



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**09.06.2021 Patentblatt 2021/23**

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

(21) Anmeldenummer: **20209556.8**

(22) Anmeldetag: **24.11.2020**

(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 KH MA MD TN**

(72) Erfinder:  
• **MUTTER, Wolfgang**  
**66892 Bruchmühlbach-Miesau (DE)**  
• **DINGES, Juri**  
**55743 Idar-Oberstein (DE)**  
• **BUND, Markus**  
**66646 Marpingen (DE)**

(30) Priorität: **06.12.2019 DE 102019133437**

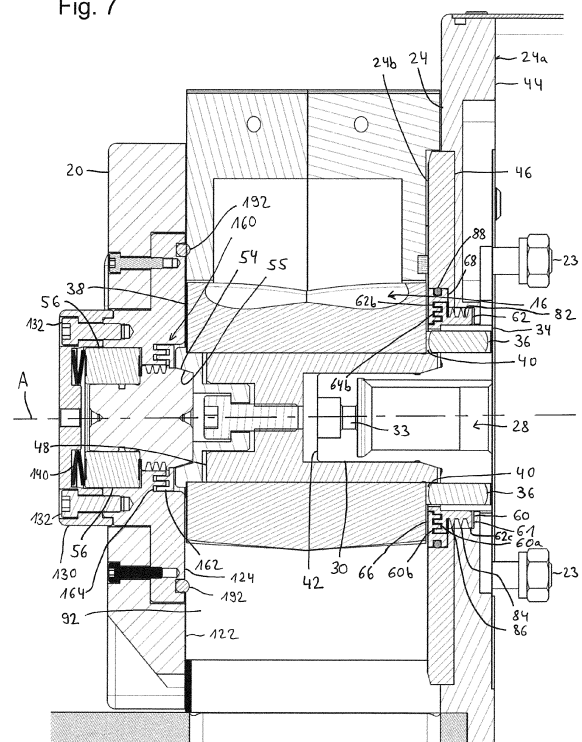
(74) Vertreter: **Blumbach · Zinngrebe Patentanwälte**  
**PartG mbB**  
**Alexandrastraße 5**  
**65187 Wiesbaden (DE)**

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

(54) **SCHNEIDMÜHLE ZUM SCHNEIDENDEN ZERKLEINERN VON PROBEN**

(57) Die Erfindung betrifft eine Schneidmühle zum schneidenden Zerkleinern von Proben, umfassend:  
ein Gerätegehäuse, einen Antriebsmotor zum rotierenden Antreiben des Schneidrotors (38),  
eine Mahlkammer (16) mit dem 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 das Gerätegehäuse auf der der Mahlkammerrückwand (24) axial gegenüberliegenden Seite des Schneidrotors (38) einen Verschlussdeckel (20) umfasst, welcher offenbar ist, um die Mahlkammer (16) zu öffnen, wobei der Verschlussdeckel (20) ein rotierbar gelagertes Stützlagererelement (54) für den Schneidrotor (38) aufweist, und wobei auf der Seite des Verschlussdeckels (20) eine erste Labyrinthdichtung (160) umfasst ist.

Fig. 7



## 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 Gegenschnneiden. 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](http://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. Die Mahlkammer wird typischerweise axial stirnseitig (vorne) mit einem schwenkbar gelagerten Verschlussdeckel verschlossen. 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](http://www.fritsch.de) herunterladbar sind, und welche in Bezug auf die grundsätzliche Konstruktion einer solchen Schneid-

mühle hiermit durch Referenz inkorporiert werden.

**[0004]** Die Dichtung des Gegenlagers des Schneidrotors in dem Verschlussdeckel gegen das Innere des Mahlraums erfolgte bei solchen Labor-Schneidmühlen typischerweise mittels Filzringen oder mit Lippendichtungen.

**[0005]** Der Verwendung einer öffenbaren Mahlkammer und einem steckbaren Schneidrotor erlaubt zwar ein einfaches händisches Einfügen des Schneidrotors auf die Rotoraufnahme, allerdings können bei einer Labor-Schneidmühle relative hohe Umfangsgeschwindigkeiten an den Dichtungen auftreten, was wiederum mit einer relativ großen Wärmeentwicklung einhergeht, die bei Labor-Schneidmühlen unerwünscht sein kann, insbesondere wenn entsprechend sensible, z.B. biologische Proben zerkleinert werden. Ferner war bei bisherigen Schneidmühlen das Stütz- oder Konuslager am Verschlussdeckel typischerweise nicht schnell und einfach zur Reinigung entnehmbar.

**[0006]** Darüber hinaus waren die verwendeten Filzringe oder Lippendichtungen am Verschlussdeckel ggf. nicht einfach auszutauschen. Obwohl sich die Dichtung mittels der Filzringe bzw. Lippendichtungen grundsätzlich bewährt hat, weshalb diese Dichtungen in Labor-Schneidmühlen über Jahrzehnte verwendet wurden, konnten je nach Probe ggf. auch Wachse, Öle oder Harze an die Dichtung gelangen und die Dichtung verschmutzen bzw. die Dichtwirkung eventuell beeinträchtigen.

### 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 des Verschlussdeckels gut reinigen lässt.

**[0008]** Ein weiterer Aspekt der Aufgabe der Erfindung ist es, eine Schneidmühle bereit zu stellen, welche im Bereich des Verschlussdeckels eine geringe Wärmeentwicklung und trotzdem eine gute Dichtwirkung aufweist.

**[0009]** Die Aufgabe der Erfindung wird durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

**[0010]** Die Erfindung betrifft eine Schneidmühle zum schneidenden Zerkleinern von Proben mit einem Schneidrotor. Es handelt sich bei der Schneidmühle insbesondere um eine Schneidmühle im Labormaßstab, welche Probenmaterial zwischen Scheiden und Gegenscheiden zerschneidet. Solche Schneidmühlen zum schneidenden Zerkleinern von Proben arbeiten nach dem Scherenprinzip. Die Schneiden des Schneidrotors und die Gegenschnneiden verlaufen 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 zerschnitten werden, wenn die Schneiden des Schneidrotors und die stationären Schneiden aneinander vorbeigleiten.

**[0011]** Die Schneidmühle umfasst ein Gerätegehäuse, welchen z.B. eine Mahlkammer mit einem Schneidrotor, einen Antriebsmotor und/oder eine elektronische Steuerung für die Schneidmühle beherbergt.

**[0012]** Der Antriebsmotor treibt dabei den Schneidrotor rotierend an, wobei die Schneiden des Schneidrotors nach dem Scherenprinzip an den stationären Gegenschnitten, welche den Schneidrotor umgeben, vorbeilaufen und dabei das Probenmaterial zwischen den Schneiden und Gegenschnitten nach dem Scherenprinzip zerschneiden. Die Schneiden und Gegenschnitten verlaufen dabei im Wesentlichen axial.

**[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. können Schneidrotoren mit sogenannten V-Schnitten verwendet 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 Labor-Schneidmühlen sind dem Fachmann grundsätzlich bekannt, vgl. z.B. [www.fritsch.de](http://www.fritsch.de).

**[0014]** Der von der Antriebswelle drehend angetriebene Schneidrotor rotiert um eine Rotationsachse innerhalb der Mahlkammer. Die Mahlkammer wird motorseitig axial, d.h. axial in Bezug auf die Rotationsachse oder motor-stirnseitig, von einer Mahlkammerrückwand begrenzt. Der Schneidrotor ist vorzugsweise im Großen und Ganzen zylindrisch und die motorseitige Stirnfläche des zylindrischen Schneidrotors verläuft vorzugsweise parallel zu der Mahlkammerrückwand. Die Mahlkammerrückwand weist vorzugsweise eine Wellendurchtrittsöffnung auf, durch welche hindurch der Schneidrotor von einer Antriebswelle antreibbar 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.

**[0015]** Das Gerätegehäuse weist auf der der Mahlkammerrückwand axial gegenüberliegenden Seite des Schneidrotors einen axial stirnseitigen Verschlussdeckel auf, mittels welchem die Mahlkammer verschlossen und wieder geöffnet werden kann. Der Verschlussdeckel ist demnach offenbar, um die Mahlkammer zu öffnen, und zwar unter anderem um den Schneidrotor zu entnehmen. Vorzugsweise kann der Schneidrotor bei geöffnetem Verschlussdeckel axial von der Antriebswelle abgezogen werden. Der Verschlussdeckel bildet eine Tür zur Mahlkammer. Hierzu ist der Verschlussdeckel z.B. schwenkbar an dem Gerätegehäuse aufgehängt. Da-

durch lässt sich der Schneidrotor einfach reinigen oder gegen einen anderen Schneidrotor austauschen. Ferner kann z.B. auch die Siebkassette gereinigt oder ausgetauscht werden.

**[0016]** Der Verschlussdeckel weist ferner ein rotierbar gelagertes Stützlagerelement für den Schneidrotor auf, mit welchem der Schneidrotor auf der der Mahlkammerrückwand bzw. dem Antriebsmotor gegenüberliegenden axialen Stirnseite der Mahlkammer an dem Verschlussdeckel rotierbar gelagert ist, wenn der axial stirnseitige Verschlussdeckel geschlossen ist.

**[0017]** Gemäß einem Aspekt der Erfindung ist am Verschlussdeckel eine erste Labyrinthdichtung angeordnet, mittels welcher die Lagerung des Schneidrotors und des Stützlagerelements an dem Verschlussdeckel gegen die Mahlkammer gedichtet ist. Mit anderen Worten dient die erste Labyrinthdichtung als Dichtung der Mahlkammer auf der der Mahlkammerrückwand bzw. dem Antriebsmotor gegenüberliegenden Stirnseite der Mahlkammer zwischen rotierenden Teilen der Schneidmühle und sauber zu haltenden Bereichen des Verschlussdeckels, wie z.B. dem Verschlussdeckelseitigen Lager.

**[0018]** Labyrinthdichtungen werden manchmal auch als Spaltdichtungen bezeichnet, da sie eine berührungsfreie Wellendichtung darstellen. Die Dichtwirkung beruht auf der Verlängerung des Strömungsweges durch den abdichtenden Spalt, wodurch der Strömungswiderstand erhöht wird. Diese Wegverlängerung kann z.B. durch ein Ineinandergreifen von Labyrinthformelementen des Rotors und Stators, die sogenannte Verkämmung, erreicht werden.

**[0019]** 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 herausgestellt, dass bei manchen Schneidmühlen der Radius bzw. Umfang der Dichtungen an dem Verschlussdeckel konstruktionsbedingt relativ groß ist, was eine relativ hohe Umfangsgeschwindigkeit an der Dichtung bewirkt. Die Verwendung einer Labyrinthdichtung an dem Verschlussdeckel ist unter anderem vorteilhaft, da sie diese aufgrund der besonderen konstruktiven Gegebenheiten bei einer Schneidmühle auftretenden Wärmeentwicklung an dem Verschlussdeckel signifikant reduzieren kann.

**[0020]** Ein weiterer Vorteil in der Verwendung einer Labyrinthdichtung an dem Verschlussdeckel ist, dass die Schneidmühle wartungsfreundlich ist und insbesondere die Reinigung im Bereich des Stützlagers vereinfacht und verbessert werden kann. Dies kann bei einer Schneidmühle z.B. beim Zerkleinern von ölhaltigen oder harzigen Proben besonders hilfreich sein, da dies bei herkömmlichen Schneidmühlen ggf. dazu führen konnte, dass beim Zerkleinern der Proben öl- und/oder harzhaltige Rückstände in den Bereich der Dichtung im Verschlussdeckel diffundieren konnten.

**[0021]** Ein weiterer Vorteil in der Verwendung einer Labyrinthdichtung im Verschlussdeckel der Schneidmühle liegt in der Langlebigkeit und Wartungsfreundlichkeit.

Ferner kann die erste Labyrinthdichtung einfach ein- und ausgebaut werden, z.B. um diese zu reinigen, zu kontrollieren und/oder auszutauschen.

**[0022]** Vorzugsweise umfasst die als Labor-Schneidmühle ausgebildete Schneidmühle die motorseitig in die Mahlkammer ragende Antriebswelle, wobei der Schneidrotor koaxial händisch auf die Antriebswelle aufsteckbar und wieder abnehmbar ist, wenn die Mahlkammer bzw. der Verschlussdeckel geöffnet ist. Dies hat den Vorteil, dass der Benutzer lediglich den Verschlussdeckel zu Öffnen braucht und dann per Hand den Schneidrotor ohne Werkzeug abziehen kann, um z.B. den Schneidrotor und die Mahlkammer zu reinigen oder den Schneidrotor gegen einen anderen Schneidrotor austauschen zu können.

**[0023]** Hierzu weist die Mahlkammerrückwand vorzugsweise eine Wellendurchtrittsöffnung auf, durch welche sich die Antriebswelle erstreckt, um den Schneidrotor anzutreiben.

**[0024]** Wenn der Verschlussdeckel geschlossen ist, beaufschlagt das Stützlagerelement den Schneidrotor vorzugsweise axial in Richtung der Mahlkammerrückwand mit einer Kraft bzw. Vorspannung, um unerwünschtes Spiel zwischen dem Schneidrotor und den statischen Elementen der Schneidmühle zu vermeiden.

**[0025]** Hierzu umfasst das Gerätegehäuse vorzugsweise eine axial wirksame Feder, insbesondere in dem Verschlussdeckel, welche das Stützlagerelement direkt oder indirekt axial in Richtung der Mahlkammerrückwand kraftbeaufschlagt, wenn der Verschlussdeckel geschlossen ist. Dies hat den Vorteil, dass beim Schließen des Verschlussdeckels die gegen die Feder aufgewendete Kraft im geschlossenen Zustand von der Feder, z.B. vermittelt über das Stützlagerelement, axial auf den Schneidrotor ausgeübt wird, um den Schneidrotor axial gegen die Antriebswelle vorzuspannen.

**[0026]** Vorzugsweise beträgt die axiale Federkraft auf das Stützlagerelement und/oder die axiale Kraft des Stützlagerelements auf den Schneidrotor größer als 100 N, vorzugsweise größer als 200 N, vorzugsweise größer als 500 N, gemäß einem Ausführungsbeispiel z.B. etwa 1000 N.

**[0027]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Stützlagerelement als Wellenstück ausgebildet, welches mittels eines Lagers, z.B. eines Kugellagers, an dem Verschlussdeckel drehbar gelagert ist.

**[0028]** Beispielsweise weist der Verschlussdeckel einen axialen Anschlag auf, gegen welchen das Lager mittels der Feder axial in Richtung der Mahlkammer vorgespannt ist, wenn der Verschlussdeckel geöffnet ist. Der axiale Anschlag dient dabei auch dazu, das Lager in dem Verschlussdeckel axial in Richtung der Mahlkammer zu sichern.

**[0029]** Weiter vorzugsweise weist das Stützlagerelement einen Anschlag auf, gegen welchen das Lager ebenfalls mittels der Feder axial in Richtung der Mahlkammer vorgespannt ist.

**[0030]** In vorteilhafter Weise kann damit beim Schlie-

ßen des Verschlussdeckels der Schneidrotor das Stützlagerelement gegen die Spannung der Feder axial in Richtung weg von der Mahlkammer verschieben und dadurch die Feder weiter spannen.

**[0031]** Ferner vorzugsweise verschiebt dabei beim Schließen des Verschlussdeckels das Stützlagerelement das Lager ebenfalls gegen die Spannung der Feder axial in Richtung weg von der Mahlkammer und löst dabei das Lager axial von dem Anschlag in dem Verschlussdeckel, so dass das Lager, z.B. Kugellager, im Betrieb der Schneidmühle nicht unbotmäßig verspannt wird.

**[0032]** Vorzugsweise weist das Stützlagerelement eine Lagerpassung, z.B. einen Lagerkonus, auf, welche in eine entsprechende Passungsaufnahme, z.B. eine Konusaufnahme, des Schneidrotors eingreift, wenn der Verschlussdeckel geschlossen ist, derart, dass im Betrieb das Stützlagerelement von dem Schneidrotor rotierend mitgenommen wird. Somit bildet das als Wellenstück ausgebildete Stützlagerelement eine Wellenfortsetzung der Antriebswelle bzw. des Schneidrotors, welche mittels des Lagers in dem Verschlussdeckel drehbar gelagert ist. Beim Öffnen der Mahlkammer erfolgt demnach eine Trennung des Wellenstrangs an dem Eingriff der Lagerpassung und der Passungsaufnahme, um anschließend bequem und einfach den Schneidrotor von der Antriebswelle abziehen zu können.

**[0033]** Das Stützlagerelement ist ferner vorzugsweise axial verschieblich an dem Verschlussdeckel gelagert ist, z.B. um axiale Längentoleranzen ausgleichen zu können und/oder die durch Kraftbeaufschlagung mittels der Feder entstehende Längsverschiebung des Stützlagerelements zu ermöglichen.

**[0034]** Insbesondere weist die erste Labyrinthdichtung ein axiales Spiel auf, welches hinreichend groß ist, um unter Erhaltung der Dichtwirkung der ersten Labyrinthdichtung eine axiale Verschiebung des Stützlagerelements zu ermöglichen, insbesondere um die axiale Verschiebung des Stützlagerelements beim Spannen der Feder beim Verschließen des Verschlussdeckels zu kompensieren.

**[0035]** Diesbezüglich ist von Vorteil, wenn die erste Labyrinthdichtung bei geschlossenem Verschlussdeckel ein geringeres axiales Spaltmaß aufweist als bei geöffnetem Verschlussdeckel. Mit anderen Worten wird das axiale Spaltmaß beim Schließen des Verschlussdeckels verkleinert.

**[0036]** Vorzugsweise ist das axiale Spiel der ersten Labyrinthdichtung so groß gewählt, dass die erste Labyrinthdichtung bei geöffneten und bei geschlossenem Verschlussdeckel radial ein geringeres Spaltmaß aufweist als das axiale Spaltmaß. Vorzugsweise erfolgt also die Dichtwirkung der ersten Labyrinthdichtung hauptsächlich an den ringförmigen sich axial erstreckenden Spalten (radiales Spaltmaß) und weniger an den ringförmigen sich radial erstreckenden (stirnseitigen) Spalten (axiales Spaltmaß).

**[0037]** Das radiale Spaltmaß der sich umlaufend axial erstreckenden Spalte der ersten Labyrinthdichtung be-

trägt vorzugsweise zwischen 0,05 mm und 1 mm, weiter vorzugsweise zwischen 0,1 mm und 0,5 mm, bevorzugt im Bereich von 0,2 mm.

**[0038]** Das axiale Spaltmaß der sich umlaufend radial erstreckenden (stirnseitigen) Spalte der ersten Labyrinthdichtung beträgt bei geöffnetem Verschlussdeckel vorzugsweise zwischen 5 mm und 0,5 mm, weiter vorzugsweise zwischen 3 mm und 1 mm, bevorzugt im Bereich von 1,8 mm +/- 0,5 mm. Diese Maße sind mit den zu betrachtenden Toleranzen "verzahnt". Die Kompression des axialen Spaltmaßes beim Schließen des Verschlussdeckels beträgt vorzugsweise zwischen 3 mm und 0,2 mm, vorzugsweise zwischen 1,5 mm und 0,4 mm, vorzugsweise im Bereich von 0,8 mm +/- 0,4 mm. Beim nominellen Arbeitspunkt (1000 N) beträgt das axiale Spaltmaß vorzugsweise zwischen 3 mm und 0,1 mm, vorzugsweise zwischen 2 mm und 0,3 mm, vorzugsweise im Bereich von 1 mm +/- 0,5 mm. Somit besteht eine entsprechende Sicherheit der Gesamtheit aller wirkenden Toleranzen von vorzugsweise von 1 mm +/- 0,5 mm bis zum Erreichen eines "Nullspaltes" des Anlaufens der zweiten Labyrinthdichtung.

**[0039]** Vorzugsweise ist die erste Labyrinthdichtung ausschließlich in axialer Richtung verkämmt. Dies hat den Vorteil, dass der erste und zweite Labyrinthring, welche die beiden Hälften der ersten Labyrinthdichtung bilden, einfach axial voneinander abgezogen werden können, z.B. um die erste Labyrinthdichtung reinigen zu können.

**[0040]** Um die Dichtwirkung der ersten Labyrinthdichtung weiter zu verbessern, kann sie zusätzlich zu der axialen Verkämmung noch zumindest eine, vorzugsweise jedoch mehrere, z.B. drei, radial umlaufende, den Fluidweg verlängernde Nut bzw. Nuten aufweisen, welche jedoch nicht verkämmt ist bzw. sind, damit die Teile axial voneinander abgezogen werden können. Die Nut bzw. die Nuten bilden radiale Labyrinthformelemente und können z.B. am äußeren Umfang des Stützlagerelements angeordnet sein. Eine solche Anordnung von umfangeseitigen nicht verkämmten Nuten wird manchmal auch als umfangeseitiges "offenes Labyrinth" oder sogenanntes Durchblicklabyrinth bezeichnet.

**[0041]** Vorzugsweise weist die erste Labyrinthdichtung einen ersten und zweiten Labyrinthring auf, welche ausschließlich in axialer Richtung miteinander verkämmt sind, sich also axial voneinander trennen lassen, wobei der erste oder Mahlkammer-innere Labyrinthring vorzugsweise an dem Stützlagerelement befestigt ist, was konstruktive Vorteile bietet. Vorzugsweise ist die Verkämmung der ersten Labyrinthdichtung derart ausgestaltet, dass unter Erhaltung der Dichtwirkung der ersten Labyrinthdichtung eine axiale Verschiebung zwischen dem ersten und zweiten Labyrinthring innerhalb einer vordefinierten Wegstrecke ermöglicht ist, insbesondere um unter Erhaltung der Dichtwirkung der ersten Labyrinthdichtung eine axiale Verschiebung des Stützlagerelements ermöglichen bzw. kompensieren zu können. Vorzugsweise ermöglicht die erste Labyrinthdichtung unter Erhalt

ihrer Dichtwirkung eine axiale Verschiebbarkeit zwischen dem ersten und zweiten Labyrinthring von mindestens 0,2 mm, vorzugsweise mindestens 0,4 mm, vorzugsweise mindestens 0,8 mm und/oder vorzugsweise höchstens 20 mm, vorzugsweise höchstens 10 mm, vorzugsweise höchstens 5 mm.

**[0042]** Vorzugsweise ist der zweite Labyrinthring ortsfest an dem Verschlussdeckel angeordnet. Der erste Labyrinthring ist vorzugsweise an dem Stützlagerelement angeordnet, insbesondere befestigt, und rotiert, gemeinsam mit dem Stützlagerelement, in kämmendem Eingriff in dem zweiten ortsfest stehenden Labyrinthring an dem Verschlussdeckel. Vorzugsweise rotiert die Labyrinthdichtung horizontal und der erste und zweite Labyrinthring stehen miteinander in horizontal kämmendem Eingriff. Vorzugsweise ist der erste Labyrinthring an der umfangeseitigen Zylinderwand des Stützlagerelements angeordnet bzw. festgelegt. Das Stützlagerelement kann an seiner der Mahlkammer zugewandten Axialseite einen mahlkammerseitigen Abschnitt mit einem größeren Durchmesser aufweisen, als an einem Verschlussdeckelseitigen Abschnitt an der der Mahlkammer abgewandten Axialseite und der erste Labyrinthring ist vorzugsweise an dem mahlkammerseitigen Abschnitt mit dem größeren Durchmesser angeordnet bzw. befestigt.

**[0043]** Vorzugsweise verbindet der Spalt der ersten Labyrinthdichtung die Mahlkammer mit dem Drehlager des Stützlagerelements.

Vorzugsweise sind der an dem Stützlagerelement angeordnete rotierende erste Labyrinthring auf der der Mahlkammer zugewandten Seite der ersten Labyrinthdichtung und der an dem Verschlussdeckel angeordnete ortsfeste zweite Labyrinthring auf der der Mahlkammer abgewandten Seite der ersten Labyrinthdichtung angeordnet. Die der Labyrinthkämmung axial gegenüberliegende Rückseite des ersten Labyrinthrings ist vorzugsweise der Mahlkammer zugewandt und liegt vorzugsweise axial benachbart zum Schneidrotor bzw. dem Schneidrotorkern.

**[0044]** Weiter vorzugsweise ist der erste Labyrinthring für den Benutzer untrennbar an dem Stützlagerelement befestigt, z.B. geschrumpft (Presspassung). Dies hat den Vorteil, dass ein sicherer Halt des ersten Labyrinthrings an der gewünschten Position gewährleistet ist.

**[0045]** Der zweite Labyrinthring ist vorzugsweise an dem Verschlussdeckel vorgesehen, was ebenfalls konstruktive Vorteile bietet.

**[0046]** Vorzugsweise kann der zweite Labyrinthring integral in den Verschlussdeckel eingeformt, z.B. mittels Drehbearbeitung eingedreht sein. Mit anderen Worten können die mäanderförmigen Ringe des zweiten Labyrinthrings direkt in den Verschlussdeckel eingefräst sein, was ein zusätzliches Bauteil für den zweiten Labyrinthring einspart. Allerdings ist es auch möglich, den zweiten Labyrinthring als separates Teil an dem Verschlussdeckel zu befestigen.

**[0047]** Weiter vorzugsweise ist das Stützlagerelement reibschlüssig an dem Verschlussdeckel, insbesondere

in dem Lager bzw. Kugellager gelagert ist, um einerseits die axiale Verschieblichkeit zu gewährleisten und andererseits zu verhindern, dass das Stützlagerelement von selbst aus dem Verschlussdeckel herausfällt, wenn der Verschlussdeckel geöffnet ist. Diese reibschlüssige Lagerung kann z.B. mittels eines O-Rings in einer umlaufenden Nut in einem Fortsatz des Stützlagerelements bewerkstelligt werden, in dem der Fortsatz mittels des O-Rings in dem Lager axial klemmend, aber bei Überwindung der Klemmkraft axial verschieblich gehalten wird.

**[0048]** Vorzugsweise kann das Stützlagerelement unter Überwindung der Reibkraft des Reibschlusses bzw. der Klemmkraft des O-Rings aus dem Verschlussdeckel herausgedrückt werden. Dies hat den Vorteil, dass das Stützlagerelement, insbesondere ohne das Lösen einer Verschraubung, einfach aus dem Verschlussdeckel entfernt werden kann, z.B. zur Reinigung.

**[0049]** Hierfür weist der Verschlussdeckel vorzugsweise, eine, z.B. zentrale, Öffnung auf, durch welche das Stützlagerelement aus dem Verschlussdeckel herausgedrückt werden kann, z.B. indem ein Stift oder Schraubendreher in die Öffnung gesteckt wird und das Stützlagerelement durch Überwinden des Reibschlusses axial aus dem Lager herausgedrückt wird.

**[0050]** Insbesondere ist das Stützlagerelement also lediglich in den Verschlussdeckel eingesteckt und auch im Betrieb nicht in dem Verschlussdeckel festgeschraubt, was die Handhabung beim Reinigen erleichtert.

**[0051]** Vorzugsweise weist die Schneidmühle eine zweite Labyrinthdichtung auf, mittels welcher die Wellendurchtrittsöffnung in der Mahlkammerrückwand gedichtet ist, sodass die Mahlkammer mit dem Schneidrotor axial beidseits mittels der ersten und zweiten Labyrinthdichtung gedichtet ist, wodurch die Wärmeentwicklung insbesondere bei hohen Drehzahlen weiter reduziert werden kann.

**[0052]** Die Mahlkammer der Schneidmühle weist zumindest 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 Zerkleinern der Proben durch die Sieböffnungen in den Auffangbehälter durchlässt. Vorzugsweise ist die Siebwandung als Teil einer Siebkassette ausgebildet, wobei die Siebkassette als Einheit unterhalb des Schneidrotors in die Mahlkammer einsetzbar ist.

**[0053]** Der Schneidrotor ist vorzugsweise coaxial oder konzentrisch per Hand auf die Antriebswelle aufsteckbar und abnehmbar, wenn der Verschlussdeckel bzw. die Mahlkammer geöffnet ist. Beim Öffnen des Verschlussdeckels wird die Verbindung zwischen dem Stützlager und dem Schneidrotor geöffnet und der Schneidrotor kann anschließend händisch von der Antriebswelle abgezogen werden. Der Schneidrotor ist hierzu z.B. lediglich auf die Antriebsachse aufgesteckt.

**[0054]** Das Drehmoment wird vorzugsweise durch ei-

ne 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.

**[0055]** 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 coaxial aufgesetztes Zwischenstück, das sogenannte Rotoraufnahmeelement. Das Rotoraufnahmeelement ist dann coaxial 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 zweiten Labyrinthdichtung automatisch mit von der Mahlkammerrückwand abgezogen werden.

**[0056]** 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.

**[0057]** 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.

**[0058]** 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.

**[0059]** 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 der zweiten Labyrinthdichtung gut handhabbar ist.

**[0060]** Vorzugsweise umfasst die zweite Labyrinthdichtung einen inneren mit der Antriebswelle mitrotierenden Labyrinthring und einen mahlkammerseitigen Labyrinthringdeckel, wobei eine mahlkammerseitige axiale Stirnfläche des inneren Labyrinthrings der zweiten Labyrinthdichtung mit einer axialen Stirnfläche des mahlkammerseitigen Labyrinthringdeckels der zweiten Labyrinthdichtung verkämmt ist.

**[0061]** Ferner vorzugsweise umfasst die zweite 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.

**[0062]** Eine solche axial stirnseitige Verkämmung ist vorteilhaft in Bezug auf die Demotierbarkeit der zweiten Labyrinthdichtung.

**[0063]** Vorzugsweise weist die Mahlkammerrückwand eine mahlkammerseitige ringförmige Ausnehmung auf, in welcher der mahlkammerseitige Labyrinthringdeckel der zweiten Labyrinthdichtung festgelegt ist. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die mahlkammerseitige Abschlussfläche des mahlkammerseitigen Labyrinthringdeckels der zweiten Labyrinthdichtung bündig mit Mahlkammerrückwand abschließt.

**[0064]** Vorzugsweise ist der mahlkammerseitige Labyrinthringdeckel der zweiten Labyrinthdichtung in der mahlkammerseitigen ringförmigen Ausnehmung festgeklemmt, so dass beim Abziehen des Schneidrotors von der Antriebswelle bzw. dem Rotoraufnahmeelement, die zweite Labyrinthdichtung zusammengebaut bleibt. Allerdings ist der innere Labyrinthring der zweiten Labyrinthdichtung in Richtung von dem Motor zur Mahlkammer grundsätzlich abziehbar, wenn die Klemmung des mahlkammerseitigen Labyrinthringdeckels der zweiten Labyrinthdichtung in der mahlkammerseitigen ringförmigen Ausnehmung überwunden wird und der mahlkammerseitige Labyrinthringdeckel der zweiten Labyrinthdichtung mit dem inneren Labyrinthring der zweiten Labyrinthdichtung 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 der zweiten Labyrinthdichtung und der mahlkammerseitige Labyrinthringdeckel der zweiten Labyrinthdichtung von der Antriebswelle abgezogen werden, z.B. motorseitig gestützt durch den Mitnehmerflansch.

**[0065]** Der mahlkammerseitige Labyrinthringdeckel der zweiten Labyrinthdichtung 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.

**[0066]** Vorzugsweise ist der innere Labyrinthring der zweiten Labyrinthdichtung radial außen auf dem Rotoraufnahmeelement, insbesondere radial außen auf dem

Mitnehmerflansch angeordnet.

**[0067]** Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel ist eine Luftstromerzeugungseinrichtung umfasst, welche einen Luftstrom durch den Spalt der zweiten Labyrinthdichtung erzeugt, vorzugsweise vom Motor in Richtung zur Mahlkammer. Dadurch kann die Wirkung der zweiten Labyrinthdichtung verbessert werden, dahingehend, dass die Diffusion von Schmutz von der Mahlkammer in Richtung des Motorbereichs durch die Wellendurchtrittsöffnung vermindert werden kann.

**[0068]** Hierzu kann der innere Labyrinthring der zweiten Labyrinthdichtung Lüfterschaukeln aufweisen, welche beim Rotieren des inneren Labyrinthrings der zweiten Labyrinthdichtung eine Luftströmung durch den Spalt der zweiten 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.

**[0069]** Z.B. sind die Lüfterschaukeln zweckmäßig auf der radial äußeren Umfangswandung des inneren Labyrinthrings der zweiten Labyrinthdichtung angeordnet.

**[0070]** 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 zweite Labyrinthdichtung geführt wird.

**[0071]** Alternativ oder ergänzend kann auch ein umfangsseitiges "offenes Labyrinth" oder sogenanntes Durchblicklabyrinth vorgesehen sein. Die zweite Labyrinthdichtung umfasst wiederum einen mit der Antriebswelle mitrotierenden inneren Labyrinthring und die Wellendurchtrittsöffnung weist eine innere radiale Ringwandung auf, innerhalb welcher der innere Labyrinthring der zweiten Labyrinthdichtung angeordnet ist, so dass die innere radiale Ringwandung den inneren Labyrinthring der zweiten Labyrinthdichtung ringförmig umschließt. Das offene Labyrinth oder Durchblicklabyrinth ist dadurch gekennzeichnet, dass entweder die innere radiale Ringwandung 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 der zweiten Labyrinthdichtung trotzdem axial aus der Wellendurchtrittsöffnung herausziehbar ist.

**[0072]** 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.

**[0073]** 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 zweite Labyrinthdichtung erschweren

können.

**[0074]** 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

**[0075]** Es zeigen:

- Fig. 1 eine dreidimensionale Ansicht einer Schneidmühle auf einem Stativ gemäß einer 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 zweiten 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 ersten Labyrinthdichtung,
- Fig. 9 eine Ansicht des Antriebmotors 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 Rotoraufnahmeelements aus Fig. 10 entlang der Linie 11-11,
- Fig. 12 eine Querschnittsdarstellung des Innenteils des Mahlkammer-Verschlussdeckels im geöffneten Zustand des Mahlkammer-Verschlussdeckels"
- Fig. 13 eine Querschnittsdarstellung des Innenteils des Mahlkammer-Verschlussdeckels im geschlossenen Zustand des Mahlkammer-Verschlussdeckels,
- Fig. 14 eine Querschnittsdarstellung des Innenteils des Mahlkammer-Verschlussdeckels in maximaler Endlage der ersten Labyrinthdichtung.

#### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

**[0076]** 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 hinteren Teil 12a des Gerätegehäuses 12 befindet sich ein handelsüblicher elektrischer Antriebsmotor 14 (vgl. Fig. 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 vorderen Teil 12b des Gerätegehäuses 12 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 und eines Gehäuseoberteils, gemeinsam manchmal auch als Mahlkammeroberteil 21 bezeichnet, an welchem 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.

**[0077]** Der Antriebsmotor 14 ist mit einem Motorflansch 22 und Gewindebolzen 23 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.

**[0078]** Bezug nehmend auf die Fig. 9-11 ist auf die Motorwelle 26 ein Wellenzwischenstück aufgesetzt, welches das Rotoraufnahmeelement 30 bildet. Die Drehmomentübertragung zwischen der Motorwelle 26 und dem Rotoraufnahmeelement 30 wird durch einen Formschluss, z.B. mittels einer Passfeder 32 bewerkstelligt. In diesem Beispiel wird demnach das Drehmoment von der Motorwelle 26 mittels der Passfeder 32 direkt auf das Rotoraufnahmeelement 30 übertragen. Das Rotoraufnahmeelement 30 weist motorseitig einen Mitnehmerflansch 34 auf, dessen Durchmesser erheblich größer ist als der Durchmesser der Motorwelle 26.

**[0079]** Bezug nehmend auf Fig. 7 sind in dem Mitnehmerflansch 34 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.

**[0080]** 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 der Durchtrittsöffnung 28 ebenfalls relativ groß, was wiederum einen relativ großen Durchmesser der Dichtung der Durchtrittsöffnung 28 erfordert.

**[0081]** 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.

**[0082]** 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 (Fig. 4). 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.

**[0083]** Auf der gegenüberliegenden Seite ist der Schneidrotor 38 durch ein Stützlagerelement 54 in Form eines Konuslagerelements gelagert, welches wiederum in einem Kugellager 56 in dem Mahlkammer-Verschlussdeckel 20 drehbar gelagert ist. Der Schneidrotor 38 umfasst eine Stützlagerelementaufnahme 55, welche hier als Konuslagerelementaufnahme ausgebildet ist. Die Dichtung der Mahlkammer 16 and dem Mahlkammer-Verschlussdeckel 20 erfolgt mittels einer ersten Labyrinthdichtung 160.

**[0084]** Wieder Bezug nehmend auf die Fig. 1-4 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 Gegenschnitten 52. Die Schneidmühle 10 arbeitet also nach dem Scherenprinzip, bei welchem die Probe jeweils 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 und 4 dargestellten Beispiel eines Schneidrotors 38. Das in den Fig. 2 und 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.

**[0085]** Der Mahlkammer-Verschlussdeckel 20 ist öffnbar, was dazu führt, dass die Mahlkammer 16 bei geöffnetem Mahlkammer-Verschlussdeckel 20 frontseitig zur Entnahme des Schneidrotors 38 zugänglich ist. Ein Wegklappen des 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 wird bei geschlossenem Mahlkammer-Verschlussdeckel 20 von dem Stützlagerelement 54 axial gegen die Antriebswelle 42 gespannt. Der Schneidrotor 38 ist lediglich über die Mitnehmerstifte 36 formschlüssig rotatorisch an die Antriebswelle 42 gekuppelt und kann nach Öffnen des Mahlkammer-Verschlussdeckels 20 ohne Werkzeug von der Antriebswelle 42 abgezogen werden. Der Schneidrotor 38 wird also in Richtung des Rotoraufnahmeelements 30 gedrückt und setzt sich dort auf den ebenfalls konischen Gegenspieler 29 des Konus-Stützlagerelements 54 auf. Der kleine konische Abschnitt 29 des Rotoraufnahmeelements 30 ist z.B. in Fig. 6 und 11 dargestellt. Somit wird der Schneidrotor 38 zwischen den beiden Konen 29 und 54 eingespannt.

**[0086]** 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. Der Durchmesser des Kreisrings auf welchem die Mitnehmerstifte 36 angeordnet sind beträgt in diesem Beispiel 56,5 mm, mithin beträgt bei einem Mitnehmerstiftdurchmesser von 8 mm der äußere Außendurchmesser 64,5 mm. Mit anderen Worten ist die radial äußere Begrenzung der Mitnehmerstifte 36 32,25 mm radial von der Rotationsachse A entfernt.

**[0087]** 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 früheren

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.

**[0088]** Bezug nehmend auf Fig. 5-8 weist die erfindungsgemäße Schneidmühle 10 nun noch eine zweite Labyrinthdichtung 60 auf, welche vom Benutzer einfach, z.B. zur Reinigung, entnehmbar ist. In dem dargestellten Beispiel weist die zweite Labyrinthdichtung 60 einen inneren Labyrinthtring 62 auf, welcher in diesem Beispiel als separates Teil auf die Antriebswelle 42, genauer auf den Mitnehmerflansch 34, aufgesetzt ist. Der innere Labyrinthtring 62 der zweiten Labyrinthdichtung 60 erstreckt sich umfangsmäßig vollständig um die Antriebswelle 42 bzw. den Mitnehmerflansch 34 herum, weist an seiner mahlkammerseitigen Vorderseite 62b Labyrinthformelemente 60b in Form einer Mäanderform 64b auf und rotiert mit der Antriebswelle 42. Der innere Labyrinthtring 62 liegt dabei radial außerhalb der drehmomentübertragenden Mitnehmerstifte 36.

**[0089]** 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 Labyrinthtring 62 einstückig herzustellen.

**[0090]** Auf der mahlkammerseitigen Vorderseite 24b der Mahlkammerrückwand 24, genauer auf der Edelstahl-Vorsatzplatte 46, ist ein mahlkammerseitiger Labyrinthtringdeckel 66 in einer dazu korrespondierenden Ausnehmung 68 als Labyrinthaufnahme in der Mahlkammerrückwand 24 bzw. der Edelstahl-Vorsatzplatte 46 eingelassen. In dem dargestellten Beispiel verlaufen der mahlkammerseitige Labyrinthtringdeckel 66 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.

**[0091]** 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 gelöst wurde. Das Rotoraufnahmeelement 30 weist 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).

**[0092]** Mit dem Rotoraufnahmeelement 30 wird auch der innere Labyrinthtring 62 und mit diesem auf der mahlkammerseitige Labyrinthtringdeckel 66 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 die zweite Labyrinthdichtung 60 automatisch mit. Danach können das Rotoraufnahmeelement 30, der innere Labyrinthtring 62 und/oder der mahlkammerseitige Labyrinthtringdeckel 66 getrennt und, z.B. in einem Ultraschallbad, gereinigt werden. Auch die Labyrinthaufnahme 68 für die zweite Labyrinthdichtung 60 ist nach dem Abziehen des Rotoraufnahmeelements 30 mit dem inneren Labyrinthtring 62 und dem mahlkammerseitigen Labyrinthtringdeckel 66 von der geöffneten Mahlkammer 16 aus gut zugänglich und kann ebenfalls gereinigt werden.

**[0093]** Die so gestaltete zweite Labyrinthdichtung 60 ist also in vorteilhafter Weise wartungsfreundlich, da sie einerseits gut zu reinigen ist und andererseits sehr langlebig ist, da die gegeneinander rotierenden Teile der zweiten Labyrinthdichtung 60, also der mit dem Schneidrotor mitrotierende innere Labyrinthtring 62 einerseits und der stationäre mahlkammerseitige Labyrinthtringdeckel 66 andererseits, wie auch bei der unten noch genauer beschriebenen ersten Labyrinthdichtung 160, sich nicht berühren, sondern nach dem Prinzip der Spaltdichtung arbeiten, d.h. ein Luftspalt zwischen den verkämmten Labyrinthformelementen 60a, 60b vorhanden ist. Daher ist auch die Wärmeentwicklung an der zweiten Labyrinthdichtung 60 trotz des relativ großen Dichtungsdurchmessers an dieser Stelle gering, da die zweite Labyrinthdichtung 60 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 älteren Schneidrotoren erhalten bleiben kann. Überdies können die unmittelbar der Mahlkammer 16 zuweisenden Teile der Mahlkammerrückwand 24, also zumindest die Platte 46 und der hierin eingelassene Labyrinthtringdeckel 66 aus Edelstahl gefertigt werden, so dass z.B. eine FDA-Kompatibilität möglich ist.

**[0094]** Die Dichtwirkung der zweiten Labyrinthdichtung 60 kann nun durch weitere Maßnahmen weiter verbessert werden.

**[0095]** Bezug nehmend auf Fig. 6 und 7 weist die zweite Labyrinthdichtung 60 zusätzliche radiale Labyrinthformelemente 82 in Form von radial umlaufenden Nuten auf. Der hierfür verwendete innere Labyrinthtring 62 weist

an seinem radial äußern Umfang 62c demnach durch die Nuten 82 gebildete mäanderförmige Ausformungen auf. Die mäanderförmigen Ausformungen sind im vorliegenden Beispiel durch zwei im axialen Querschnitt dreieckige Ringe 84, 86 ausgebildet. Die radial umlaufende Außenfläche 62c des inneren Labyrinthrings 62 ist demnach mit scharfkantigen Spitzen versehen. Durch die Rotation des inneren Labyrinthrings 62 kann diese Geometrie Wirbel bilden, die Luftpolster verursachen 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. Die Labyrinthaufnahme 68 weist hingegen keine in die Nuten 82 bzw. 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 somit der innere Labyrinthring 62 axial aus der Durchtrittsöffnung 28 bzw. der Labyrinthaufnahme 68 herausziehbar.

**[0096]** Der mahlkammerseitige Labyrinthringdeckel 66 ist formschlüssig mit einem O-Ring 88 klemmend in die Ausnehmung 68 bzw. in die Platte 46 eingesetzt. Der elastische O-Ring 88 sorgt einerseits für eine klemmende Festlegung des Labyrinthringdeckels 66 in der Mahlkammermerrückwand 24, lässt aber auch das axiale Herausziehen des Rotoraufnahmeelements 30 zusammen mit dem inneren Labyrinthring 62 und dem mahlkammerseitigen Labyrinthringdeckels 66 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 66 aus der Durchtrittsöffnung 28 herausziehen, so dass die Durchtrittsöffnung 28 und die Labyrinthaufnahme 68 frontseitig zur Reinigung zugänglich sind. Mit anderen Worten kann die zweite Labyrinthdichtung 60 relativ einfach, insbesondere händisch axial auseinandergezogen werden, um gereinigt zu werden.

**[0097]** Bezug nehmend auf die Fig. 7 und 8 weist die Mahlkammer 16 auf der Seite des Mahlkammer-Verschlussdeckels 20 eine weitere Labyrinthdichtung auf, welche hier als erste Labyrinthdichtung 160 bezeichnet wird. Die erste Labyrinthdichtung 160 am Mahlkammer-Verschlussdeckel 20 dichtet die Mahlkammer 16 gegen den Bereich des Mahlkammer-Verschlussdeckels 20, in welchem sich die verschlussdeckelseitige Lagerung des Schneidrotors 38 befindet, welche im vorliegenden Beispiel durch das Kugellager 56 bewerkstelligt wird.

**[0098]** Der Mahlkammer-Verschlussdeckel 20 ist im vorliegenden Beispiel mehrteilig ausgebildet und weist einen äußeren Deckelteil 122 mit einer zentralen Öffnung, sowie einen darin eingesetzten inneren Deckelteil 124 auf. Der äußere Deckelteil 122 bildet dabei den

Hauptteil des Mahlkammer-Verschlussdeckels 20, in Form einer Aluminium-Tür. Der innere ringförmige Deckelteil 124 weist einen axial von der Mahlkammer 16 weg gerichteten ringförmigen Vorsprung 126 auf, welcher in eine zentralen Öffnung 128 des äußeren Deckelteils 122 von innen eingreift. Der innere Deckelteil 124 wird mittels eines zentralen Aufsatzdeckels 130 von außen verschlossen. Der zentrale Aufsatzdeckel 130 ist von außen, in diesem Beispiel mittels Schrauben 132, auf dem Mahlkammer-Verschlussdeckel 20, genauer auf dem inneren Deckelteil 124 befestigt, um von außen gelöst und abgenommen werden zu können. Der Mahlkammer-Verschlussdeckel 20 bzw. der innere Deckelteil 124 und der zentrale Verschlussdeckel 130 beherbergen das Kugellager 56 und ermöglichen dessen Ein- und Ausbau von außen. Im vorliegenden Beispiel ist das Kugellager 56 als ein doppelreihiges Schrägkugellager ausgebildet. "Schräg" wegen der besseren Aufnahme axialer Kraft. Doppelt damit das Winkelspiel gegenüber einem einfachen Rillenkugellager deutlich eingedämmt wird.

**[0099]** Das Kugellager 56 wird axial durch eine Feder 140, welche im vorliegenden Beispiel als Federpaket aus zwei gegensinnig geschichteten Tellerfedern ausgebildet ist, axial in Richtung der Mahlkammer 16 kraftbeaufschlagt. Dabei stützt sich die Feder 140 im vorliegenden Beispiel an dem zentralen Aufsatzdeckel 130, allgemein gesehen also an einer Innenseite des Mahlkammer-Verschlussdeckels 20 ab.

**[0100]** Das Stützlagerelement 54, welches eine Lagerpassung im vorliegenden Beispiel in Form eines mahlkammerseitigen Konus 156 und einen von der Mahlkammer 16 weg weisenden Lagerfortsatz 158 aufweist, ist mittels des Kugellagers 56 drehbar am Mahlkammer-Verschlussdeckel 20 gelagert. Im vorliegenden Beispiel ist das Stützlagerelement 54 im Großen und Ganzen pilzförmig ausgebildet und der Lagerfortsatz 158 ist in dem Kugellager 56 gelagert. Der mahlkammerseitige Konus 156 greift passend in die konische Stützlagerelementaufnahme 55 des Schneidrotors 38 ein, um den Schneidrotor 38 verschlussdeckelseitig einzuspannen und das Gegenlager zu der Motorwelle 26 zu bilden.

**[0101]** In einer umlaufenden Ringnut 150 ist in diesem Beispiel ein O-Ring 152 eingesetzt, mit welchem das Stützlagerelement 54 klemmend in dem Kugellager 56 gehalten wird, damit dieses nicht herausfällt, wenn der Mahlkammer-Verschlussdeckel 20 geöffnet wird. Trotzdem kann das Stützlagerelement 54 durch eine zentrale Bohrung 154 in dem Mahlkammer-Verschlussdeckel 20, genauer in dem zentralen Deckelaufsatz 130, zum Beispiel mittels eines Bolzens oder Schraubendrehers unter Überwindung der durch den O-Ring 152 verursachten Klemm- oder Reibkraft nach innen heraus gedrückt werden, wenn der Mahlkammer-Verschlussdeckel 20 geöffnet ist. Ein mahlkammerseitiger oder innerer Labyrinthring 162 der ersten Labyrinthdichtung 160 stützt sich an einem Ringanschlag 172 des Stützlagerelements 54 axial ab. Beim Herausdrücken des Stützlagerelements 54 wird dadurch auch der mahlkammerseitige Labyrinthring

162 mit herausgedrückt.

**[0102]** Der innere Labyrinthring 162 greift mit seinen axialen Labyrinthformelementen 182 in Form von zwei ringförmigen axialen Vorsprüngen 182a, 182b in korrespondierende axiale Labyrinthformelemente 184 in Form von axialen Nuten 184a, 184b des äußeren Labyrinthrings 164 ein. Mit anderen Worten, sind die axialen Labyrinthformelemente 182 des inneren Labyrinthrings 162 mit den axialen Labyrinthformelementen 184 des äußeren Labyrinthrings 164 axial verkämmt.

**[0103]** Wie in Fig. 8 ersichtlich ist, ist im geschlossenen Zustand des Mahlkammer-Verschlussdeckels 20 das axiale Spaltmaß 204 der Labyrinthdichtung 160 erheblich größer als das radiale Spaltmaß 205. Dadurch weist die erste Labyrinthdichtung 160 ein ausreichendes axiales Spiel auf, um das Einfedern der verschlussdeckelseitigen Lagerung beim Schließen des Mahlkammer-Verschlussdeckels 20 kompensieren zu können. Wenn nämlich der Mahlkammer-Verschlussdeckel 20 geschlossen wird, presst das Stützlagererelement 54 gegen die Stützlagererelementaufnahme 55, um den Schneidrotor 38 axial zu verspannen. Dabei spannt das Stützlagererelement 54 über das Kugellager 56 die Feder 140. Dies bewirkt eine Axialverschiebung des Stützlagererelements 54 und des verschieblich in dem Mahlkammer-Verschlussdeckel 20, genauer in dem inneren Deckelteil 124 aufgenommenen Kugellagers 56 weg vom Schneidrotor 38 unter einem Spannen der Feder 140. Der innere Labyrinthring 162 sitzt klemmend auf dem Stützlagererelement 54 und bewegt sich axial mit diesem mit, so dass das Einfedern des Stützlagererelements 54 eine Reduzierung des axialen Spaltmaßes 204 der ersten Labyrinthdichtung 160 bewirkt.

**[0104]** Beim Öffnen des Mahlkammer-Verschlussdeckels 20 sorgt die Federspannung der Feder 140 dafür, dass das Kugellager 56 in Richtung des Schneidrotors 38 bewegt wird, bis dieses an einem Anschlag 190 des Mahlkammer-Verschlussdeckels 20, genauer des inneren Deckelteils 124 anschlägt. Andererseits löst sich das Kugellager 56 axial von dem Anschlag 190, wenn das Stützlagererelement 54 mit dem Kugellager 56 gegen die Feder 140 weg von dem Schneidrotor 38 einfedert, so dass das Kugellager 56 im Betrieb bei Rotation nicht unbotmäßig verspannt wird.

**[0105]** Im vorliegenden Beispiel ist der äußere Labyrinthring 164 nicht als separates Teil ausgeführt, sondern ist integral in den Mahlkammer-Verschlussdeckel 20, genauer in den inneren Deckelteil 124 eingedreht, wodurch ein separates Bauteil eingespart werden kann. Sowohl der innere Deckelteil 124, als auch der innere Labyrinthring 162, und somit die zweite Labyrinthdichtung 160, sind vorzugsweise aus Edelstahl gefertigt und/oder als Drehteile hergestellt, was Vorteile in Bezug auf administrative Zulassungen bietet und andererseits kostengünstig herzustellen ist.

**[0106]** Der Mahlkammer-Verschlussdeckel 20 dichtet mittels eines O-Rings 192 gegen die Stirnseite des die Mahlkammer 16 umgebenden Gehäuseteils 12b.

**[0107]** Das Stützlagererelement 54 weist an seiner radialen Außenseite 54a weitere Labyrinthformelemente 194 auf. Die radial umlaufenden Labyrinthformelemente 194 werden im vorliegenden Beispiel durch Nuten 196 gebildet, zwischen welchen radial umlaufende Vorsprünge 198 bezogen auf die Nuten 196 gebildet werden. Die radial umlaufenden Vorsprünge 198 weisen im vorliegenden Beispiel einen dreieckigen Querschnitt auf und sind radial außen spitz, um ggf. Strömungswirbel zu erzeugen, welche die Dichtwirkung verbessern können. Die Aufnahmeöffnung 202 für das Stützlagererelement 54 in dem Mahlkammer-Verschlussdeckel 20, genauer in dem inneren Deckelteil 124 weist hingegen keine mit den Labyrinthformelementen 194 des Stützlagererelements 54 verkämmt Labyrinthformelemente auf. Im Gegenteil ist die Durchgriffsöffnung 202 an ihrer Innenseite glatt, so dass die radialen Labyrinthformelemente 194 des Stützlagererelements 54 zusammen mit der Öffnung 202 ein offenes (radial unverkämmt) Labyrinth bzw. ein Durchblicklabyrinth bilden. Dadurch kann das Stützlagererelement 54 ohne aufwändige Demontage axial aus dem Mahlkammer-Verschlussdeckel 20 nach innen herausgedrückt werden. Hierbei nimmt das Stützlagererelement 54 den inneren Labyrinthring 162 über den Anschlag 172 mit. Anschließend liegen sowohl die Labyrinthdichtflächen frei, als auch zumindest teilweise das Kugellager 56, sodass die Reinigung vereinfacht wird. Das Stützlagererelement 54 und der innere Labyrinthring 162 können nach dem Entnehmen in einem Ultraschallbad gereinigt werden. Selbstverständlich ist auch eine umgekehrte Geometrie des radialen Durchblicklabyrinths möglich, indem die radialen Labyrinthformelemente 194 anstatt radial außen auf dem Stützlagererelement 54 radial innen in der Öffnung 202 angeordnet sind. Es ist demnach ein radial unverkämmt oder Durchblicklabyrinth durch radiale Formelemente 194 entweder auf dem radialen äußeren Umfang des Stützlagererelements 54 oder auf einem radialen inneren Umfang des Mahlkammer-Verschlussdeckels 20 gebildet.

**[0108]** Bezug nehmend auf die Fig. 12 bis 14 ist das Einfedern des Stützlagererelements 54 zusammen mit dem Kugellager 56 beim Schließen des Mahlkammer-Verschlussdeckels 20 genauer dargestellt.

**[0109]** Die Fig. 12 zeigt den geöffneten Zustand des Mahlkammer-Verschlussdeckels 20, in welchem die Feder 140 das Kugellager 56 gegen den axialen Anschlag 190 spannt. In diesem Zustand ist die Feder 140 am wenigsten gespannt und die erste Labyrinthdichtung 160 weist das maximale axiale Spaltmaß 204 auf.

**[0110]** Bezug nehmend auf Fig. 13 ist der geschlossene Zustand des Mahlkammer-Verschlussdeckels 20 dargestellt, bei dem das Stützlagererelement 54 mittels eines am Kugellager 56 anliegenden axialen Anschlags 206 das Kugellager 56 gegen die Feder 140 spannt und entsprechend eingefedert ist. Das Stützlagererelement 54 spannt hierzu mit seinem axialen Ringanschlag 206 gegen die innere Stirnseite des Kugellagers 56 um dieses gegen die Feder 140 zu spannen und bildet somit ein

axiales Gegenlager für die Feder 140. Dementsprechend ist das axiale Spaltmaß 204 der ersten Labyrinthdichtung 160 geringer als in dem geöffneten Zustand gemäß Fig. 12.

**[0111]** Die erste Labyrinthdichtung 160 weist somit eine axiale Verschieblichkeit der miteinander verkämmten Labyrinthformelemente 182, 184 auf, wodurch das Einfedern des Stützlagerelements 54, das beim Verspannen des Schneidrotors 38 bzw. beim Schließen des Mahlkammer-Verschlussdeckels 20 auftritt, kompensiert werden kann.

**[0112]** Die Fig. 14 zeigt einen maximalen Extremzustand, in dem die maximale Einfederung des Stützlagerelements 54 und des Kugellagers 56 dargestellt ist, so dass das axiale Spiel der ersten Labyrinthdichtung 160 in Form des axialen Spaltmaßes 204 vollständig aufgezehrt ist. Dieser Zustand, bei dem die erste Labyrinthdichtung 160 reiben würde, sollte im Betrieb nicht erreicht werden.

**[0113]** Wie in den Fig. 8 und 12 bis 14 ersichtlich ist, weist die erste Labyrinthdichtung 160 axial relativ lange miteinander verkämmte Labyrinthformelemente 182, 184 auf, um einerseits eine gute Labyrinthdichtwirkung zu erzielen und andererseits ausreichend axiales Spiel bzw. ausreichend axialen Federweg zu ermöglichen, um zum Beispiel axiale Toleranzen des Schneidrotors 38 kompensieren zu können. Im vorliegenden Beispiel ist das Aspektverhältnis der axial verkämmten Labyrinthformelemente 182, 184 größer als 1 vorzugsweise größer als 2, im vorliegenden Beispiel etwa zwischen 3 und 4.

**[0114]** Bei den gattungsgemäßen Schneidmühlen können die auftretenden axialen Verschiebungen am Mahlkammer-Verschlussdeckel 20, etwa durch Toleranzen und/oder die Einfederung, relativ groß sein. Ein Grund hierfür ist das Stützlagerelement 54 bzw. sogenannte Konusstützlager, dass die Längentoleranzen, die zwischen ihm selbst und der Motorabtriebswelle auftreten, auffangen muss. Ferner wird der Schneidrotor 38 mit einer Kraft von zum Beispiel 1000 N in Richtung des Antriebsmotors 14 geschoben. Diese Kraft sollte ebenfalls sicher aufgebracht werden und bewirkt aufgrund des hierfür notwendigen Federwegs der Feder 140 weitere axiale Längentoleranzen. Es hat sich jedoch überraschender Weise gezeigt, dass diese bei einer gattungsgemäßen Schneidmühle speziellen Anforderungen mit einer Labyrinthdichtung erfüllt werden können, welche ein axial hinreichend großes Spiel bzw. Spaltmaß aufweist. Die Labyrinthdichtung ist zwar nicht absolut dicht, kann dafür aber vom Benutzer einfach demontiert und gereinigt werden.

**[0115]** Die beschriebene Stecklösung für das Stützlagerelement 54 anstatt einer Verschraubung, wie dies bei früheren Schneidmühlen teilweise realisiert war, bietet ferner den Vorteil, dass das Stützlagerelement 54, das einen der beiden Labyrinthringe trägt, in Richtung der Mahlkammer 16 aus seiner Aufnahme herausgeschoben werden kann, ohne zum Beispiel eine Verschraubung lösen zu müssen. Das Klemmelement zwischen dem

Stützlagerelement 54 in dem mahlkammer-Verschlussdeckel 20 in Form des zusätzlichen O-Rings 152 sorgt dafür, dass das Stützlagerelement 54 an seiner Position in der Lagerung festgehalten wird, ohne einen Formschluss vorsehen zu müssen.

**[0116]** Nach der Demontage und Reinigung der beiden Labyrinthdichtringe 162, 164 wird das Stützlagerelement 54, das im vorliegenden Beispiel als Konusstützlager ausgebildet ist, wieder eingeschoben und braucht nicht weiter arretiert zu werden, da es von dem O-Ring 152 klemmend bzw. reibschlüssig in dem Mahlkammer-Verschlussdeckel 20, genauer in dem Kugellager 56 festgehalten wird. Im geschlossenen Betriebszustand der Schneidmühle 10 sorgt ferner der Schneidrotor 38 bzw. die axiale Spannkraft dafür, dass das Stützlagerelement 54 axial zwischen dem Kugellager 56 und dem Schneidrotor 38 eingespannt ist.

**[0117]** Zusammenfassend erfüllt das hier vorgestellte Dichtungskonzept eine Mehrzahl von Vorteilen z.B. gegenüber bisher verwendeten Filzdichtungen. Das Dichtungskonzept ist wartungsfreundlich und bedarf andererseits aber auch kaum einer Wartung. Trotzdem hält das Dichtungskonzept Staub gut in der Mahlkammer und lässt nur wenig Staub oder andere Verschmutzungen durch die erste Labyrinthdichtung an das Kugellager 56 und, falls ebenfalls vorhanden, ggf. auch durch die zweite Labyrinthdichtung hindurch in dem Bereich des Antriebsmotors 14, gelangen. Ferner weist das Dichtungskonzept eine geringe Wärmeentwicklung auf.

**[0118]** Ein weiterer Vorteil ist die Vermeidung von Materialabrieb (bei sauberen Labyrinthdichtungen 60, 160) und die Möglichkeit administrativer Zulassungen (z.B. einer FDA-Zulassung), insbesondere wenn z.B. die Teile der ersten und/oder zweiten Labyrinthdichtung aus Edelstahl gefertigt sind. Die Fertigung solcher Labyrinthdichtungen hat sich als technologisch machbar erwiesen und ist 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 erste Labyrinthdichtung in dem Mahlkammer-Verschlussdeckel 20 ein Verölen oder Verharzen der Dichtung wirksam vermeiden kann, bzw. zumindest die Reinigungsmöglichkeiten der Lagerung am Mahlkammer-Verschlussdeckel 20 deutlich verbessert.

**[0119]** 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.

**[0120]** Ferner ist ersichtlich, dass die Merkmale unabhängig davon, ob sie in der Beschreibung, den Ansprüchen, den Figuren oder anderweitig offenbart sind, auch

einzelnen wesentliche Bestandteile der Erfindung definieren, selbst wenn sie zusammen mit anderen Merkmalen gemeinsam beschrieben sind.

## Patentansprüche

1. Schneidmühle (10) zum schneidenden Zerkleinern von Proben mit einem Schneidrotor (38), umfassend:

ein Gerätegehäuse (12),  
einen Antriebsmotor (14) zum rotierenden Antreiben des Schneidrotors (38),  
eine Mahlkammer (16) mit dem 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 das Gerätegehäuse (12) auf der der Mahlkammerrückwand (24) axial gegenüberliegenden Seite des Schneidrotors (38) einen Verschlussdeckel (20) umfasst, welcher offenbar ist, um die Mahlkammer (16) zu öffnen, wobei der Verschlussdeckel (20) ein Stützlagerelement (54) für den Schneidrotor (38) aufweist, und  
wobei auf der Seite des Verschlussdeckels (20) eine erste Labyrinthdichtung (160) umfasst ist.

2. Schneidmühle (10) nach Anspruch 1, ferner umfassend eine in die Mahlkammer (16) ragende Antriebswelle (42), wobei der Schneidrotor (38) koaxial händisch auf die Antriebswelle (42) aufsteckbar und abnehmbar ist, wenn die Mahlkammer (16) geöffnet ist, wobei die Mahlkammerrückwand (24) insbesondere eine Wellendurchtrittsöffnung (28) aufweist, und sich die Antriebswelle (42) durch die Wellendurchtrittsöffnung (28) erstreckt, um den Schneidrotor (38) anzutreiben.
3. Schneidmühle (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Stützlagerelement (54) den Schneidrotor (38) axial in Richtung der Mahlkammerrückwand kraftbeaufschlagt, wenn der Verschlussdeckel (20) geschlossen ist.
4. Schneidmühle (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, umfassend eine Feder (140), welche das Stützlagerelement (54) direkt oder indirekt axial in Richtung der Mahlkammerrückwand kraftbeaufschlagt, wenn der Verschlussdeckel (20) geschlossen ist, wobei die axiale Federkraft auf das Stützlagerelement (54) und/oder die axiale Kraft des Stützlagerelements

(54) auf den Schneidrotor (38) vorzugsweise größer als 100 N, vorzugsweise größer als 200 N, vorzugsweise größer als 500 N beträgt.

5. Schneidmühle (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit mindestens einem, mehreren oder allen der folgenden Merkmale:

das Stützlagerelement (54) ist als Wellenstück ausgebildet, welches mittels eines Lagers (56) an dem Verschlussdeckel (20) gelagert ist und/oder  
der Verschlussdeckel (20) weist einen Anschlag (190) auf, gegen welchen das Lager (56) mittels der Feder axial in Richtung der Mahlkammer (16) vorgespannt ist, wenn der Verschlussdeckel (20) geöffnet ist und/oder  
das Stützlagerelement (54) weist einen Anschlag (206) auf, gegen welchen das Lager (56) mittels der Feder (140) axial in Richtung der Mahlkammer (16) vorgespannt ist und/oder  
beim Schließen des Verschlussdeckels (20) verschiebt der Schneidrotor (38) das Stützlagerelement (54) gegen die Spannung der Feder (140) axial in Richtung weg von der Mahlkammer (16) und/oder  
beim Schließen des Verschlussdeckels (20) verschiebt das Stützlagerelement (54) das Lager (56) gegen die Spannung der Feder (140) axial in Richtung weg von der Mahlkammer (16) und löst das Lager (56) axial von dem Anschlag (190) in dem Verschlussdeckel (20).

6. Schneidmühle (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Stützlagerelement (54) eine Lagerpassung (156) aufweist, welche in eine entsprechende Passungsaufnahme (55) des Schneidrotors (38) eingreift, wenn der Verschlussdeckel (20) geschlossen ist.
7. Schneidmühle (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Stützlagerelement (54) axial verschieblich an dem Verschlussdeckel (20) gelagert ist.
8. Schneidmühle (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die erste Labyrinthdichtung (160) ein axiales Spiel aufweist, welches insbesondere eine axiale Verschiebung des Stützlagerelements (54) kompensiert.
9. Schneidmühle (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche,

wobei die erste Labyrinthdichtung (160) bei geschlossenem Verschlussdeckel (20) ein gerin-

- geres axiales Spaltmaß (204) aufweist, als bei geöffnetem Verschlussdeckel (20) und/oder wobei die erste Labyrinthdichtung (160) bei geöffneten und/oder bei geschlossenem Verschlussdeckel (20) ein geringeres radiales Spaltmaß (205) aufweist als das axiale Spaltmaß (204).
10. Schneidmühle (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die erste Labyrinthdichtung (160) ausschließlich in axialer Richtung verkämmt ist und/oder wobei die erste Labyrinthdichtung (160) zumindest eine radiale den Fluidweg verlängernde Nut (196) aufweist.
11. Schneidmühle (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die erste Labyrinthdichtung (160) einen ersten und zweiten Labyrinthring (162, 164) aufweist, welche miteinander verkämmt sind, wobei vorzugsweise der erste Labyrinthring (162), insbesondere axial klemmend, an dem Stützlagererelement festgelegt ist und wobei der zweite Labyrinthring (164) vorzugsweise an dem Verschlussdeckel (20) vorgesehen ist.
12. Schneidmühle (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Verkämmung der ersten Labyrinthdichtung (160) derart ausgestaltet ist, dass eine axiale Verschiebung zwischen dem ersten und zweiten Labyrinthring (162, 164) innerhalb einer vordefinierten Wegstrecke ermöglicht ist, insbesondere um unter Erhaltung der Dichtwirkung der ersten Labyrinthdichtung (160) eine axiale Verschiebung des Stützlagererelements (54) kompensieren zu können.
13. Schneidmühle (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Stützlagererelement (54) axial klemmend (150, 152) an dem Verschlussdeckel (20) gelagert ist, um einerseits die axiale Verschieblichkeit zu gewährleisten und andererseits zu verhindern, dass das Stützlagererelement (54) von selbst aus dem Verschlussdeckel (20) herausfällt, wenn der Verschlussdeckel (20) geöffnet ist und wobei vorzugsweise das Stützlagererelement (54) unter Überwindung der Klemmung (152) aus dem Verschlussdeckel (20) herausgedrückt werden kann und wobei vorzugsweise der Verschlussdeckel (20) eine Öffnung (154) aufweist, durch welche das Stützlagererelement (54) aus dem Verschlussdeckel (20) herausdrückbar ist.
14. Schneidmühle (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Stützlagererelement (54) lediglich in den Verschlussdeckel (20) eingesteckt und auch im Betrieb nicht in dem Verschlussdeckel (20) festgeschraubt ist.
15. Schneidmühle (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Wellendurchtrittsöffnung (28) in der Mahlkammerrückwand (24) durch eine zweite Labyrinthdichtung (60) gedichtet ist.

Fig. 1

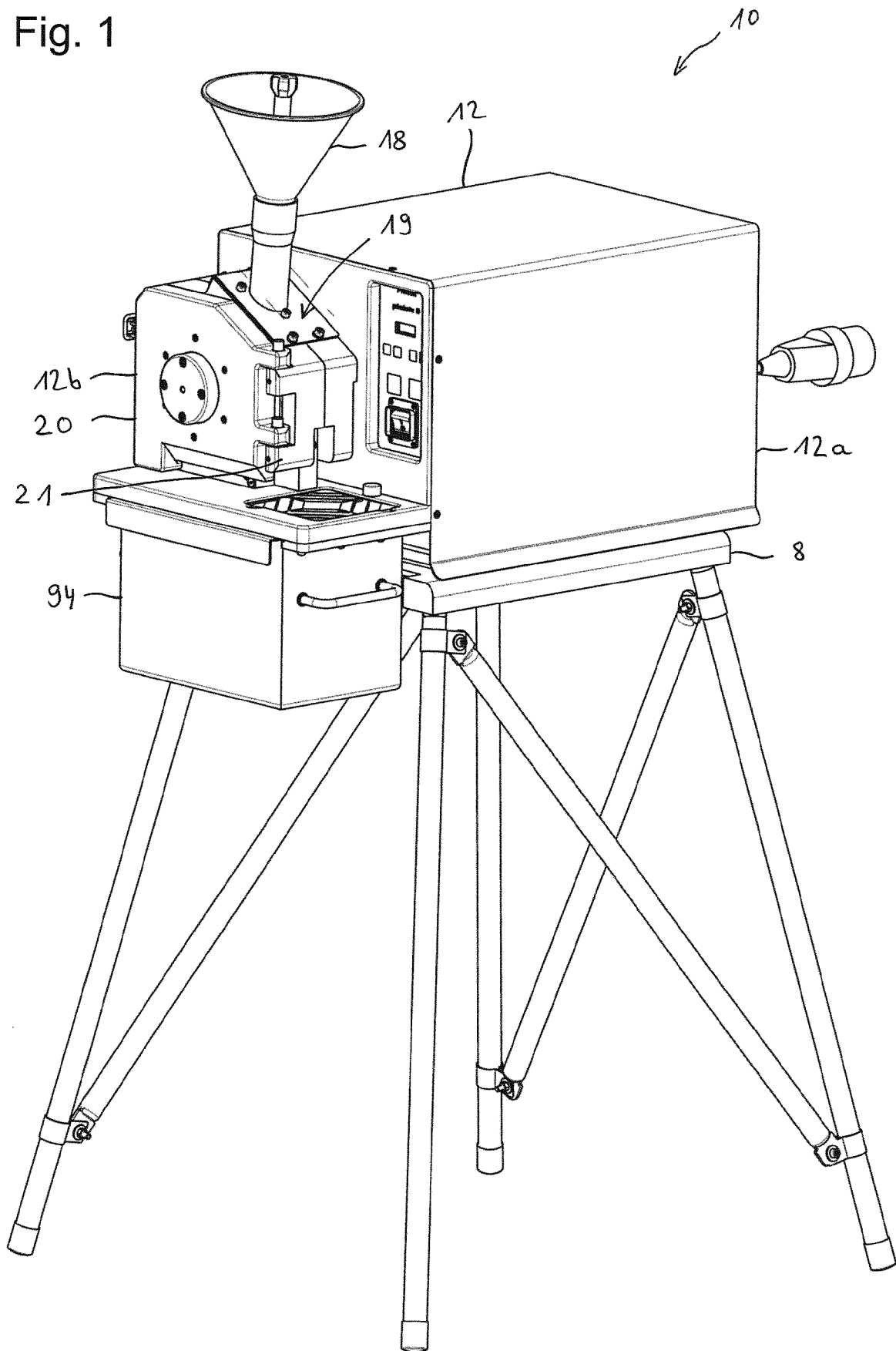




Fig. 2

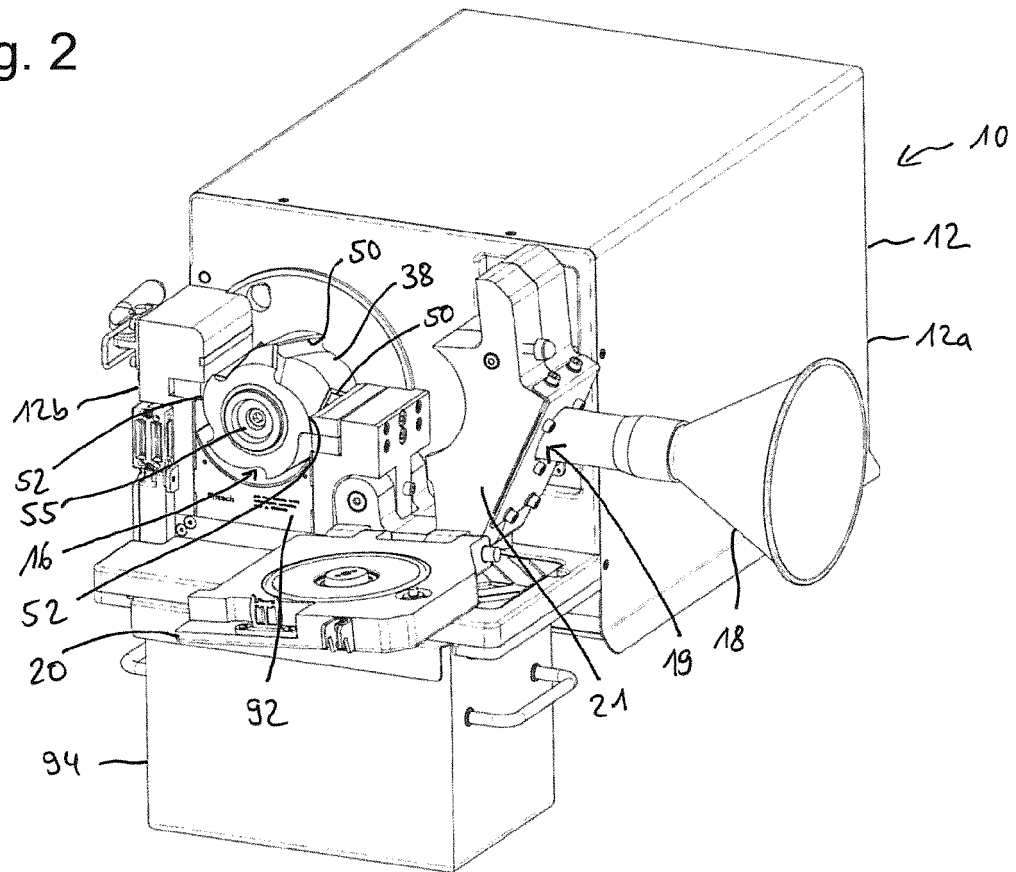


Fig. 3

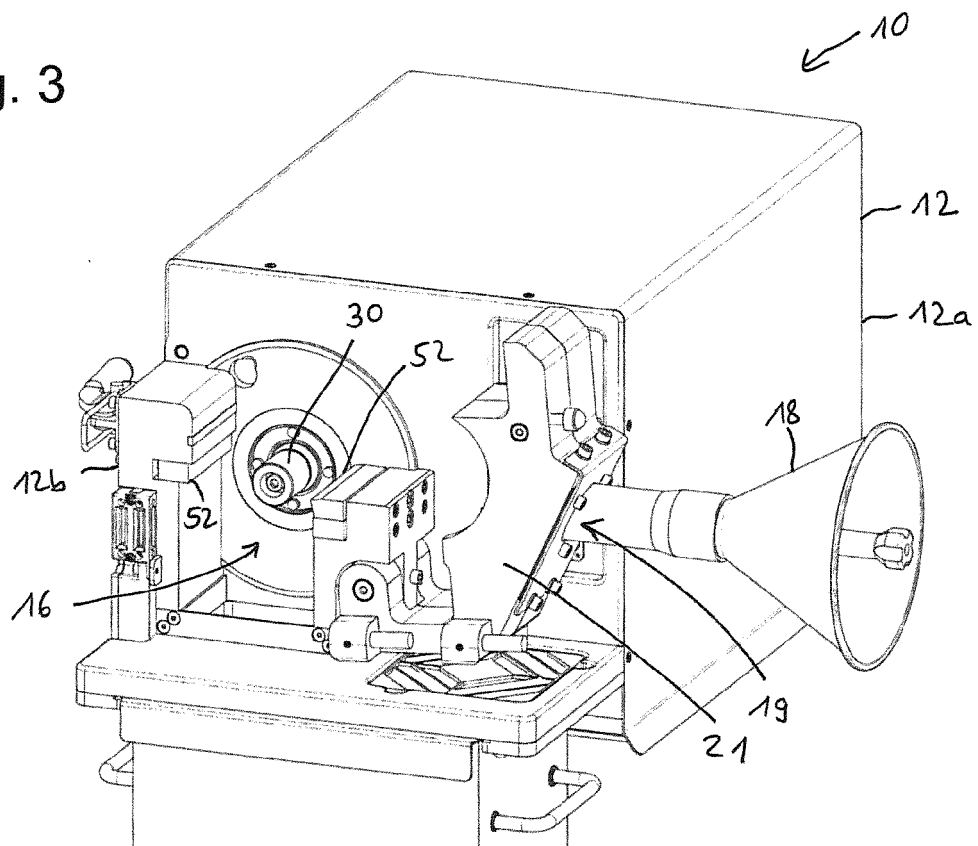


Fig. 4

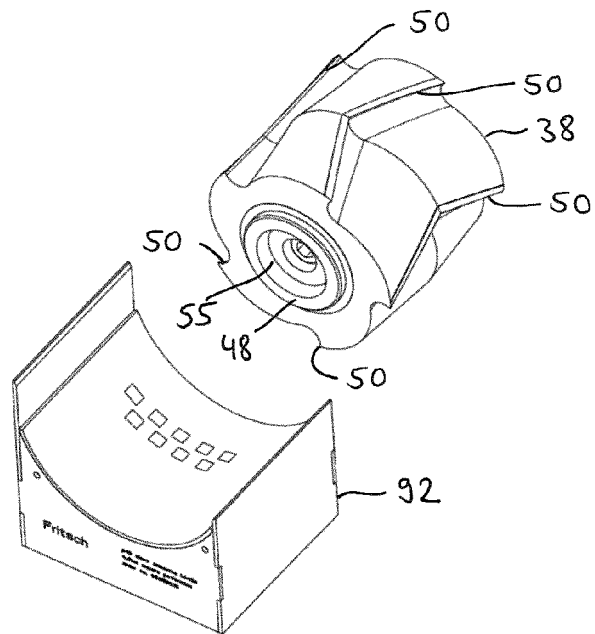


Fig. 5

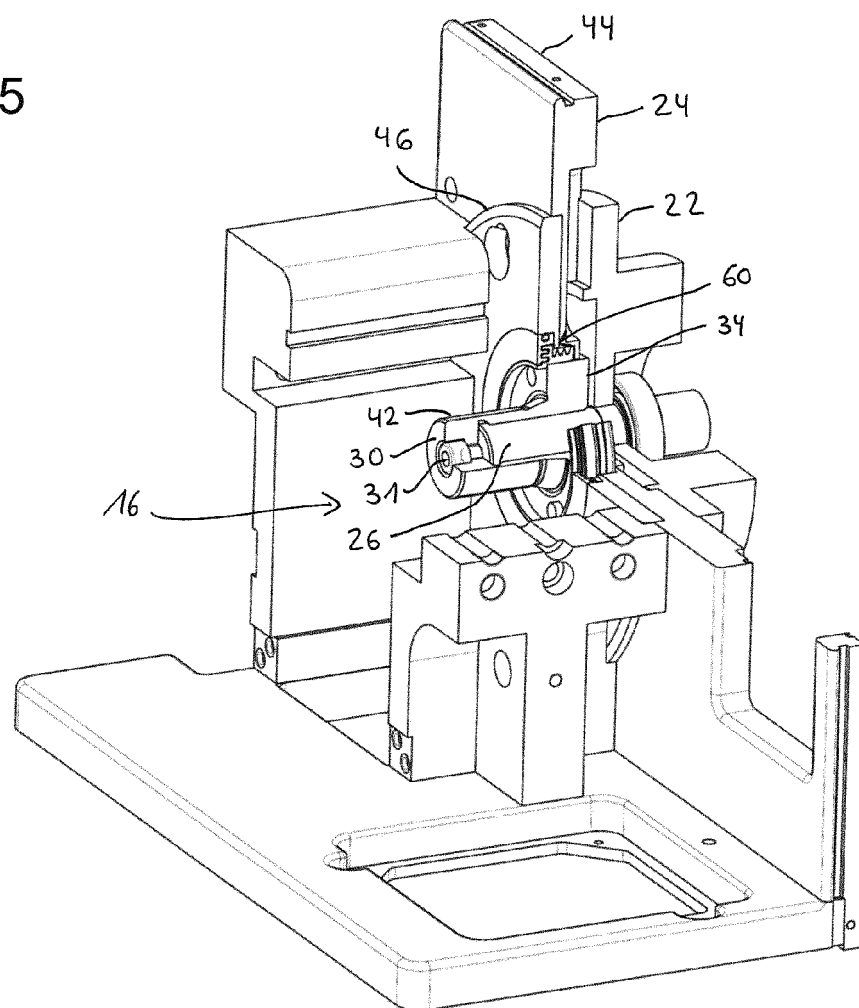


Fig. 6

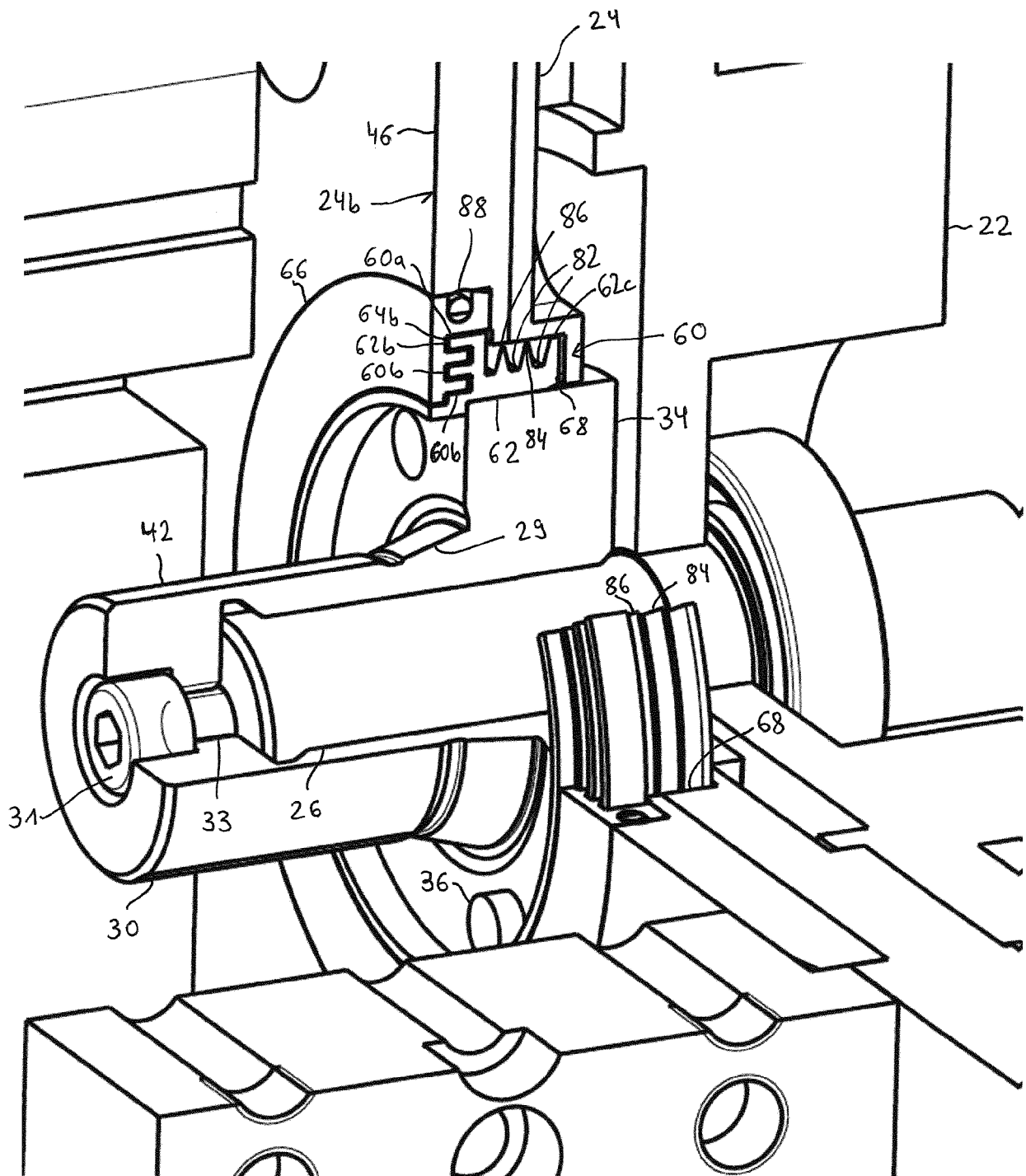


Fig. 7

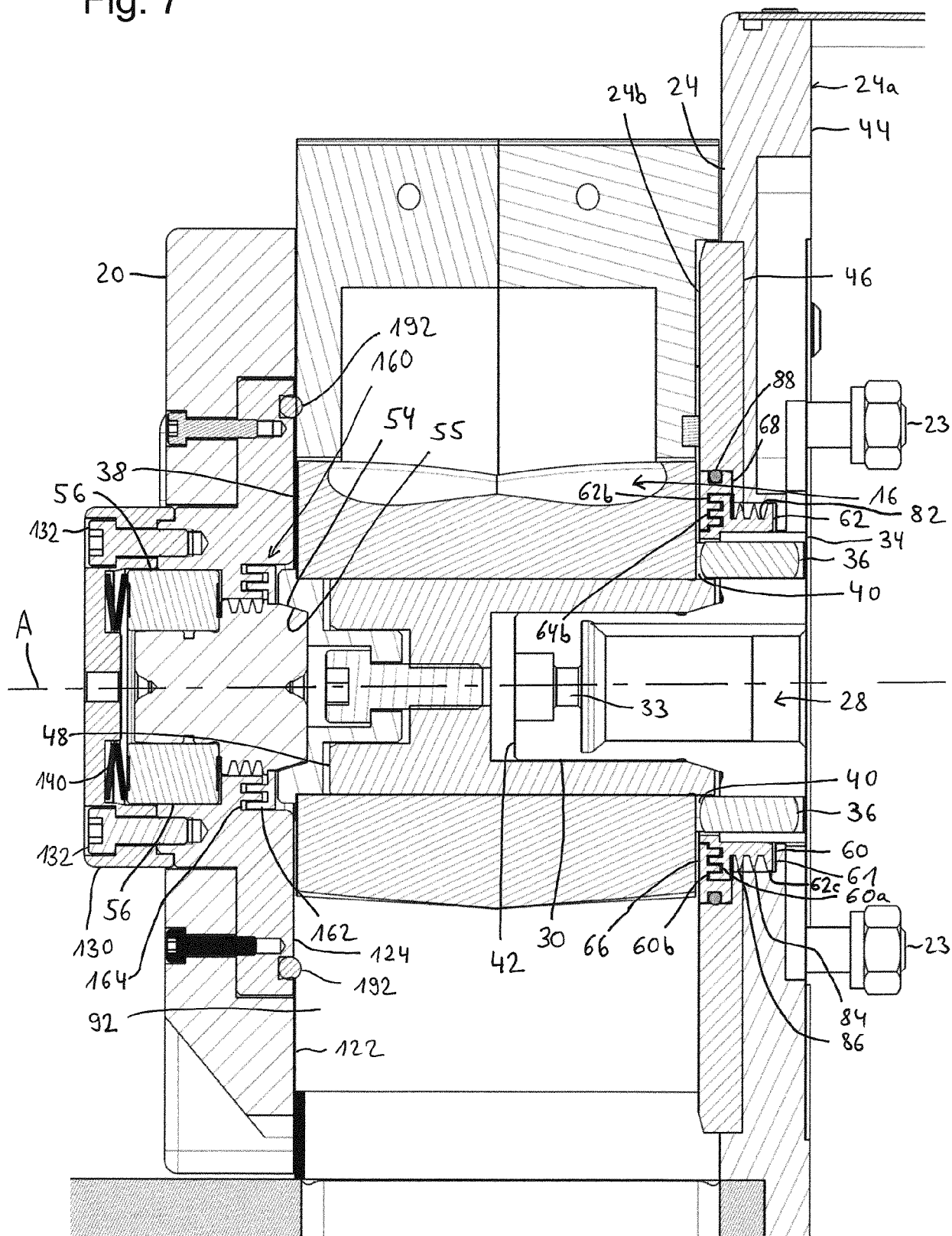


Fig. 8

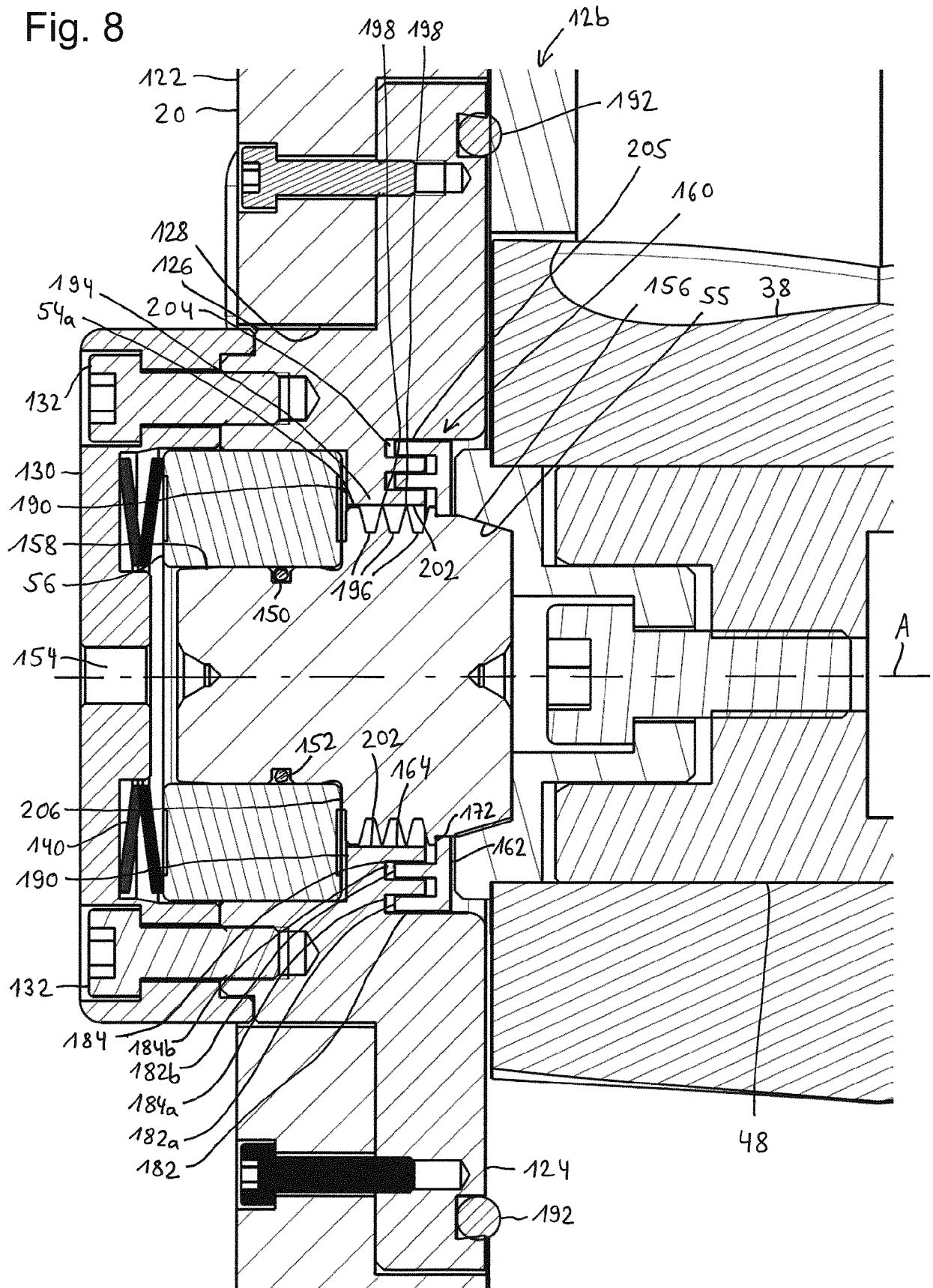


Fig. 9

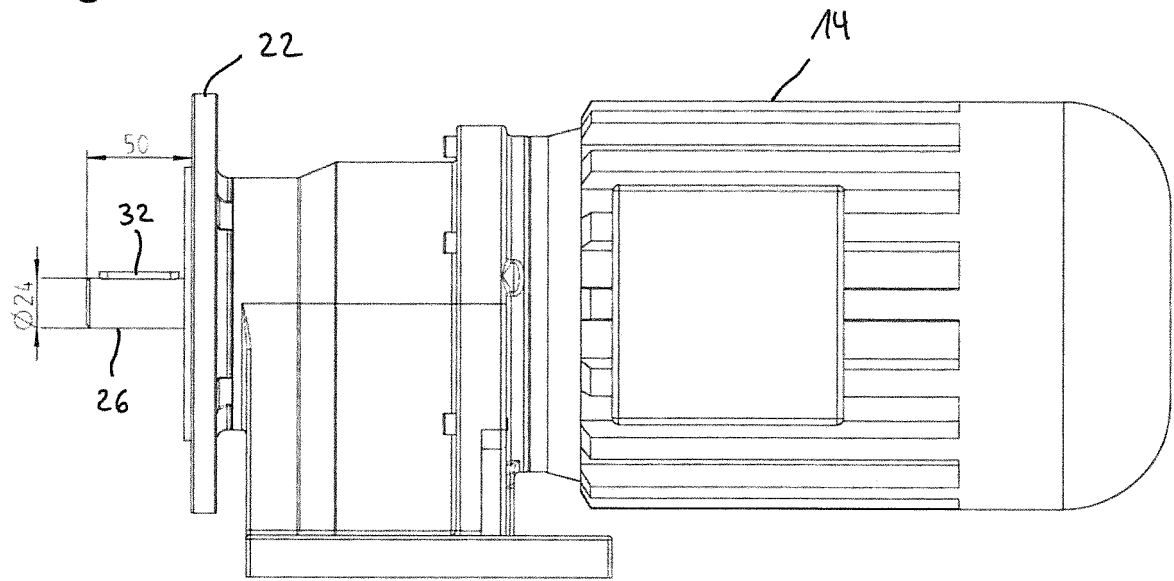


Fig. 10

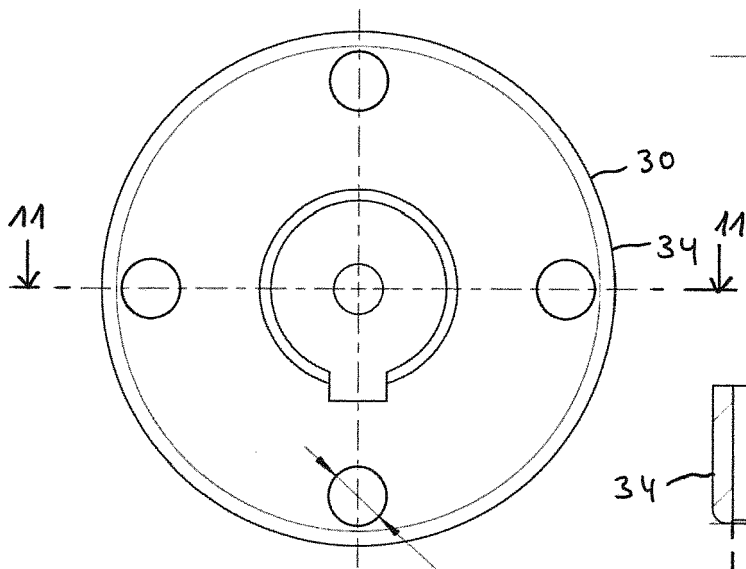


Fig. 11

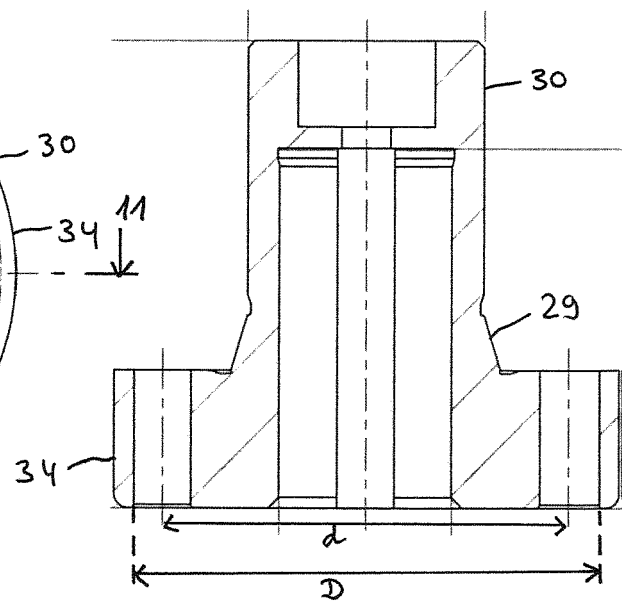


Fig. 12

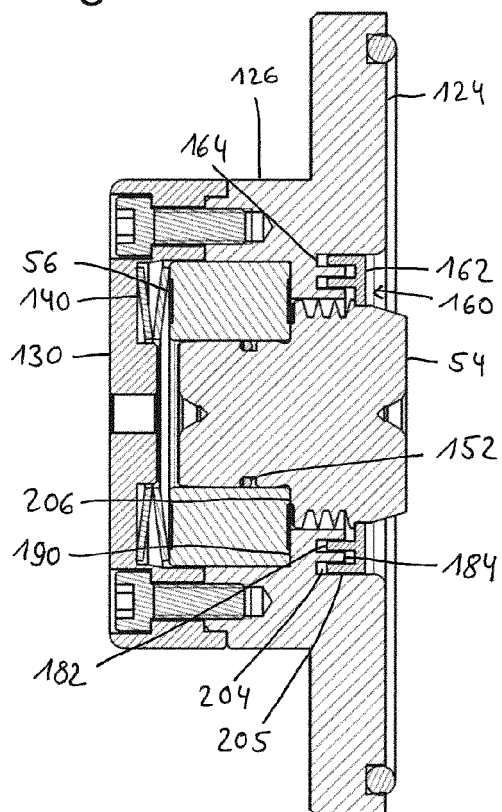


Fig. 13

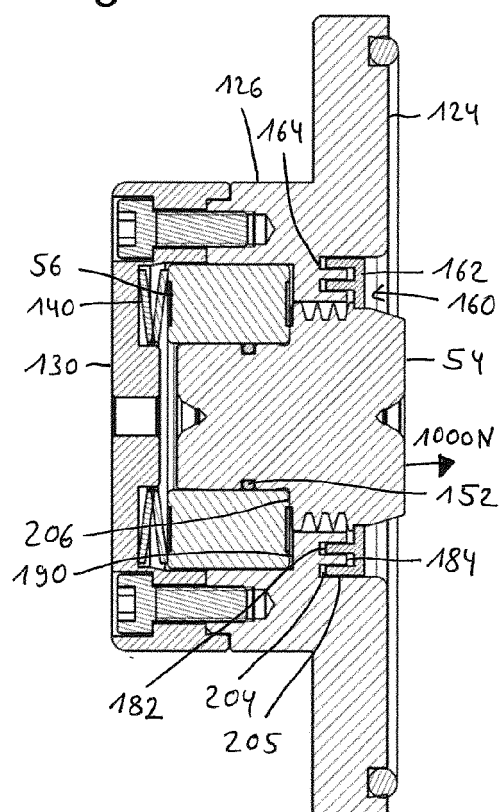
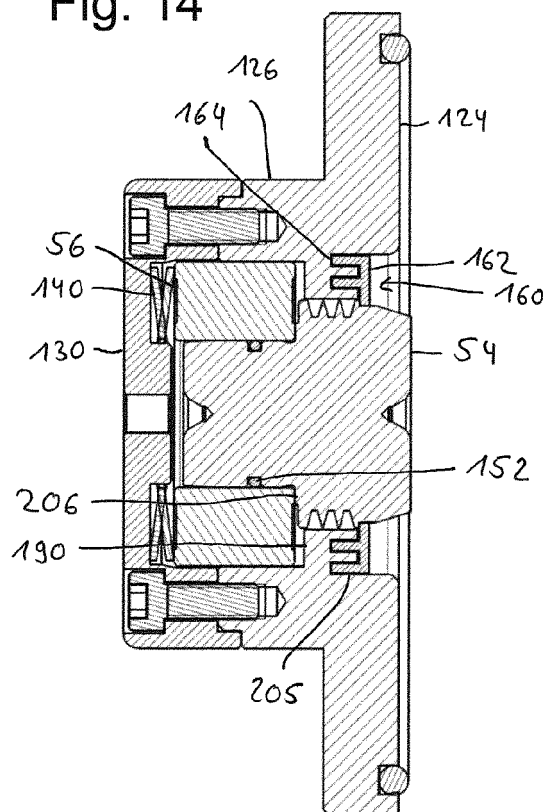


Fig. 14





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 20 20 9556

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) |
| A   | DE 297 13 097 U1 (FRITSCH GMBH<br>LABORGERÄTEBAU [DE])<br>26. November 1998 (1998-11-26)<br>* Absätze [0014], [0015]; Abbildungen<br>1,2,4 * | 1-15  | INV.<br>B02C18/14<br>B02C18/16     |
|   |  |   | RECHERCHIERTE<br>SACHGEBIETE (IPC) |
|   |  |   | B02C                               |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt   |  |   |                                    |
| Recherchenort<br><b>München</b>   |  | Abschlußdatum der Recherche<br><b>16. April 2021</b>  | Prüfer<br><b>Laurim, Jana</b>      |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |  | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                    |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



16-04-2021

|    |  |                               |                                   |                               |
|----|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 10 | Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
| 15 | DE 29713097 U1 26-11-1998 KEINE<br>-----           |                               |                                   |                               |
| 20 |  |                               |                                   |                               |
| 25 |  |                               |                                   |                               |
| 30 |  |                               |                                   |                               |
| 35 |  |                               |                                   |                               |
| 40 |  |                               |                                   |                               |
| 45 |  |                               |                                   |                               |
| 50 |  |                               |                                   |                               |
| 55 |  |                               |                                   |                               |

25