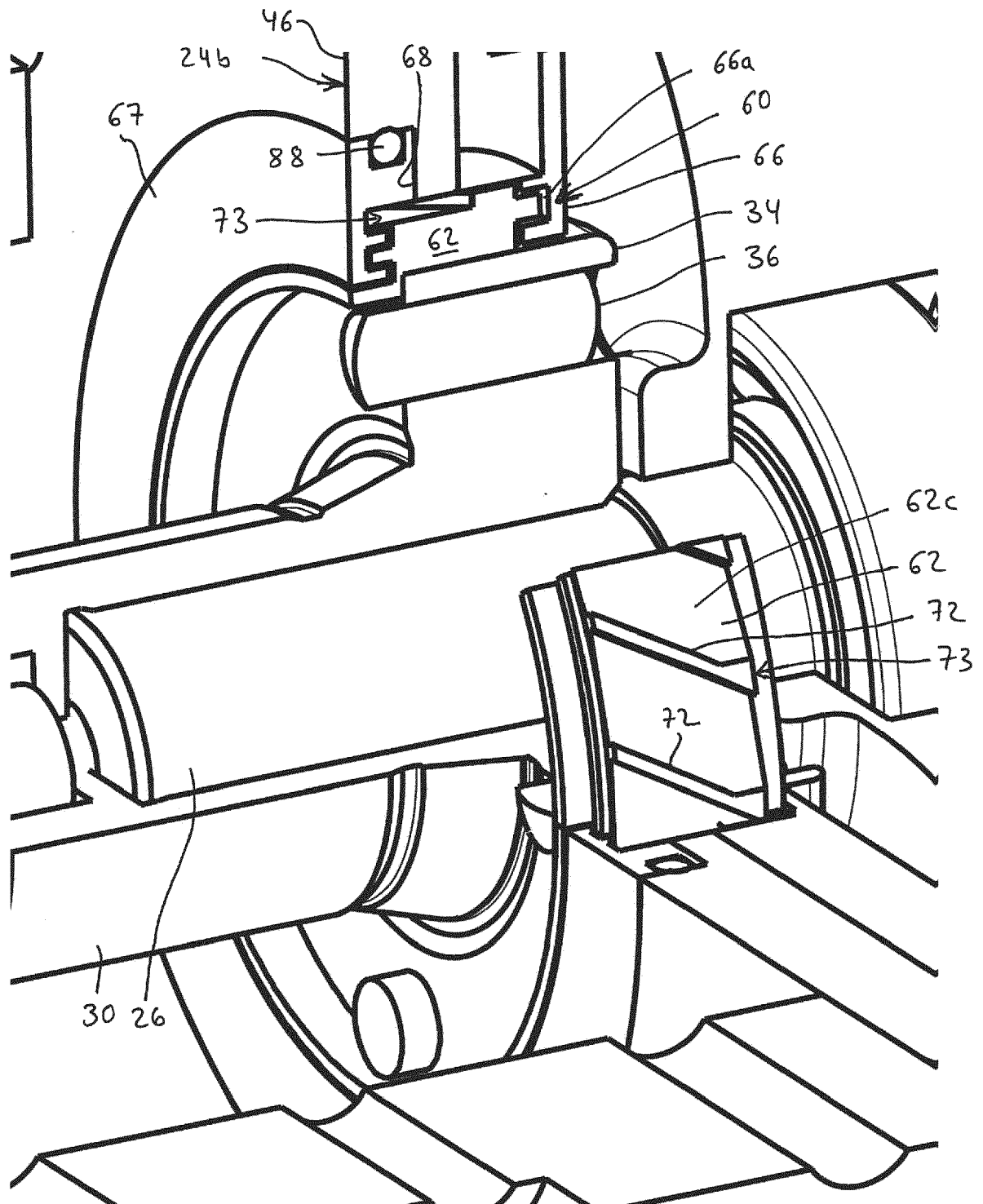


Fig. 7

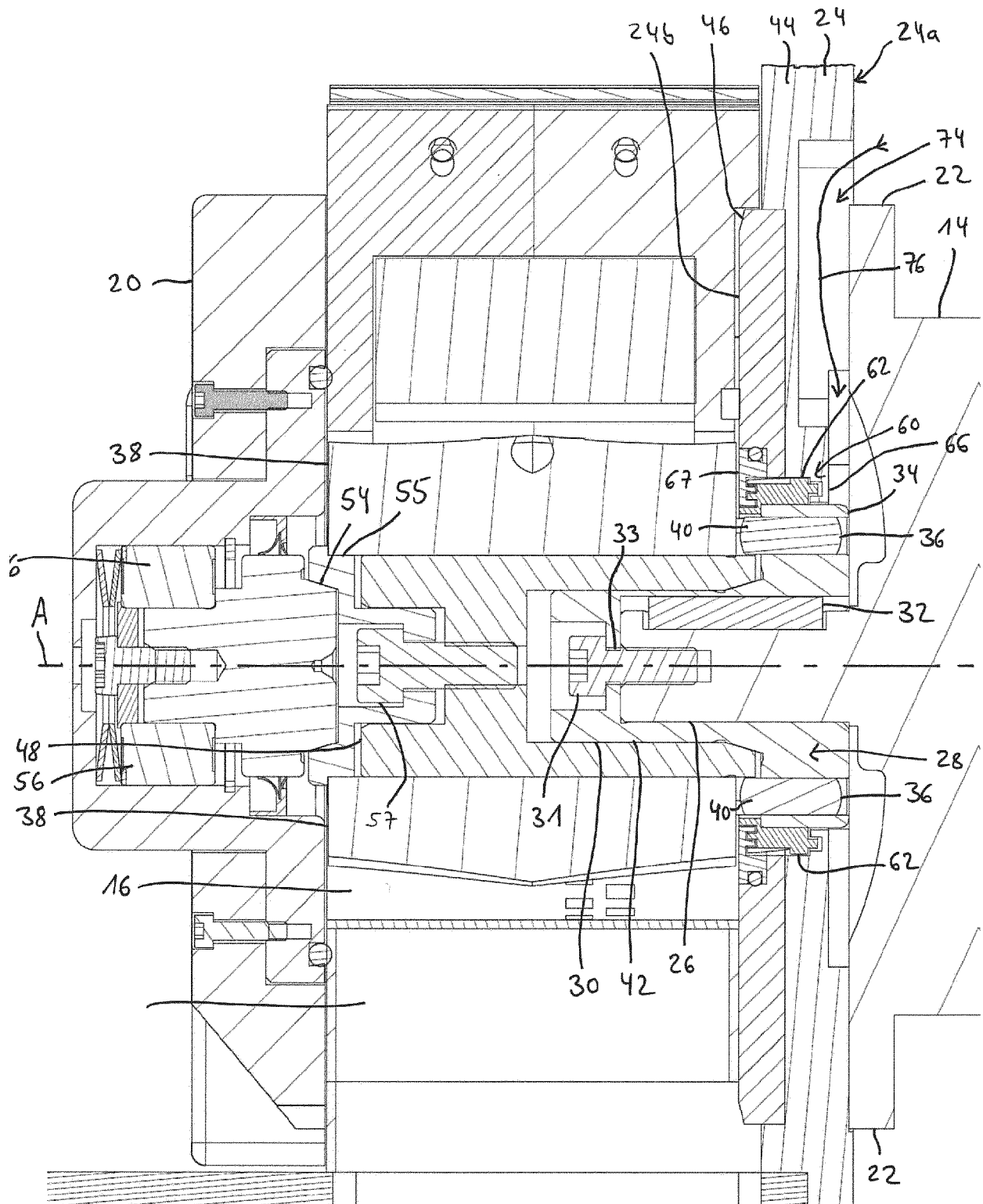


Fig. 8

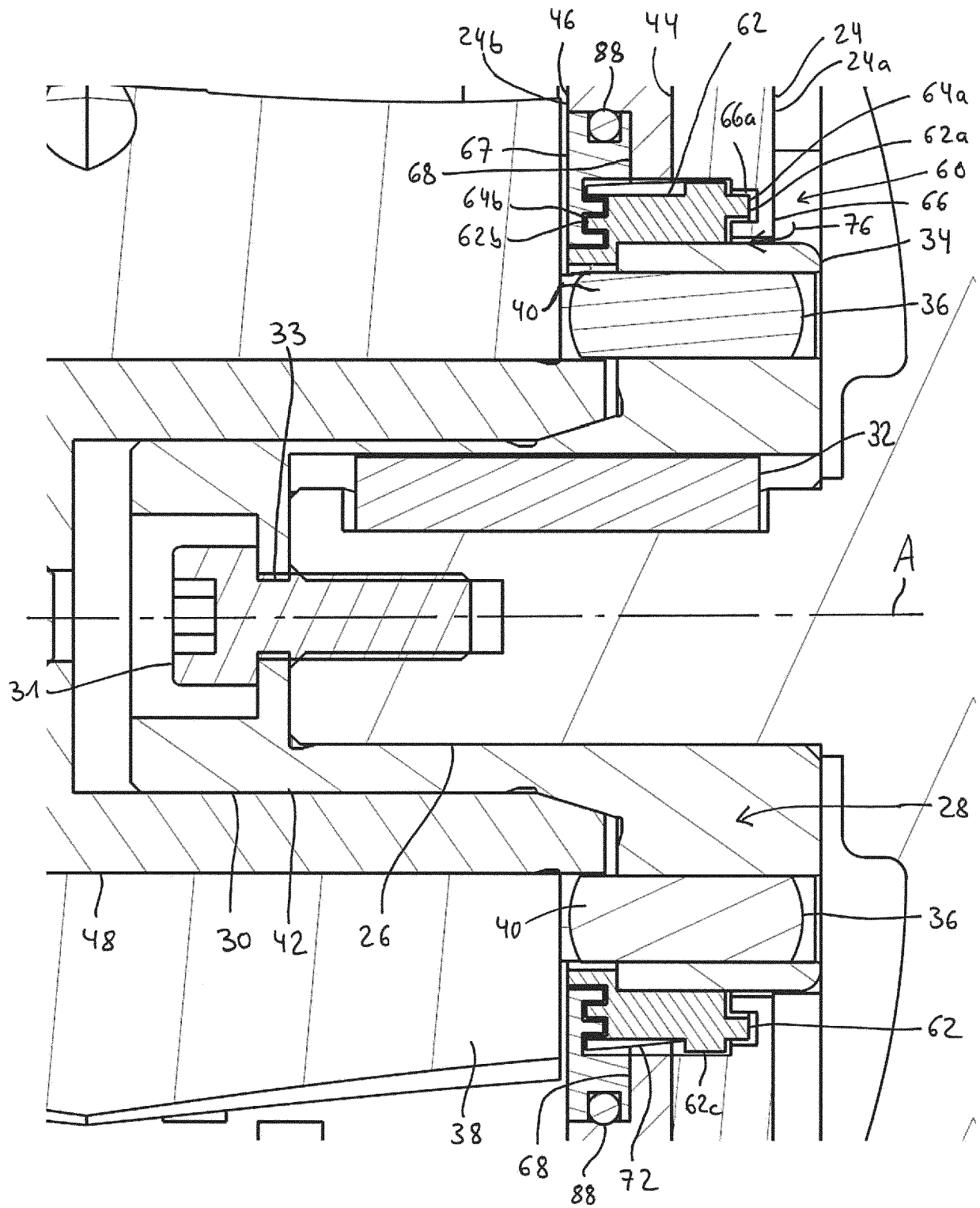


Fig. 9

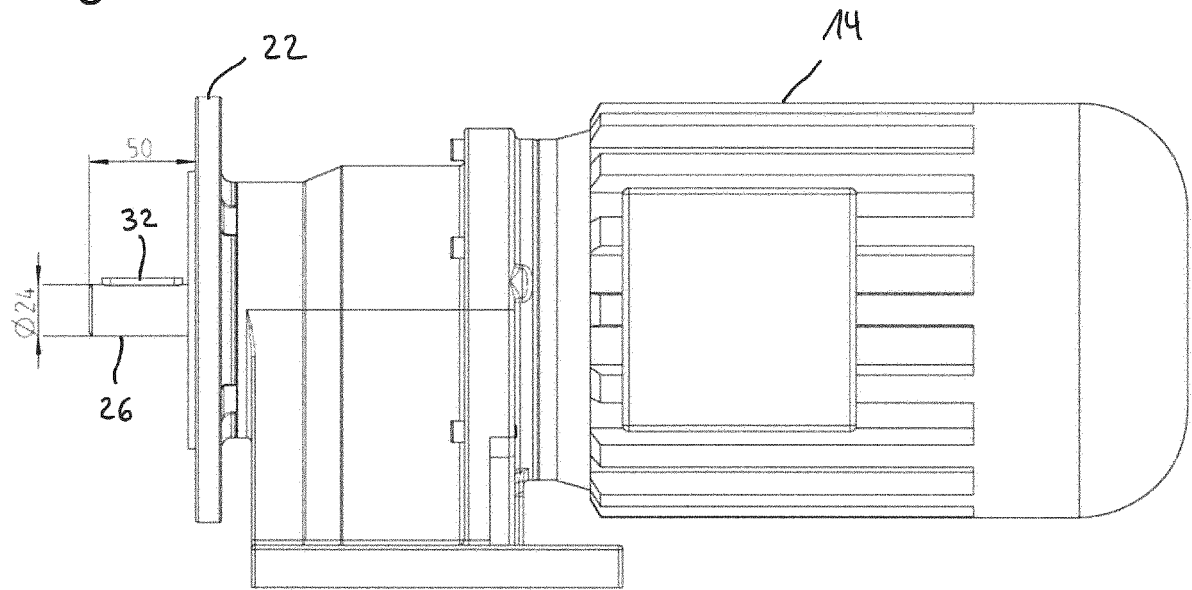


Fig. 10

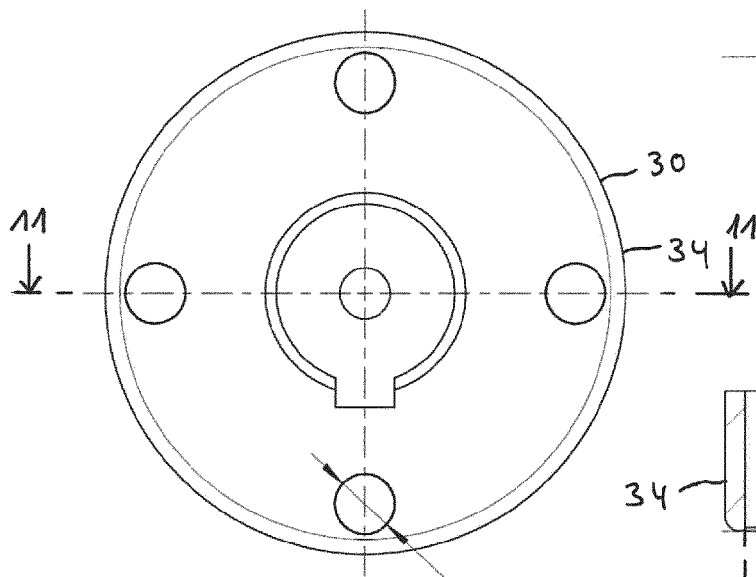


Fig. 11

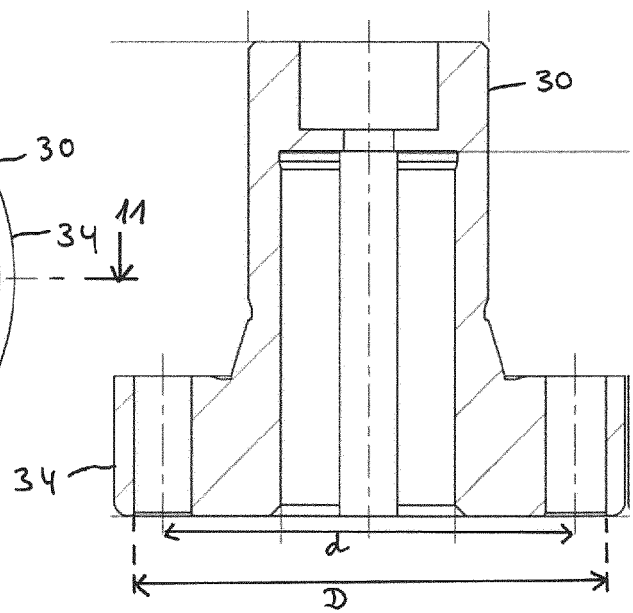


Fig. 12

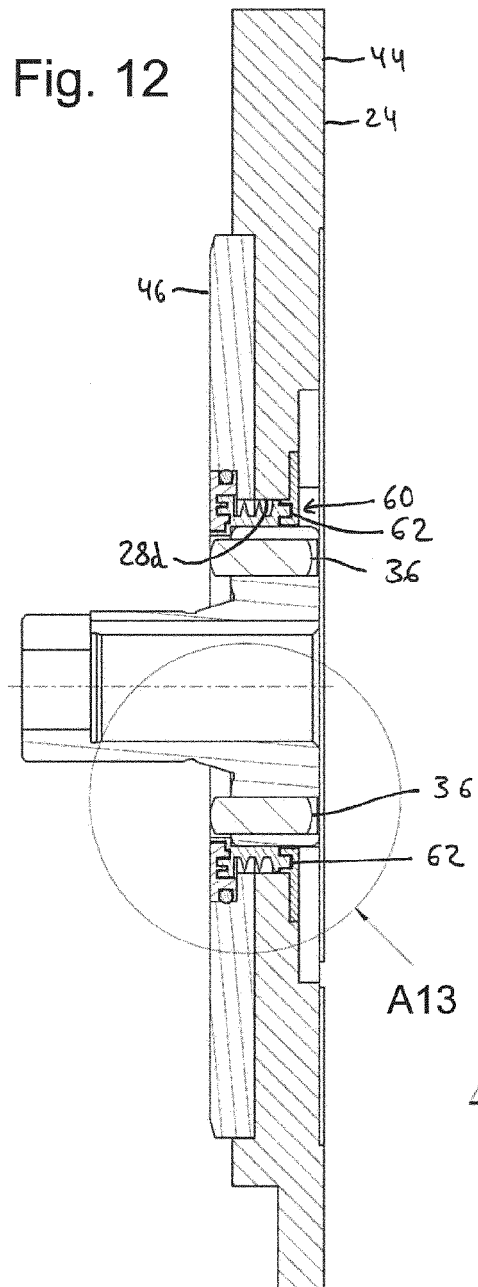
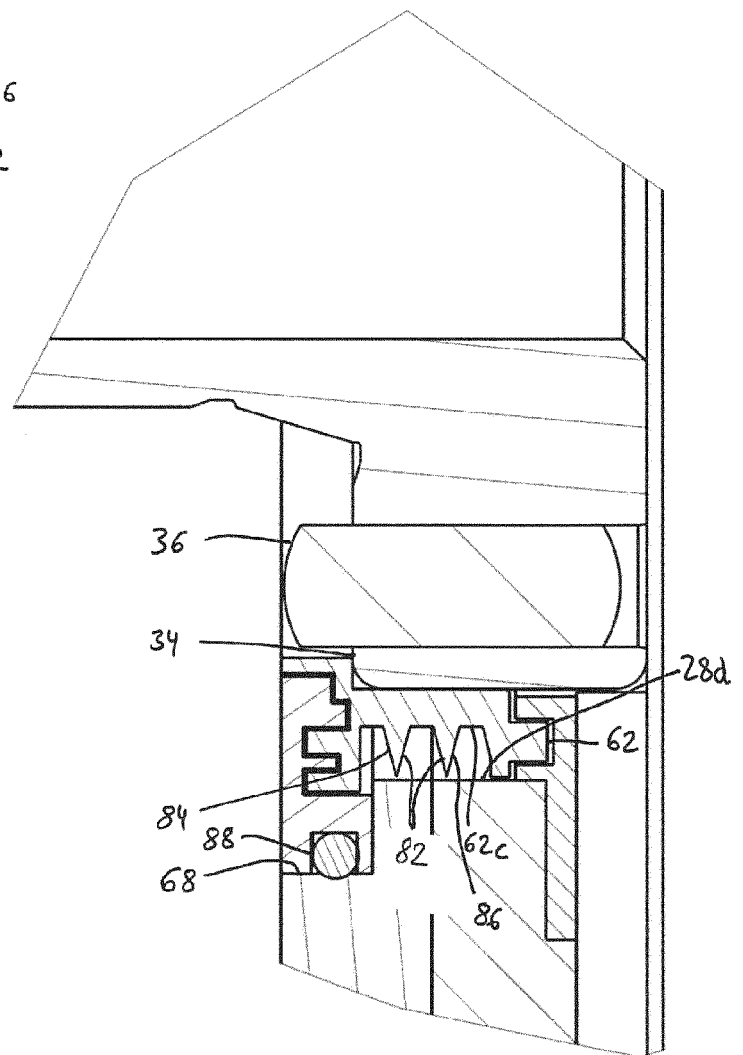


Fig. 13





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 17 7890

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 510 257 A2 (TIPPER TIE ALPINA AG [CH]) 2. März 2005 (2005-03-02) * Absätze [0002] - [0010]; Anspruch 1; Abbildungen 1,2,4 *	1-15	INV. B02C18/14 B02C18/16 B02C18/24
X	US 4 353 559 A (BUDZICH MIECZYSLAW ET AL) 12. Oktober 1982 (1982-10-12) * Spalte 2, Zeile 45 - Spalte 3, Zeile 6; Anspruch 4; Abbildungen 1,2,4,5 *	1-11,13,15	
X	DE 35 09 698 A1 (KRAEMER & GREBE KG [DE]) 18. September 1986 (1986-09-18) * Seite 4, Zeilen 14-31; Anspruch 1; Abbildung 2 *	1,3-11,15	
X	CN 107 486 308 A (GUANGDONG YIKANGSHENG ENVIRONMENTAL PROT EQUIPMENT CO LTD) 19. Dezember 2017 (2017-12-19) * Abbildungen 1,2 *	1-11,13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B02C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 14. November 2019	Prüfer Laurim, Jana
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 19 17 7890

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

14-11-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1510257 A2	02-03-2005	AT 7173 U1 EP 1510257 A2	25-11-2004 02-03-2005
US 4353559 A	12-10-1982	KEINE	
DE 3509698 A1	18-09-1986	KEINE	
CN 107486308 A	19-12-2017	KEINE	

EPO FORM P0461

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