

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. Juli 2020 (23.07.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/148366 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:	20 2019 106 603.2
<i>B02C 17/08</i> (2006.01) <i>B02C 17/18</i> (2006.01)	27. November 2019 (27.11.2019) DE
(21) Internationales Aktenzeichen:	10 2019 135 467.6
PCT/EP2020/050986	20. Dezember 2019 (20.12.2019) DE
(22) Internationales Anmeldedatum:	
16. Januar 2020 (16.01.2020)	(71) Anmelder: RETSCH GMBH [DE/DE]; Retsch-Allee 1-5, 42781 Haan (DE).
(25) Einreichungssprache:	Deutsch
(26) Veröffentlichungssprache:	Deutsch
(30) Angaben zur Priorität:	(72) Erfinder: DRECHSLER, Stefan ; In den Höfen 53, 45529 Hattingen (DE). SONNTAG, Bastian ; Kolhagenstraße 38, 40593 Düsseldorf (DE).
20 2019 100 236.0	(74) Anwalt: VON ROHR PATENTANWÄLTE PART- NERSCHAFT MBB ; Rüttenscheider Straße 62, 45130 Es- sen (DE).
16. Januar 2019 (16.01.2019) DE	(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
20 2019 100 260.3	
17. Januar 2019 (17.01.2019) DE	
20 2019 102 694.4	
14. Mai 2019 (14.05.2019) DE	
20 2019 105 373.9	
27. September 2019 (27.09.2019) DE	
20 2019 106 400.5	
15. November 2019 (15.11.2019) DE	

(54) Title: BALL MILL AND GRINDING JAR FOR A BALL MILL

(54) Bezeichnung: KUGELMÜHLE UND MAHLBECHER FÜR EINE KUGELMÜHLE

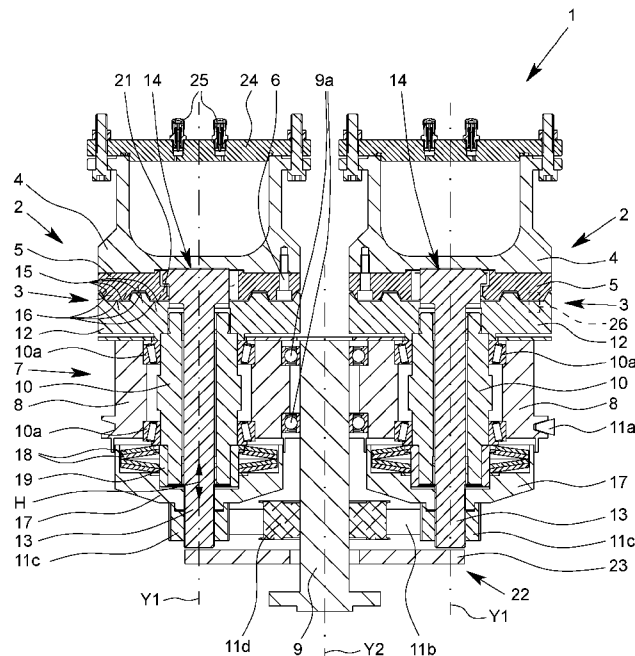


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a laboratory-scale planetary ball mill and to a corresponding grinding jar. The grinding jar is held only from below by means of a mobile clamping element and is preferably axially lifted off the clamping element to release it.

(57) Zusammenfassung: Es werden eine Planetenkugelmühle im Labormaßstab sowie ein dafür vorgesehener Mahlbecher vorgeschlagen. Der Mahlbecher wird nur von unten über ein axial bewegliches Spannelement gehalten und vorzugsweise zum Lösen axial von dem Spannelement angehoben.



WO 2020/148366 A1

KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Kugelmühle und Mahlbecher für eine Kugelmühle

Ein erster Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft eine Kugelmühle im Labor-
maßstab gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie einen Mahlbecher für ei-
5 ne Kugelmühle gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 4. Insbesondere betrifft die
Erfindung eine Kugelmühle im Labormaßstab, mit einer um eine Zentrumsachse
drehbar gelagerten Trägervorrichtung, mit wenigstens einer Mahlbecherhalterung
für wenigstens einen Mahlbecher, wobei die Mahlbecherhalterung um eine versetz-
te Planetenachse drehbar zur Trägervorrichtung gelagert ist und von dieser um die
10 Zentrumsachse mitgeführt wird, und mit einer Verspanneinrichtung mit einem
Spannelement zum axialen Verspannen des Mahlbechers gegen die Mahlbecher-
halterung und zum axialen Entspannen des Mahlbechers.

Vorschlagsgemäße Laborkugelmühlen können als Planeten- oder Fliehkraft-
15 Monokugelmühlen mit nur einer Mahlstation oder auch als Kugelmühlen mit mehre-
ren Mahlstationen ausgebildet sein, wobei die Mahlstationen vorzugsweise sym-
metrisch um die Zentrumsachse angeordnet sind, um Trägheitsmomente möglichst
gut auszugleichen.

20 Die DE 10 2012 009 987 A1 offenbart eine Laborkugelmühle. Diese weist eine Trä-
gervorrichtung auf, die um eine vertikale Zentrumsachse rotiert. An der Trägervor-
richtung sind mehrere Mahlstationen um jeweils eine parallel zur Zentrumsachse
versetzte Planetenachse drehbar zur Trägervorrichtung gelagert, wobei jede Mahl-
station eine käfigartige Aufnahmevorrichtung für zumindest einen mit Mahlgut und
25 Mahlkörpern, insbesondere Mahlkugeln, befüllbaren Mahlbecher aufweist. Jede
Aufnahmevorrichtung wird von der Trägervorrichtung um die Zentrumsachse mitge-
führt und rotiert zusätzlich – zumeist entgegengesetzt – zur Trägervorrichtung um
die jeweilige Planetenachse.

30 Die in der DE 10 2012 009 987 A1 beschriebene Laborkugelmühle weist eine Ver-
spanneinrichtung mit einem Spannelement zum axialen Verspannen eines Mahlbe-
chers in der Aufnahmevorrichtung sowie einen motorischen Antrieb für das Spann-
element auf, welcher die Verspannung des Mahlbechers in der Aufnahmevorrich-
tung automatisch betätigt. Die axiale Verspannung wird mittels einer sich quer zur
35 Planetenachse erstreckenden Exzenterwelle als Spannelement bewerkstelligt, wel-
che drehbar in der Aufnahmevorrichtung für den Mahlbecher gelagert ist. Die Ku-
gelmühle weist einen Motor auf, welcher ortsfest zu einem Gerätegehäuse außer-

halb der Trägervorrichtung befestigt ist. Der Motor treibt eine Antriebswelle an, die an ihrem Ende geschlitzt ist, um an der Exzenterwelle ankoppeln zu können. Das Ankoppeln an die Exzenterwelle ist nur dann möglich, wenn sich die Mahlstation in einer bestimmten Einsetz- und Entnahmeposition und der richtigen Drehorientierung befindet. Dann kann über den Motor die Exzenterwelle gedreht werden, wobei
5 eine axiale Höhenänderung der Exzenterwelle über eine Tellerfeder auf eine feder-
gelagerte Andruckplatte übertragen wird, die den Mahlbecher anhebt, bis er ober-
seitig mit einem Mahlbecherdeckel gegen einen Anschlag der Aufnahmevorrich-
tung anschlägt. Durch Zurückdrehen der Exzenterwelle besteht die Möglichkeit, die
10 Verspannung wieder zu lösen.

Die bekannte Kugelmühle weist einen aufwendigen konstruktiven Aufbau auf. Wei-
ter ist von Nachteil, dass eine Kupplung des Motors mit der Exzenterwelle zur Ver-
spannung/Entspannung des Mahlbechers schwierig ist. Da die Exzenterwelle in der
15 Aufnahmevorrichtung für den Mahlbecher gelagert ist, rotiert die Exzenterwelle
beim Betrieb der Kugelmühle ebenfalls, was zu Unwuchteffekten führt, die zu Vib-
rationen und erhöhtem Verschleiß führen. Durch die Ausbildung der Aufnahmevor-
richtung als starrer Käfig, ist die Zugänglichkeit zum Mahlbecher stark einge-
schränkt. Für eine Probennahme ist es stets erforderlich, den Mahlbecher aus dem
20 Käfig zu nehmen. Daher ist die Bedienung der bekannten Kugelmühle wenig be-
nutzerfreundlich.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Kugelmühle und einen Mahlbecher
für eine solche Mühle anzugeben, die einen hohen Bedienkomfort bei gleichzeitig
25 hoher Sicherheit und insbesondere eine komfortable Probennahme bei verbesser-
ter Zugänglichkeit zum Mahlbecher ermöglichen. Insbesondere das Verspannen
und Entspannen eines Mahlbechers an der Mahlbecherhalterung soll schneller
durchführbar und weniger aufwendig sein. Vorzugsweise soll die Kugelmühle einen
einfachen konstruktiven Aufbau aufweisen. Zudem soll die Unwucht beim Betrieb
30 der Kugelmühle gering sein.

Die vorgenannte Aufgabe wird durch eine Kugelmühle gemäß Anspruch 1 oder ei-
nem Mahlbecher gemäß Anspruch 4 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Er-
findung sind Gegenstand der Unteransprüche 2 und 3.

35 Ein erster Aspekt der vorliegenden Erfindung liegt darin, dass die Kugelmühle vor-
zugsweise ein Spannelement zur unterseitigen bzw. bodenseitigen Halterung des

Mahlbechers an bzw. auf einer zugeordneten Mahlbecherhalterung aufweist. Insbesondere sind die Verspanneinrichtung und die Mahlbecherhalterung zur nur unterseitigen bzw. nur bodenseitigen Aufnahme, Halterung und/oder Verspannung des Mahlbechers ausgebildet. Dies ermöglicht einen sehr einfachen Aufbau und eine sehr gute Zugänglichkeit.

Der vorschlagsgemäße Mahlbecher zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass er (nur) bodenseitig mit einem Halteabschnitt zur bodenseitigen Halterung bzw. Verspannung an oder gegen bzw. auf der zugeordneten Mahlbecherhalterung versehen ist. Hierdurch ergeben sich entsprechende Vorteile.

Vorzugsweise wird der Mahlbecher also nur unterseitig bzw. nur bodenseitig an der oder gegen die Mahlbecherhalterung gehalten und/oder ist die Mahlbecheröffnung auch im Betriebszustand – also bei auf der Mahlbecherhalterung gehaltenem Mahlbecher – frei zugänglich.

Gemäß einem zweiten, auch unabhängig realisierbaren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist das Spannelement vorzugsweise axial verstellbar zum axialen und/oder radialen Verspannen des Mahlbechers an der bzw. gegen die Mahlbecherhalterung ausgebildet. Dies gestattet ebenfalls einen einfachen Aufbau und/oder eine gute Zugänglichkeit.

Gemäß einem dritten, ebenfalls auch unabhängig realisierbaren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist das Spannelement vorzugsweise axial verstellbar zum axialen Entspannen bzw. Anheben des Mahlbechers – also zum Lösen des Mahlbechers von der Mahlbecherhalterung – ausgebildet. Dies ermöglicht eine sehr einfache und insbesondere intuitive Bedienung bzw. einen hohen Bedienkomfort.

Gemäß einem vierten, auch unabhängig realisierbaren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird das Spannelement vorzugsweise nur durch Federkraft in seiner den Mahlbecher haltenden bzw. verspannenden Position gehalten, ohne dass ein Stellantrieb, wie der Motor und die Exzenterwelle bei der DE 10 2012 009 987 A1, die notwendige Kraft bzw. Vorspannung oder axiale Zustellung bewirkt. Dies gestattet einen einfachen Aufbau und eine reproduzierbare Verspannung.

Vorzugsweise wird vorgeschlagen, das Spannelement axial verstellbar auszubilden, wobei durch Absenken des Spannelements bzw. durch axiale Bewegung des

Spannelements in eine erste Richtung eine axiale Zugkraft über das Spannelement auf wenigstens einen Mahlbecher übertragbar ist, um den Mahlbecher nach unten bzw. in die erste Richtung gegen die Mahlbecherhalterung zu ziehen bzw. den Mahlbecher axial zu verspannen. Durch Anheben des Spannelements bzw. durch

5 axiale Bewegung des Spannelements in eine zweite Richtung ist vorzugsweise eine axiale Hebekraft auf den Mahlbecher übertragbar, um den Mahlbecher von der Mahlbecherhalterung nach oben anzuheben bzw. den Mahlbecher damit axial zu entspannen. Nach dem Entspannen des Mahlbechers lässt sich dieser dann aus der Kugelmühle entnehmen.

10 Damit unterscheidet sich die erfindungsgemäße Kugelmühle grundlegend von der aus der DE 10 2012 009 987 A1 bekannten Kugelmühle, bei der das Spannelement, nämlich die Exzenterwelle, eine axiale Druckkraft auf den Mahlbecher überträgt, um den Mahlbecher nach oben gegen einen Anschlag der käfigartigen Mahlbecherhalterung zu drücken und dadurch axial zu verspannen. Bei der bekannten

15 Lösung wird dann durch Drehen der Exzenterwelle der Mahlbecher abgesenkt und damit axial entspannt.

Die erfindungsgemäß vorgesehene Verspanneinrichtung ermöglicht eine Reihe von wesentlichen Vorteilen. Zum einen wird durch die axiale Verspannung des Mahlbechers durch Ziehen des Mahlbechers nach unten die Möglichkeit einer leichten Zugänglichkeit zum Mahlbecher von oben und damit einer komfortablen Probennahme geschaffen. Zum anderen lässt sich durch Übertragung einer Zugkraft auf den Mahlbecher eine wenig aufwendige und schnell durchzuführende Verspannung und

20 25 Entspannung des Mahlbechers realisieren.

Die bei der erfindungsgemäßen Kugelmühle vorgesehene Verspanneinrichtung ist konstruktiv in einfacher Weise umsetzbar bei geringer Bauteilanzahl. Im Übrigen lässt sich eine konstruktive Ausgestaltung wählen, bei der das Spannelement bei

30 geringer Unwucht der Kugelmühle zusammen mit der Mahlbecherhalterung um die Planetenachse drehbar zur Trägervorrichtung gelagert ist und von dieser um die Zentrumsachse mitgeführt wird.

Schließlich lassen sich bei der erfindungsgemäßen Kugelmühle mehreren Mahlbecherhalterungen bzw. mehreren Mahlstationen in einfacher Weise realisieren, wobei die Mahlstationen insbesondere symmetrisch um die Zentrumsachse angeordnet sind, um Trägheitsmomente möglichst gut auszugleichen, und wobei dann je-

35

der Mahlbecherhalterung jeweils wenigstens ein Spannelement zugeordnet ist und die Spannelemente simultan entspannt werden können.

5 Die erfindungsgemäße Laborkugelmühle kann auch für im Labormaßstab große Mahlbecher, insbesondere mit einer Größe von mehr als 100 ml, mehr als 250 ml und/oder bis zu etwa 500 ml pro Mahlbecher oder auch größer einsetzbar sein und ermöglicht eine hohe Mahlleistung.

10 Es ist vorteilhaft, wenn ein Hebeantrieb zum Anheben des Spannelements und zur automatischen Betätigung der Entspannung des Mahlbechers vorgesehen ist. Die Hebekraft zum Anheben des Spannelements kann elektrisch, hydraulisch oder auch pneumatisch erzeugt werden. Die Übertragung der Hebekraft auf das Spannelement kann beispielsweise mit einem (Knie-)Hebel-Mechanismus, einem Exzenterspanner und/oder einer Spindel- oder Zahnstangenwinde erfolgen.

15 Vorzugsweise kann ein Motor eines motorischen Hebeantriebs ortsfest an einem Gerätegehäuse der Kugelmühle angebracht sein, so dass er nicht zusammen mit der Trägervorrichtung rotiert, sondern beim Betrieb der Kugelmühle feststeht. Insbesondere muss ein Motor des Hebeantriebs nicht seitlich zur Trägervorrichtung, sondern kann beispielsweise auch unterhalb der Trägervorrichtung angeordnet
20 sein. Daraus resultieren verringerte seitliche Abmessungen des Gerätegehäuses der erfindungsgemäßen Kugelmühle.

25 Ein Hebeantrieb zum Anheben des Spannelements kann darüber hinaus dazu ausgebildet sein, das Spannelement in einer Entlastungsstellung, bei der der Mahlbecher gegenüber der Mahlbecherhalterung angehoben bzw. entspannt ist, zu halten. Damit kann das Einsetzen und Entnehmen der Mahlbecher schnell und komfortabel vonstatten gehen.

30 Besonders bevorzugt betätigt der Hebeantrieb für das Spannelement lediglich die Entspannung des Mahlbechers und gegebenenfalls das Halten des Mahlbechers in einer Entlastungsstellung, nicht jedoch die Verspannung des Mahlbechers an der Mahlbecherhalterung. Die zum Verspannen des Mahlbechers über das Spannelement auf den Mahlbecher zu übertragende axiale Zugkraft wird dann nicht durch
35 den Hebeantrieb bereitgestellt. Stattdessen kann wenigstens ein gegen das Spannelement wirkendes Federelement vorgesehen sein, das beim Anheben des Spannelements elastisch verformt und vorgespannt wird. Wird dann die Kraftübertra-

gung vom Hebeantrieb auf das Spannelement beendet und die von dem Hebeantrieb übertragene Hebekraft vorzugsweise auf Null verringert, bewirkt die Federkraft des vorgespannten Federelements automatisch das Absenken des Spannelements und in der Folge die Verspannung des Mahlbechers. Das Absenken des Spannelements wird dann lediglich über das sich rückverformende Federelement bewirkt, wobei die zum Verspannen des Mahlbechers erforderliche Zugkraft vorzugsweise kleiner ist als die Rückstell- bzw. Federkraft des vorgespannten Federelements. Es versteht sich, dass zur Erhöhung der Spannkraft bzw. Zugkraft, die über das Spannelement auf den Mahlbecher übertragen wird, mehrere Federelemente vorgesehen sein können.

Grundsätzlich ist aber auch eine konstruktive Ausgestaltung nicht ausgeschlossen, bei der das Entspannen des Mahlbechers manuell betätigt wird, also die zum Anheben des Spannelements erforderliche Hebekraft und gegebenenfalls die Haltekraft zum Halten des Spannelements in einer Entlastungsstellung, bei der der Mahlbecher axial entspannt ist, manuell aufgebracht wird. Die manuelle Kraftübertragung kann beispielsweise mit einem Hebel-Mechanismus, insbesondere einem Kniehebel-Mechanismus, wie er bei Scherenwagenhebern zum Einsatz kommt, in einfacher Weise erfolgen.

Wie bereits erwähnt, kann das Spannelement bevorzugt an der Mahlbecherhalterung gehalten und/oder gelagert und mit dieser von der Trägervorrichtung um die Zentrumsachse bei Rotation der Trägervorrichtung mitgeführt werden. Das Spannelement kann als ein sich koaxial zur Planetenachse erstreckender stabförmiger Zuganker ausgebildet sein, der in einer Welle der Mahlbecherhalterung axial verschiebbar und vorzugsweise drehfest zur Welle angeordnet ist. Die Welle der Mahlbecherhalterung ihrerseits kann drehbar in einem Sonnenrad der Trägervorrichtung gelagert sein. Die Mahlbecherhalterung kann einen Mahlbecherteller aufweisen, der drehfest mit der Welle verbunden ist und gegen den der Mahlbecher mit dem Spannelement beim Verspannen des Mahlbechers angezogen wird, bis eine reibschlüssige bzw. drehfeste Verbindung zwischen dem Mahlbecher und dem Mahlbecherteller erreicht ist. Insbesondere die Ausbildung des Spannelements als stabförmiger sich entlang der Planetenachse erstreckender Zuganker trägt dazu bei, dass die erfindungsgemäße Kugelmühle bei der Rotation der Trägervorrichtung eine sehr geringe Unwucht aufweist.

Um eine Zugkraft von dem Spannelement auf den Mahlbecher übertragen zu können, kann das Spannelement form- und/oder reibschlüssig und zerstörungsfrei mit einem Mahlbecher verbindbar sein, beispielsweise über eine Bajonettverbindung.

- 5 Der Mahlbecher kann an seiner Unterseite einen Verbindungsbereich bzw. Halteabschnitt zur lösbaren Verbindung mit dem Spannelement aufweisen. Beim Einsetzen des Mahlbechers in die Kugelmühle wird der Mahlbecher von oben auf die Mahlbecherhalterung bzw. das Spannelement aufgesetzt, aufgesteckt und/oder aufgedreht. Ist eine Bajonettverbindung zwischen dem Mahlbecher und dem Spannelement vorgesehen, kann der Mahlbecher zum Ausrichten der Kontaktflächen des Bajonetts im aufgesetzten Zustand verdreht werden, bis der Mahlbecher und
10 das Spannelement mechanisch verbunden sind. Die Verbindung erfolgt dann vorzugsweise über eine Steck- und/oder Drehbewegung. Vorzugsweise ist die Bajonettverbindung so ausgebildet, dass es lediglich zu einem axialen Halten des
15 Mahlbechers an dem Zuganker kommt. Der Mahlbecher wird dann mit dem Zuganker lediglich über eine Steck-Dreh-Bewegung verbunden.

- Um eine Relativdrehung zwischen dem Spannelement und dem Mahlbecher zu verhindern, kann alternativ oder ergänzend auch eine reibschlüssige Verbindung
20 vorgesehen sein, wobei an Kontaktflächen des Spannelements und/oder Kontaktflächen des Mahlbechers eine Reibbeschichtung, beispielsweise eine Gummierung, vorgesehen sein kann. Eine solche reibschlüssige Beschichtung kann ergänzend auch dann vorgesehen sein, wenn der Mahlbecher und das Spannelement über eine Bajonettverbindung gekoppelt werden. Durch den Reibschluss wird
25 sichergestellt, dass sich der Mahlbecher nach dem Ausbilden des Bajonettverschlusses nicht ungewollt in eine Position zurückdreht, in der der Zuganker lediglich Teilbereiche einer Hinterschneidung am Mahlbecher übergreift bzw. sich Verbindungsgeometrien der Bajonettverbindung am Mahlbecher und Spannelement nur
30 bereichsweise überlagern bzw. bereichsweise über- oder hintergreifen, was zur Zerstörung des Mahlbechers führen könnte.

Eine andere Variante sieht eine Bajonettverbindung mit Magnetmitteln zum Positionieren vor.

- 35 Sofern die Kugelmühle mehrere Mahlbecherhalterungen aufweist, kann vorzugsweise für jede Mahlbecherhalterung eine entsprechende Verspanneinrichtung mit

jeweils einem Spannelement zum axialen Halten bzw. Verspannen eines Mahlbechers gegen die Mahlbecherhalterung vorgesehen sein.

5 Zum gleichzeitigen Anheben mehrerer, vorzugsweise aller, Spannelemente kann eine gemeinsame Hebeeinrichtung vorgesehen sein, wobei bei einer bevorzugten Ausführungsform die Hebeeinrichtung ein unterhalb der Trägervorrichtung und insbesondere unterhalb der Spannelemente angeordnetes Hebeelement, vorzugsweise eine Hebeplatte, aufweisen kann. Das Hebeelement kann dann beim Anheben von unten gegen die Spannelemente wirken und die zum Anheben der Spannelemente erforderliche Hebekraft und gegebenenfalls Haltekraft auf die Spannelemente übertragen. In diesem Zusammenhang kann ein gemeinsamer motorischer Antrieb für alle Spannelemente vorgesehen sein, welcher insbesondere lediglich die Entspannung der Mahlbecher und gegebenenfalls das Halten der Mahlbecher in einer Entlastungsstellung automatisch betätigt.

15 Für die Kraftübertragung eines Motors auf das Hebeelement kann eine Kupplungseinrichtung vorgesehen sein, die vorzugsweise ebenfalls unterhalb der Trägervorrichtung und insbesondere unterhalb des Hebeelements angeordnet ist. Das Gerätegehäuse der erfindungsgemäßen Kugelmühle weist dann geringe seitliche Abmessungen auf.

Es ist zweckmäßig, wenn das Hebeelement drehfest und/oder in axialer Richtung anhebbar und absenkbar im Gerätegehäuse angeordnet ist.

25 Vorzugsweise ist das Hebeelement im verspannten Zustand des Mahlbechers kinematisch von der Drehbewegung der Trägervorrichtung entkoppelt. Dies führt zu einer sehr geringen Unwucht bzw. rotierenden Masse beim Betrieb der erfindungsgemäßen Kugelmühle.

30 Das Spannelement kann zusätzlich zu der Verspannung des Mahlbechers auch eine Sicherheitsfunktion erfüllen. Diese Sicherheitsfunktion kann sich aus der Eigenschaft ergeben, dass das Spannelement bei nicht eingesetztem Mahlbecher beim Verspannen wesentlich weiter abgesenkt werden kann, als wenn der oder die Mahlbecher eingesetzt sind. In diesem Zusammenhang sieht eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung vor, dass das Spannelement in einem nicht mit einem Mahlbecher verbundenen Zustand bis zur Ausbildung einer Reib- und/oder formschlüssigen Verbindung mit der Hebeeinrichtung, insbesondere dem Hebeelement,

35

und/oder einem feststehenden Gehäuseteil der Kugelmühle absenkbar ist, um eine Drehbewegung der Trägervorrichtung abzubremesen und/oder zu blockieren. Beim Versagen der Verbindung zwischen dem Spannelement und dem Mahlbecher während der Vermahlung kann das Spannelement ebenfalls diese oder eine andere Kollisionsstellung einnehmen und eine aktive Bremsfunktion erfüllen. Damit ist eine selbstüberwachende und ausfallsichere Konstruktion möglich. Es sind keine weiteren Elemente notwendig, um zusätzlich die betriebssichere Position des Spannelements, in der das Spannelement ordnungsgemäß mit dem Mahlbecher verbunden ist, zu überwachen. Damit lassen sich Kostenvorteile erreichen.

Wie bereits oben beschrieben, ist vorzugsweise eine nach oben anschlagfreie Verspannung des Mahlbechers an der Mahlbecherhalterung vorgesehen. Mit anderen Worten bedeutet dies, dass der Mahlbecher bzw. ein Mahlbecherdeckel nicht gegen einen Anschlag der Mahlbecherhalterung gedrückt werden muss, um den Mahlbecher axial zu verspannen. Dies gewährleistet einen freien Zugang zum Mahlbecher von oben und damit eine komfortable Probennahme.

Ein Mahlraum des Mahlbechers kann in üblicher Weise durch einen mit dem Mahlbecher verbundenen Mahlbecherdeckel verschlossen sein. Der Mahlbecherdeckel kann mit dem Mahlbecher beispielsweise verschraubt sein.

Schließlich kann an der Mahlbecherhalterung wenigstens ein Verdrehsicherungselement, beispielsweise ein Sicherungsstift, für den Mahlbecher vorgesehen sein, wodurch eine Mahlbecherposition bzw. bestimmte Drehstellung des Mahlbechers relativ zum Spannelement möglich ist, in der sich der Mahlbecher mit dem Spannelement form- und/oder reibschlüssig verbinden lässt. In diesem Fall kann eine konstruktive Ausgestaltung der Verbindungsgeometrien beispielsweise derart vorgesehen sein, dass sich eine Verbindung des Verdrehsicherungselementes mit dem Mahlbecher gleichzeitig ausbildet, wenn der Mahlbecher nach dem Aufstecken und Drehen relativ zum Spannelement eine abgesenkte Stellung oder eine Stellung erreicht hat, in der die Verbindungsgeometrien einer Bajonettverbindung von Mahlbecher und Spannelement gegeneinander anschlagen und sich die Bajonettverbindung ausbildet.

Weitere Teilaspekte des ersten Aspekts der vorliegenden Erfindung betreffen eine Kugelmühle im Labormaßstab,

- wobei das Spannelement mittelbar den Mahlbecher hält bzw. an diesem angreift, und/oder
- wobei der Mahlbecher nach oben gegen ein Gerätegehäuse der Kugelmühle anschlagfrei an der Mahlbecherhalterung haltbar bzw. axial verspannbar ist, und/oder
- wobei das Spannelement form- und/oder reibschlüssig und zerstörungsfrei lösbar mit dem Mahlbecher verbindbar ist, und/oder
- wobei durch Absenken des Spannelements eine axiale Zugkraft über das Spannelement auf den Mahlbecher übertragbar ist, um den Mahlbecher nach unten gegen die Mahlbecherhalterung zu ziehen und den Mahlbecher gegen die Mahlbecherhalterung axial zu verspannen, und/oder
- wobei durch Anheben des Spannelements eine axiale Hebekraft über das Spannelement auf den Mahlbecher übertragbar ist, um den Mahlbecher von der Mahlbecherhalterung nach oben anzuheben und den Mahlbecher axial zu entspannen bzw. um den Mahlbecher von der Mahlbecherhalterung zu lösen, und/oder
- wobei wenigstens ein gegen bzw. auf das Spannelement wirkendes Federelement vorgesehen ist, wobei das Federelement beim Anheben des vorgespannt und beim Absenken des Spannelements entlastet wird, und/oder
- wobei das Spannelement an der Mahlbecherhalterung gehalten und/oder gelagert und mit dieser von der Trägervorrichtung bei der Rotation der Trägervorrichtung um die Zentrumachse mitgeführt wird, und/oder
- wobei das Spannelement als ein sich coaxial zur Planetenachse erstreckender und/oder stabförmiger Zuganker ausgebildet ist, und/oder
- wobei ein Antrieb oder eine Hebeeinrichtung zum Anheben des Spannelements und/oder des Mahlbechers vorgesehen ist, und/oder
- wobei die Hebeeinrichtung ein unterhalb der Spannelemente angeordnetes Hebeelement aufweist, wobei das Hebeelement beim oder zum Anheben vorzugsweise von unten gegen die Spannelemente wirkt, und/oder#
- wobei das Hebeelement drehfest und/oder in axialer Richtung anhebbar und absenkbar angeordnet ist und/oder dass das Hebeelement im verspannten Zustand des Mahlbechers kinematisch von der Drehbewegung der Trägervorrichtung und/oder der Drehbewegung der Mahlbecherhalterung entkoppelt ist, und/oder
- wobei das Spannelement in eine reib- und/oder formschlüssige Verbindung mit der Hebeeinrichtung und/oder einem feststehenden Gehäuseteil der Ku-

gelmühle absenkbar ist, um eine Drehbewegung der Trägervorrichtung abzubremesen und/oder zu blockieren, und/oder

- wenigstens zwei Mahlbecherhalterungen und wenigstens zwei Verspanneinrichtungen mit jeweils einem Spannelement zum axialen Verspannen oder Halten jeweils eines Mahlbechers gegen jeweils eine Mahlbecherhalterung vorgesehen sind, vorzugsweise wobei eine gemeinsame Hebeeinrichtung zum gleichzeitigen Anheben mehrerer, vorzugsweise aller, Spannelemente vorgesehen ist, und/oder
- wobei das Spannelement bzw. die Verspanneinrichtung einen Zentrierspanner aufweist oder bildet, und/oder
- wobei das Spannelement bzw. die Verspanneinrichtung mehrere über einen Umfang verteilte bzw. radial bewegbare Halteelemente zum reib- oder formschlüssigen Halten bzw. Zentrieren des Mahlbechers aufweist, und/oder
- wobei die Kugelmühle einen Mahlbecher aufweist, der bodenseitig mit einem Halteabschnitt zur bodenseitigen Halterung an oder auf der Mahlbecherhalterung versehen ist.

Weitere Teilaspekte des ersten Aspekts der vorliegenden Erfindung betreffen darüber hinaus einen Mahlbecher für eine Kugelmühle,

- wobei der Halteabschnitt ringartig oder flanschartig ausgebildet ist und/oder radial vorzugsweise nach innen vorspringt, und/oder
- wobei der Halteabschnitt eine Ausnehmung oder Umfangsnut bildet oder begrenzt, die radial nach innen offen ist.

Darüber hinaus betrifft ein zweiter Aspekt der vorliegenden Erfindung eine Kugelmühle im Labormaßstab mit einer um eine Zentrumsachse drehbar gelagerten Trägervorrichtung, mit wenigstens einer Mahlbecherhalterung für wenigstens einen Mahlbecher, wobei die Mahlbecherhalterung drehbar an und/oder in der Trägervorrichtung gelagert ist und von dieser um die Zentrumsachse mitgeführt wird und, vorzugsweise, die Mahlbecherhalterung um eine versetzte Planetenachse drehbar zur Trägervorrichtung gelagert ist, und wobei die Mahlbecherhalterung wenigstens ein Spannelement zur axialen Verspannung des Mahlbechers in und/oder an der bzw. gegen die Mahlbecherhalterung aufweist und das Spannelement bei der Drehung der Mahlbecherhalterung von der Trägervorrichtung um die Zentrumsachse mitgeführt wird. Ist die Mahlbecherhalterung selbst um eine versetzte Planetenachse drehbar zur Trägervorrichtung gelagert, so wird bei der Drehung der Mahlbe-

cherhalterung entsprechend das Spannelement von der Mahlbecherhalterung mitgeführt bzw. ist ebenfalls um die Planetenachse drehbar zur Trägervorrichtung angeordnet.

- 5 Aus der DE 10 2012 009 987 A1 ist bereits eine Laborkugelmühle mit den zuvor beschriebenen Merkmalen bekannt. Solche Kugelmühlen im Labormaßstab werden für ein breites Anwendungsspektrum, beispielsweise zum Zerkleinern und Mischen von Proben und/oder zum mechanischen Legieren eingesetzt. Mögliche Ausführungsformen von Laborkugelmühlen, insbesondere ausgebildet als Planeten- und
10 Fliehkraftkugelmühlen, sind in der DE 10 2012 009 987 A1 beschrieben.

- Insbesondere wird in der DE 10 2012 009 987 A1 eine Planeten- oder Fliehkraftkugelmühle im Labormaßstab beschrieben, bei der der Mahlbehälter in einem starren Käfig axial verspannt wird, um den Mahlbehälter in einer Mahlstation für einen
15 Mahlvorgang zu befestigen. Die axiale Verspannung wird mittels einer sich quer zur Planetenachse erstreckenden Exzenterwelle bewerkstelligt, welche drehbar in einer Aufnahmevorrichtung für den Mahlbecher gelagert ist. Die Exzenterwelle befindet sich unterhalb eines axial verschiebbaren Spannbodens. Der Spannboden kann von der Exzenterwelle um ein vordefiniertes Längenmaß nach oben gegen
20 den Mahlbehälter verspannt werden, um den Mahlbehälter in dem Käfig axial von unten gegen eine obere Querbrücke zu verspannen. Beispielsweise überträgt die Exzenterwelle die Verspannkraft mittels Nadellagern, mit denen die Exzenterwelle zwischen einem unteren Bodenteil und dem Spannboden gelagert ist, auf den Spannboden. Der Spannboden hebt über ein Federpaket eine Andruckplatte nach
25 oben, die ihrerseits einen eingesetzten Mahlbehälter zuerst gegen ein Druck-Joch bewegt, welches als Anschlag für den Mahlbecherdeckel wirkt, bis axialen Spalten aus dem System beseitigt sind. Beim weiteren Verspannen wird eine Dichtung zwischen dem Mahlbecher und dem Mahlbecherdeckel komprimiert. Ist diese bis zu einem starren Höhenanschlag komprimiert, komprimiert der Spannboden auf dem
30 restlichen Spannweg der Exzenterwelle die Tellerfedern, um die eigentliche axiale Verspannkraft für das Mahlgefäß in dem starren Käfig zu bewirken.

- Der Motor eines motorischen Antriebs für eine Verstellung bzw. Drehung der Exzenterwelle ist ortsfest an einem Gerätegehäuse angebracht und rotiert mit der
35 Trägervorrichtung nicht mit. Zum Betätigen der Exzenterwelle ist eine Kupplungseinrichtung vorgesehen, welche im Ruhezustand der Kugelmühle bei bestimmter Drehorientierung des Mahlbehälters den motorischen Antrieb an die Exzenterwelle

ankuppelt, so dass die Exzenterwelle in dem Ruhezustand von außerhalb der Trägervorrichtung betätigt werden kann. Damit können beispielsweise elektrische Zuleitungen auf die rotierende Trägervorrichtung vermieden werden und auch bei einer Mühle mit mehreren Mahlstationen wird lediglich ein Motor benötigt.

5

Die Kupplung der bekannten Labormühle umfasst mehrere zusammenwirkende Kupplungsteile des motorischen Antriebs und der Exzenterwelle, die automatisch formschlüssig ineinander greifen sollen, wenn die Mahlstation in einer Einsetz- und Entnahmeposition zu liegen kommt. Die Kupplungseinrichtung ist als Schlitzkupplung ausgebildet, bei welcher ein transversal zur Exzenterwelle verlaufender Stift in einem Schlitz einer koaxial zur Exzenterwelle verlaufenden Antriebswelle eingreift, wenn sich die Mahlstation in der Einsetz- und Entnahmeposition befindet. Im eingekuppelten Zustand kann über den Motor die Exzenterwelle gedreht werden, um das Mahlgefäß automatisch axial zu verspannen oder automatisch die Verspannung wieder zu lösen. Als Motor kann ein handelsüblicher Getriebemotor vorgesehen sein, der an einer Antriebswelle ein Drehmoment erzeugt, das auf die Exzenterwelle übertragen wird.

Der zuvor beschriebene Verspannmechanismus der bekannten Labormühle sieht mehrere Spannelemente zur axialen Verspannung eines Mahlbechers vor, die als Teil einer Mahlbecherhalterung drehbar an der Trägervorrichtung gelagert sind und von dieser um die Zentrumsachse mitgeführt werden, wenn die Trägervorrichtung gedreht wird. Die Exzenterwelle ist als Hubelement und Spannelement zum Anheben und Absenken des Spannbodens, des Federpakets und der Andruckplatte als weitere Spannelemente vorgesehen. Die Exzenterwelle dient bei der bekannten Labormühle zur Kraftweiterleitung und Kraftübertragung der motorischen Antriebskraft auf die weiteren Spannelemente. Die konstruktive Ausgestaltung des Verspannmechanismus ist aber mechanisch aufwendig. Durch die beim Mahlvorgang mit dem zur Sicherung des Mahlbehälters vorgesehenen Käfig mit rotierender Exzenterwelle und den rotierenden weiteren Spannelementen ist eine hohe Anzahl rotierender Massen vorgesehen, was den Unwuchtausgleich erschwert und beim Betrieb der bekannten Labormühle zu Betriebsstörungen führen kann. Eine große bewegte Masse des Verspannmechanismus bedingt eine größere Lagerbelastung und erfordert den Einsatz entsprechend hochwertiger, teurer Lagerkomponenten.

35

Ferner müssen sämtliche Spannkkräfte zum axialen Verspannen des Mahlbechers in dem Käfig innerhalb des Käfigs aufgenommen werden, was zu einer hohen me-

chanischen Belastung der Käfigkonstruktion führt. Aufgrund von Bauteilbelastungen und Materialermüdung kann es zu Problemen im Zusammenhang mit einer Verriegelung und einem Öffnen des Käfigs kommen.

- 5 Die für eine motorische Betätigung der Exzenterwelle erforderliche Verbindung der Exzenterwelle mit dem motorischen Antrieb über eine Kupplungseinrichtung ist ebenfalls mechanisch aufwendig, unterliegt einem erhöhten Verschleiß und ist damit wartungsintensiv. Das Einkuppeln erfordert das exakte Einhalten einer bestimmten Drehposition der Trägervorrichtung. Wird diese Drehposition nicht exakt
10 eingehalten, kann dies zu Bauteilverspannungen im Bereich der Kupplungseinrichtung bis hin zu einer völligen Blockade der Kupplungsfunktion führen, so dass die Verspannung bzw. das Lösen der Verspannung des Mahlbehälters nicht mehr vollzogen werden kann.
- 15 Weiter nachteilig ist, wenn der bekannte Verspannmechanismus bei Planeten- oder Fliehkraftkugelmøhlen mit mehreren Mahlstationen zum Einsatz kommen. So weist jede Mahlbecherhalterung eine separate Verspannanordnung gebildet aus Exzenterwelle und den weiteren Spannelementen auf. Zur Verspannung mehrerer Mahlbecher ist es erforderlich, die Mahlstationen nachfolgend jeweils in die Einsatz- und
20 Entnahmeposition zu bringen, um die Kupplung zwischen dem motorischen Antrieb und der Exzenterwelle der jeweiligen Mahlstation auszubilden und anschließend den Mahlbecher der jeweiligen Mahlstation zu verspannen. Die Verspannung mehrerer Mahlbecher ist somit sehr zeitaufwendig.
- 25 Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Laborkugelmøhle der eingangs genannten Art mit einem gegenüber dem Stand der Technik weiterentwickelten Ver- und/oder Entspannmechanismus für wenigstens einen Mahlbecher in der Mahlbecherhalterung zur Verfügung zu stellen, wobei der Ver- und/oder Entspannmechanismus in konstruktiv einfacher Weise bei hoher Betriebssicherheit die
30 Weiterleitung und Übertragung motorisch oder gegebenenfalls auch manuell erzeugter Spannkraften auf das Spannelement ermöglicht und die zur Verspannung erforderlichen Spannkraften zu einer geringeren mechanischen Belastung der Konstruktion der Mahlbecherhalterung führen. Der Ver- und/oder Entspannmechanismus soll damit wartungsarm sein und die Übertragung hoher Spannkraften zulassen.
- 35 Insbesondere soll der Ver- und/oder Entspannmechanismus die Möglichkeit bieten, bei geringem Zeitaufwand und in einer für den Benutzer einfachen und komfortab-

len Weise bei Planeten- und Fliehkraftkugelmühlen mit mehreren Mahlstationen die Verspannung der Mahlbecher in den Mahlbecherhalterungen zu bewirken.

Die vorgenannte Aufgabe wird durch eine Kugelmühle mit den Merkmalen von Anspruch 5 gelöst. Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist Gegenstand des Unteranspruchs 6.

Die erfindungsgemäße Kugelmühle weist gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung eine Hubeinrichtung als Teil eines Ver- und/oder Entspannmechanismus mit wenigstens einem Hubelement zur Übertragung einer motorisch und/oder manuell erzeugten Spannkraft auf das wenigstens eine Spannelement auf, wobei das Hubelement kinematisch von Drehbewegung der Trägervorrichtung und/oder der Drehbewegung der Mahlbecherhalterung entkoppelt ist. Es können auch mehrere Hubelemente zur Übertragung einer Spannkraft auf das Spannelement vorgesehen sein. Das Hubelement wird bei der Drehung der Trägervorrichtung nicht von der Trägervorrichtung um die Zentrumsachse mitgeführt.

Bei einem "Hubelement" im Sinne der Erfindung handelt es sich vorzugsweise um ein passives Bauteil, das zur reinen Kraftweiterleitung und/oder -übertragung einer motorischen oder manuellen Antriebskraft auf das Spannelement dient. Die Antriebskraft kann manuell aufgebracht werden oder über eine motorische Antriebseinheit. Das Hubelement befindet sich vorzugsweise im Wesentlichen unterhalb von der Mahlbecherhalterung, weiter vorzugsweise unterhalb von dem Spannelement, und dient insbesondere zur Übertragung einer axialen Hubkraft auf das Spannelement. Eine "axiale" Hubkraft im Sinne der Erfindung liegt dann vor, wenn der Kraftvektor zumindest im Wesentlichen parallel oder coaxial (gleichachsig) zur bzw. mit einer Rotationsachse der Mahlbecherhalterung und/oder einer Rotationsachse des Spannelementes ist. Nicht ausgeschlossen ist aber auch eine Ausführungsform, bei der von dem Hubelement zumindest auch oder gegebenenfalls ausschließlich horizontale bzw. radiale Kraftkomponenten auf das Spannelement übertragen werden. Nachfolgend wird die Erfindung lediglich beispielhaft und nicht abschließend im Wesentlichen für die Übertragung rein axialer Hubkräfte von dem Hubelement auf das Spannelement beschrieben.

Bei der Kraftübertragung von dem Hubelement auf das Spannelement kann das Hubelement unmittelbar gegen das Spannelement anliegen, wobei die Kraftüber-

tragung über sich berührende Kontaktflächen des Hubelementes und des Spannelementes erfolgt.

5 Im Übrigen kann das Hubelement dauerhaft mit einem motorischen Antrieb verbunden sein. Eine Verbindung mit dem motorischen Antrieb kann insbesondere auch dann vorliegen, wenn die Trägervorrichtung beim Betrieb der Kugelmühle um die Zentrumsachse rotiert.

10 Der Erfindung liegt gemäß dem zweiten Aspekt der Gedanke zugrunde, zur Übertragung der für eine Ver- und/oder Entspannung des Mahlbechers in und/oder an der Mahlbecherhalterung erforderlichen Spannkkräfte ein gegenüber der Trägervorrichtung zumindest im Wesentlichen ortsfestes Spannelement bzw. Hubelement einzusetzen, das für eine Ver- und/oder Entspannung mit wenigstens einem beim Betrieb der Kugelmühle von der Trägervorrichtung mitgeführten Spannelement der
15 Mahlbecherhalterung zusammenwirkt. Bei der aus der DE 10 2012 009 987 A1 bekannten Ausführungsform dient eine beim Betrieb der Kugelmühle mitrotierende Exzenterwelle zur Weiterleitung und Übertragung von motorisch erzeugten Spannkkräften. Hiervon abweichend sieht die Erfindung wenigstens ein Hubelement vor, das kinematisch von der Drehbewegung der Trägervorrichtung entkoppelt ist und
20 beim Betrieb der Kugelmühle feststeht. Die Erfindung lässt damit eine konstruktive Ausgestaltung des Ver- und/oder Entspannmechanismus für den Mahlbecher zu, die sich durch eine geringere Anzahl von Bauteilen auszeichnet, die beim Betrieb der Kugelmühle von der Trägervorrichtung um die Zentrumsachse mitgeführt werden. Durch geringere rotierende Massen ist eine einfache konstruktive Ausgestaltung
25 möglich, die verschleiß- und damit wartungsarm ist. Ferner lässt die Erfindung eine konstruktive Ausgestaltung des Ver- und/oder Entspannmechanismus zu, bei dem Spannkkräfte bei geringerer mechanischer Belastung insbesondere von der Mahlbecherhalterung aufgenommen werden. Der Ver- und/oder Entspannmechanismus kann darüber hinaus kupplungsfrei die Übertragung von motorisch erzeugten Spannkkräften von einem Motor auf das Spannelement vorsehen, so dass die Nachteile in Zusammenhang mit der Verwendung einer Kupplungseinrichtung bei
30 der aus der DE 10 2012 009 987 A1 bekannten Kugelmühle umgangen werden können.

35 Die Mahlbecherhalterung ist insbesondere ausschließlich zur unterseitigen bzw. bodenseitigen Halterung des Mahlbechers ausgebildet und/oder axial verstellbar zum axialen und/oder radialen Verspannen eines Mahlbechers an der bzw. gegen

die Mahlbecherhalterung und/oder zum axialen und/oder radialen Entspannen des Mahlbechers. Dies ermöglicht eine benutzerfreundliche Befestigung des Mahlbechers an, in, auf und/oder mit der Mahlbecherhalterung. Gegenüber der aus der DE 10 2012 009 987 A1 bekannten Ausgestaltung der Mahlbecherhalterung als seitlich beschickbarer Käfig besteht erfindungsgemäß die Möglichkeit eines schnelleren Wechsels des Mahlbechers und/oder auf einen schnellen Zugriff auf den Mahlbecherinnenraum durch Abnehmen des Mahlbecherdeckels.

Eine besonders einfache konstruktive Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass das Hubelement höhenverstellbar geführt und/oder gelagert ist, insbesondere lediglich im Wesentlichen parallel und/oder coaxial zu einer Längs- bzw. Rotationsachse der Mahlbecherhalterung, des Mahlbechers und/oder des Spannelements, vorzugsweise in eine zumindest im Wesentlichen vertikale Richtung. Die Hubkraft wird dann vorzugsweise lediglich durch Höhenverstellung des Hubelements auf das Spannelement übertragen, wenn diese in Kontakt kommen. Das Hubelement kann in diesem Zusammenhang beispielsweise als Hebestein ausgebildet sein, der über ein Verstell- bzw. Betätigungselement in axialer Richtung, vorzugsweise in zumindest im Wesentlichen vertikaler Richtung, höhenverstellt werden kann.

Alternativ kann auch eine Ausführungsform vorgesehen sein, bei der das Hubelement als solches quer zur Rotationsachse der Mahlbecherhalterung und/oder des Spannelements verstellbar geführt und/oder gelagert ist. Bei dieser Ausführungsform kann das Hubelement beispielsweise als Schubstange mit schräger Auflauf- fläche ausgebildet sein, wobei die Auflaufschräge bei der Verstellbewegung der Schubstange zur Übertragung von Spannkraften gegen das Spannelement zur Anlage gebracht wird und bei der Verstellbewegung das Spannelement in Abhängigkeit von der Bewegungsrichtung angehoben oder abgesenkt wird.

Bei einer weiteren alternativen Ausführungsform kann das Hubelement auch als eine Exzenterwelle ausgebildet sein, die quer zur Längs- bzw. Rotationsachse der Mahlbecherhalterung und/oder des Spannelements drehbar angeordnet ist, wobei ein Exzenterabschnitt der Exzenterwelle zur Übertragung der erforderlichen Spannkraft mit dem Spannelement in Kontakt tritt. Die Erfindung greift an dieser Stelle die aus der DE 10 2012 009 987 A1 bekannte Verwendung einer Exzenterwelle zur Übertragung von Spannkraften auf, wobei jedoch abweichend von der bekannten Kugelmühle erfindungsgemäß eine ortsfeste Anordnung der Exzenterwelle vorgeschlagen wird, bei der die Exzenterwelle kinematisch von der Drehbe-

wegung der Trägervorrichtung und/oder der Drehbewegung der Mahlbecherhalterung entkoppelt ist.

5 Schließlich kann es sich bei einem "Hubelement" im Sinne der Erfindung auch um einen Aktor oder einen Linearmotor handeln, der ein Kraftübertragungselement vorzugsweise in zumindest im Wesentlichen vertikaler Richtung gegen das Spannelement bewegt und damit die erforderliche Kraft zum Anheben bzw. Absenken auf das Spannelement überträgt. Der Aktor oder Linearmotor kann zu diesem Zweck unterhalb von dem Spannelement angeordnet sein.

10

Es ist zweckmäßig, wenn die axiale Hubkraft von dem Hubelement lediglich bei Erreichen einer bestimmten Einsetz- und/oder Entnahmeposition der Trägervorrichtung, d.h. bei Erreichen einer bestimmten Einsetz- und/oder Entnahmeposition der Mahlbecherhalterung, d.h. bei Erreichen einer bestimmten Drehorientierung der Trägervorrichtung, übertragbar ist. Die bestimmte Einsetz- und/oder Entnahmeposition ist vorzugsweise dann erreicht, wenn sich das Spannelement coaxial oberhalb von dem Hubelement befindet.

15

In einem ordnungsgemäß verspannten Zustand des Mahlbechers an und/oder in der Mahlbecherhalterung ist das Hubelement vorzugsweise von dem Spannelement beabstandet, so dass eine Relativbewegung zwischen dem Spannelement und damit der Mahlbecherhalterung einerseits und dem Hubelement andererseits in Umfangsrichtung der Kreisbahn möglich ist, entlang derer die Mahlbecherhalterung beim Betrieb der Kugelmühle bewegt wird. Das Hubelement ist dann mechanisch vom Spannelement entkoppelt, insbesondere besteht keine unmittelbare körperliche Verbindung zwischen den beiden Bauteilen.

20

25

Bei nicht oder nicht ordnungsgemäß eingesetztem Mahlbecher kann erfindungsgemäß das Spannelement derart relativ zum Hubelement absenkbar oder abgesenkt sein, dass zwischen dem Spannelement und dem Hubelement eine formschlüssige und/oder kraftschlüssige Verbindung ausgebildet wird. Das Hubelement ist dann mechanisch mit dem Spannelement gekoppelt und/oder koppelbar und kann eine Brems- oder Stoppfunktion für die Trägervorrichtung und/oder die Mahlbecherhalterung erfüllen, wenn der Mahlbecher nicht ordnungsgemäß an und/oder in der Mahlbecherhalterung gehalten ist.

30

35

Zur Kraftweiterleitung einer motorischen und/oder manuellen Antriebskraft auf das Hubelement und zur Verstellung, insbesondere zum Anheben des Hubelements, kann die Hubeinrichtung wenigstens ein Verstellelement aufweisen. Auch das Verstellelement ist dann kinematisch von der Drehbewegung der Trägervorrichtung und/oder der Drehbewegung der Mahlbecherhalterung entkoppelt. Besonders bevorzugt kann eine Verstellbewegung des Verstellelements quer zur Längsachse bzw. Rotationsachse der Mahlbecherhalterung und/oder des Spannelements zu einer Verstellbewegung des Hubelements führen. Das Verstellelement kann in diesem Zusammenhang als Spindel oder Schubstange ausgebildet sein, wobei die motorische Antriebskraft eines Antriebsmotors gegebenenfalls über eine Motorkupplung auf die Spindel oder Schubstange übertragen wird und durch Axialverstellung der Spindel oder Schubstange das Hubelement verstellt, vorzugsweise angehoben, wird. Damit wird eine konstruktiv einfache Übertragung hoher Spannkraften ermöglicht.

Als Verstellelement kann auch eine drehbar zum Hubelement angeordnete Exzenterwelle vorgesehen sein, die gegen das Hubelement wirkt, wobei das Hubelement über einen Exzenterabschnitt der Exzenterwelle angehoben werden kann.

Schließlich kann als Verstellelement auch ein Hebel vorgesehen sein, um mit einem verringerten Kraftaufwand mindestens ein Hubelement zur Übertragung von Spannkraften zu verstellen, insbesondere anzuheben.

Das Verstellelement kann dauerhaft, d.h. insbesondere bei einer Drehung der Trägervorrichtung bzw. dem Betrieb der Kugelmühle, mechanisch mit einem motorischen Antrieb verbunden sein, insbesondere kupplungsfrei. Es kann auch eine Kupplungseinrichtung zur starren, elastischen, beweglichen oder lösbaren Verbindung des Verstellelements mit einem motorischen Antrieb vorgesehen sein. Der motorische Antrieb kann vorzugsweise seitlich beabstandet von rotierenden Bauteilen und/oder vertikal unterhalb der Mahlbecherhalterung angeordnet sein. Der Antrieb ist weiter vorzugsweise ortsfest angeordnet und kinematisch von der Drehbewegung der Trägervorrichtung und/oder der Drehbewegung der Mahlbecherhalterung entkoppelt. Grundsätzlich ist auch eine manuelle Betätigung des Verstellelements über ein Verstellwerkzeug oder einen Verstellgriff möglich.

Weiter zweckmäßig ist wenigstens ein Kopplungselement zur kinematischen Kopplung des Verstellelements mit dem Hubelement vorgesehen, wobei, vorzugsweise,

das Kopplungselement durch Rotation des Verstellelements relativ zum Verstellelement verstellt werden kann. Das Kopplungselement kann beispielsweise keilförmig ausgebildet sein mit schrägen und/oder gekrümmten Auflaufflächen. Diese kommen bei der translatorischen Bewegung des Verstellelements mit dem Hubelement in Kontakt, was zum Anheben des Hubelements führen kann. Ein Gleit- oder Rollkontakt kann Reibungskräfte verringern und ermöglicht eine wenig kraftaufwendige Kopplung der Bewegung des Verstellelements über das Kopplungselement mit dem Hubelement. Auch eine reibungsarme Beschichtung und/oder eine gehärtete Auflauffläche des Kopplungselements vereinfachen die kinematische Kopplung. Eine entsprechende Auflauffläche kann auch am Hubelement vorgesehen sein. Besonders bevorzugt kann das Hubelement über wenigstens eine Rolle gegen eine schräge oder gekrümmte Auflauffläche an dem Kopplungselement anliegen, die bei der Hubbewegung des Hubelements entlang der Auflauffläche auf- bzw. abrollt.

Vorzugsweise handelt es sich bei dem Kopplungselement um ein separates Bauteil. Nicht ausgeschlossen ist aber eine Ausführungsform, bei der das Verstellelement direkt, d.h. unmittelbar, gegen das Hubelement wirkt bzw. anliegt und beispielsweise eine schräge Auflauffläche aufweist, die bei der Verstellbewegung des Verstellelements mit dem Hubelement in Wirkkontakt tritt und das Hubelement zum Übertragen der Spannkraft beispielsweise anhebt.

Vorzugsweise ist das Kopplungselement aber verstellbar auf dem Verstellelement geführt. Das Verstellelement kann in diesem Zusammenhang als Spindel mit Außengewinde ausgebildet sein und das Kopplungselement kann eine Gewindebohrung für einen Gewindeabschnitt der Spindel aufweisen. Wenn das Kopplungselement lediglich in linearer Richtung verstellbar ist, kommt es dann in Abhängigkeit von der Gewindesteigung bei einer Rotation der Gewindespindel zu einer Verstellbewegung des Kopplungselements entlang der Rotationsachse der Spindel.

Das Kopplungselement ist ebenfalls kinematisch von der Drehbewegung der Trägervorrichtung und/oder der Drehbewegung der Mahlbecherhalterung entkoppelt.

Die Hubeinrichtung kann ferner wenigstens ein Hubgehäuse umfassen, wobei das Hubelement in dem Hubgehäuse geführt und/oder gelagert ist, vorzugsweise höhenverstellbar und, weiter vorzugsweise, seitlich spielbehaftet. Das Hubgehäuse kann eine Aussparung für das Hubelement aufweisen, in der das Hubelement vor-

zugsweise axial höhenverstellbar aufgenommen ist. Es ist zweckmäßig, wenn das Hubelement in der Aussparung lose, d.h. nicht eng anliegend, aufgenommen und geführt ist. Damit ist eine Hubbewegung des Hubelements in der Aussparung ohne die Gefahr einer Verklemmung des Hubelementes möglich.

5

Es ist zweckmäßig, wenn das Hubgehäuse ebenfalls kinematisch von der Drehbewegung der Trägervorrichtung und/oder der Drehbewegung der Mahlbecherhalterung entkoppelt ist. Das Hubgehäuse als Teil der Hubeinrichtung wird dann bei der Drehbewegung der Trägervorrichtung nicht von dieser um die Zentrumsachse mitgeführt.

10

Um die Bauteilbelastungen, insbesondere von Lagern der Trägervorrichtung und/oder der Mahlbecherhalterung, gering zu halten, kann an dem Hubgehäuse wenigstens ein Widerlager- bzw. Stützabschnitt vorgesehen sein zur Ausbildung eines Widerlagers für die Mahlbecherhalterung. Die Mahlbecherhalterung kann zu diesem Zweck einen zum Widerlagerabschnitt an dem Hubgehäuse korrespondierenden Halteabschnitt aufweisen. Die Ausbildung eines Widerlagers setzt das Inkontakttreten des Widerlagerabschnitts mit dem Halteabschnitt voraus. Die Ausbildung eines Widerlagers kann insbesondere bereits vor dem Inkontakttreten des Hubelements mit dem Spannelement, auch zeitgleich oder auch erst danach erfolgen. Das Anheben des Spannelements erfolgt vorzugsweise jedoch erst nachdem der Halteabschnitt an der Mahlbecherhalterung gegen den Widerlagerabschnitt an dem Hubgehäuse anliegt.

15

20

25

Insbesondere wird durch das Widerlager für die Mahlbecherhalterung sichergestellt, dass das Hubgehäuse bei der Übertragung von Spannkraften an der Mahlbecherhalterung gehalten ist und dass sich die vom Hubelement an das Spannelement übertragenen Druckkräfte und die entgegengerichteten Kräfte am Widerlager im Wesentlichen kompensieren. Das Hubgehäuse ist dabei im Wesentlichen nicht über den Boden der Mühle abgestützt, so dass die Ver- bzw. Entspannkraften im Wesentlichen nicht über die Lagermittel der Trägervorrichtung und der Mahlbecherhalterung übertragen werden müssen. Insbesondere müssen beim Anheben des Hubelements im Wesentlichen keine vertikalen Kräfte von dem Verstellelement aufgenommen werden.

30

35

Der Halteabschnitt an der Mahlbecherhalterung kann den Widerlagerabschnitt an dem Hubgehäuse zur Ausbildung eines Widerlagers unter- und/oder hintergreifen.

Alternativ ist es möglich, dass der Widerlagerabschnitt an dem Hubgehäuse einen korrespondierenden Halteabschnitt an der Mahlbecherhalterung unter- und/oder hintergreift. Der Widerlagerabschnitt an der Mahlbecherhalterung kann in besonders vorteilhafter Weise am unteren Ende einer Planetenwelle der Mahlbecherhalterung ausgebildet sein, beispielsweise als radial nach außen überstehender Absatz. In der Planetenwelle kann ein ankerförmiges bzw. kolbenförmiges Spannelement axial- bzw. höhenverstellbar geführt sein. An dem Hubgehäuse kann eine Ausnehmung vorgesehen sein, an dem radial nach innen überstehende Vorsprünge ausgebildet sind, die den Widerlagerabschnitt an dem Hubgehäuse bilden.

Um das Widerlager auszubilden bzw. das Inkontakttreten eines Widerlagerabschnitts am Hubgehäuse und eines Halteabschnitts an der Mahlbecherhalterung, insbesondere an einer Planetenwelle der Mahlbecherhalterung, zu realisieren, kann das Hubgehäuse zur Ausbildung des Widerlagers relativ zur Mahlbecherhalterung verstellbar, insbesondere höhenverstellbar, sein. Es ist zweckmäßig, wenn die Ausbildung des Widerlagers an das Erreichen einer bestimmten zum Einsetzen/Entnehmen eines Mahlbechers vorgesehenen Drehorientierung der Trägervorrichtung gekoppelt ist. Im Übrigen ist bei einer Höhenverstellung des Hubgehäuses vorzugsweise eine entsprechende Höhenverstellbarkeit des Verstellmittels und gegebenenfalls eines mit dem Verstellmittel verbundenen Antriebs vorgesehen.

Bei der Drehung der Trägervorrichtung um die Zentrumsachse bzw. beim Betrieb der erfindungsgemäßen Kugelmühle kann eine konstruktive Ausgestaltung des Ver- und/oder Entspannmechanismus derart vorgesehen sein, dass die Mahlbecherhalterung von der Trägervorrichtung mitgeführt und frei an und/oder bereichsweise in dem Hubgehäuse vorbeibewegt wird.

Ist der Halteabschnitt ausgebildet an einem unteren Ende eines Planetenachskörpers, in dem das Spannelement höhenverstellbar geführt sein kann, kann der Planetenachskörper mit einem unteren dem Hubgehäuse zugewandten Ende in eine entsprechende Aussparung in dem Hubgehäuse eingreifen und bei der Drehbewegung der Trägervorrichtung periodisch die Aussparung durchfahren. Zu diesem Zweck kann die Aussparung in Umfangsrichtung der Trägervorrichtung beidseitig offen ausgebildet sein, so dass es beim Durchfahren des Planetenachskörpers mit dem unteren Ende durch das Hubgehäuse nicht zu einer Kollision der Bauteile kommen kann. Entsprechend sind die Halte- und Widerlagergeometrien an der Mahlbecherhalterung einerseits und dem Hubgehäuse andererseits auszugestalt-

ten. Um Kollisionen zwischen der Mahlbecherhalterung, insbesondere eines Achskörpers der Mahlbecherhalterung, und dem Hubgehäuse sicher ausschließen zu können, können beispielsweise an dem Hubgehäuse Widerlagerabschnitte ausgebildet sein, die sich lediglich über einen Teil der Breite der Aussparung und/oder
5 über einen Teil der Umfangslänge der Aussparung erstrecken und weiter vorzugsweise gegenüberliegend angeordnet sind.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann das Hubgehäuse vorzugsweise lediglich höhenverstellbar relativ zur Mahlbecherhalterung und/oder ei-
10 nes Achskörpers der Mahlbecherhalterung angeordnet und in einer Richtung quer zur Rotationsachse der Mahlbecherhalterung und/oder quer zur Rotationsachse des Spannelementes bzw. quer zur Rotationsachse der Trägervorrichtung ortsfest angeordnet sein.

15 Ist ein Kopplungselement zur Kraftübertragung auf das Hubelement vorgesehen, so kann das Kopplungselement verstellbar im und/oder an dem Hubgehäuse geführt sein und, vorzugsweise, bei einer Verstellbewegung relativ zum Hubgehäuse in einer Richtung quer zur Rotationsachse der Mahlbecherhalterung und/oder zur Rotationsachse des Spannelementes bewegt werden.

20 Die Führung des Kopplungselements in und/oder an dem Hubgehäuse kann über Rollen erfolgen. Auch ein gleitender Kontakt ist möglich. Um ein Verklemmen des Kopplungselements bei der Verstellbewegung in dem Hubgehäuse sicher ausschließen zu können, weist das Hubgehäuse eine entsprechende Führungsaus-
25 nahmung für das Kopplungselement auf, in der das Kopplungselement spielbehaftet, vorzugsweise lose und nicht eng anliegend, geführt ist. Weiter insbesondere ist eine drehfeste Führung des Kopplungselements in dem Hubgehäuse durch entsprechende Führungsgeometrien an dem Hubgehäuse und/oder an dem Kopplungselement gewährleistet. Bei Betätigung des Kopplungselements über eine
30 Spindel erfolgt dann lediglich eine Verstellbewegung des Kopplungselements relativ zum Hubgehäuse in Längsrichtung der Spindel.

Das Kopplungselement ist vorzugsweise zusammen mit dem Hubgehäuse anheb-
35 bar oder absenkbar. Vorzugsweise wird das Anheben oder Absenken des Hubgehäuses durch eine Verstellbewegung des Kopplungselements bzw. das Bewegen des Kopplungselements relativ zum Verstellelement bewirkt.

Ist als Verstellelement beispielsweise eine Gewindespindel vorgesehen, wobei das mit Gewindebohrung versehene und von der Gewindespindel durchgriffene Kopplungselement lediglich in eine Richtung verschiebbar bzw. verstellbar in dem Hubgehäuse geführt ist, so kann es bei der Bewegung des Kopplungselements durch
5 Drehung der Gewindespindel entlang der Spindelachse zum zwangsgeführten Anheben oder Absenken des Kopplungselementes und damit auch des Hubgehäuses kommen.

Beispielsweise kann die Hubeinrichtung ein bevorzugt ortsfestes Stützelement für
10 das Kopplungselement aufweisen, auf dem das Kopplungselement aufliegt und zu dem das Kopplungselement mit Hilfe des Verstellelements relativ verstellt wird. Das Stützelement kann wenigstens zwei unterschiedliche Höhenniveaus für das Kopplungselement bereitstellen, wobei das Kopplungselement mit dem Verstellelement verstellt wird und bei der Verstellung zusammen mit dem Hubgehäuse von einem
15 ersten Höhenniveau auf ein zweites Höhenniveau abgeleitet. Bei der Verstellbewegung des Kopplungselements mit dem Verstellelement kommt es dann automatisch zu einer Höhenänderung des Kopplungselements und des Verstellelements und damit auch zu einer Höhenänderung des Hubgehäuses.

Durch die erfindungsgemäß vorgesehene Hubeinrichtung mit einem Hubelement, das kinematisch von der Drehbewegung der Trägervorrichtung und/oder der Drehbewegung der Mahlbecherhalterung entkoppelt ist, kann die Hubeinrichtung zum synchronen Anheben und/oder Absenken von mehreren Spannelementen ausgebildet sein. Zu diesem Zweck kann ein Verstellelement vorgesehen sein, dessen
20 Verstellung zur Betätigung, insbesondere zum Anheben, mehrerer Hubelemente und damit zum synchronen Anheben und/oder Absenken der Spannelemente von mehreren Mahlstationen führt. Beispielsweise kann eine Gewindespindel vorgesehen sein, auf der zwei Kopplungselemente in Axialrichtung bewegbar geführt sind. Jedes Kopplungselement wirkt mit einem Hubelement zusammen, wobei die Verstellbewegung der Spindel, d.h. Rotation der Spindel um die Rotationsachse, zu einem gleichzeitigen Inkontakttreten der Kopplungselemente mit den Hubelementen
30 führt, woraufhin die Hubelemente ihrerseits mit den Spannelementen von zwei Mahlbecherhalterungen in Kontakt treten und die Spannelemente betätigen, insbesondere anheben, können. Ist das Verstellelement als Gewindespindel ausgebildet und werden die Kopplungselemente auf der Gewindespindel in Achsrichtung verstellbar geführt, so können die Kopplungselemente Gewindebohrungen und entsprechend die Gewindespindel Außengewindeabschnitte mit unterschiedlicher
35

Drehrichtung aufweisen, so dass es bei einer Drehbewegung der Gewindespindel zu einer Verstellbewegung der beiden Kopplungselemente in entgegengesetzter Richtung kommt. Beispielsweise kann eine Spindel, die einen linkssteigenden und einen rechtssteigenden Außengewindeabschnitt aufweist, als Verstellelement zusammen mit Kopplungselementen verwendet werden, die entsprechende Innengewindebohrungen mit unterschiedlichem Drehsinn aufweisen. Mit den beiden Kopplungselementen lassen sich dann in einfacher Weise zeitgleich zwei Hubelemente verstellen, insbesondere Anheben oder Absenken, die ihrerseits gegen Spannelemente von zwei Mahlstationen wirken.

Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Mühle weist wenigstens zwei Mahlbecherhalterungen und wenigstens zwei Verspanneinrichtungen mit jeweils einem Spannelement zum axialen Halten bzw. Verspannen jeweils eines Mahlbeckers an der bzw. gegen die jeweils eine Mahlbecherhalterung und/oder in der jeweils einen Mahlbecherhalterung und/oder zum axialen Entspannen auf, insbesondere wobei die gemeinsame Hubeinrichtung zum gleichzeitigen und/oder synchronen Anheben und/oder Absenken mehrerer, vorzugsweise, aller Spannelemente vorgesehen ist. Nicht ausgeschlossen ist allerdings, dass mehrere Verstellelemente vorgesehen sein können, um mehrere Kopplungselemente gegebenenfalls unabhängig voneinander verstellen zu können. Auch können die Gewindgänge gleichsinnig ausgebildet sein, so dass beide Kopplungselemente bei einer Verstellbewegung des Verstellelementes in die gleiche Richtung verstellt werden.

Weitere Teilaspekte des zweiten Aspekts der vorliegenden Erfindung betreffen darüber hinaus eine Kugelmühle im Labormaßstab,

- wobei das Verstellelement kinematisch von der Drehbewegung der Trägervorrichtung und/oder der Drehbewegung der Mahlbecherhalterung entkoppelt ist, und/oder
- wobei wenigstens ein Kopplungselement zur kinematischen Kopplung des Verstellelements mit dem Hubelement vorgesehen ist, wobei, vorzugsweise, das Kopplungselement durch Rotation des Verstellelements relativ zum Verstellelement verstellt wird, und dass das Kopplungselement kinematisch von der Drehbewegung der Trägervorrichtung und/oder der Drehbewegung der Mahlbecherhalterung entkoppelt ist, und/oder
- wobei die Hubeinrichtung wenigstens ein Hubgehäuse aufweist und dass das Hubelement in dem Hubgehäuse geführt und/oder gelagert ist, vor-

- zugsweise höhenverstellbar und, weiter vorzugsweise, seitlich spielbehaftet, und/oder
- wobei das Hubgehäuse kinematisch von der Drehbewegung der Trägervorrichtung und/oder der Drehbewegung der Mahlbecherhalterung entkoppelt ist, und/oder
 - wobei an dem Hubgehäuse wenigstens ein Widerlagerabschnitt (vorgesehen ist zur Ausbildung eines Widerlagers für die Mahlbecherhalterung, und/oder
 - wobei das Kopplungselement verstellbar in und/oder an dem Hubgehäuse geführt ist, vorzugsweise relativ zum Hubgehäuse in einer Richtung quer zur Planetenachse der Mahlbecherhalterung und/oder des Spannelements, und/oder
 - wobei das Kopplungselement zusammen mit dem Hubgehäuse anhebbar oder absenkbar ist, wobei, vorzugsweise, das Anheben oder Absenken durch eine Verstellbewegung des Kopplungselements relativ zum Verstellelement bewirkt wird, und/oder
 - wobei die Hubeinrichtung (30') zum synchronen Anheben und/oder Absenken von mehreren Spannelementen (19') ausgebildet ist.

Schließlich betrifft ein dritter Aspekt der vorliegenden Erfindung eine Kugelmühle im Labormaßstab, insbesondere in Form einer Fliehkraftkugelmühle und/oder Planetenkugelmühle, mit wenigstens einer Mahlbecherhalterung für wenigstens einen mit einem Mahlbecherdeckel verschließbaren Mahlbecher, mit einer Verspanneinrichtung mit wenigstens einem Spannelement zum axialen Halten bzw. axialen Verspannen des Mahlbechers an der bzw. gegen die Mahlbecherhalterung und/oder zum axialen Entspannen des Mahlbechers, und, vorzugsweise, mit einer um eine Zentrumsachse drehbar gelagerten Trägervorrichtung, wobei die Mahlbecherhalterung um eine versetzte Planetenachse drehbar zur Trägervorrichtung gelagert ist und von dieser um die Zentrumsachse mitgeführt wird. Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung einen Mahlbecher für eine Labormühle nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Erfindungsgemäße Laborkugelmühlen können als Planeten- oder Fliehkraft-Monokugelmühlen mit nur einer Mahlstation oder auch als Kugelmühlen mit mehreren Mahlstationen ausgebildet sein, wobei die Mahlstationen vorzugsweise symmetrisch um die Zentrumsachse angeordnet sind, um Trägheitsmomente möglichst gut auszugleichen.

Die DE 10 2012 009 987 A1 offenbart eine Laborkugelmühle. Diese weist eine Trägervorrichtung auf, die um eine vertikale Zentrumsachse rotiert. An der Trägervorrichtung sind mehrere Mahlstationen um jeweils eine parallel zur Zentrumsachse versetzte Planetenachse drehbar zur Trägervorrichtung gelagert, wobei jede Mahlstation eine käfigartige Aufnahmevorrichtung für zumindest einen mit Mahlgut und Mahlkörpern, insbesondere Mahlkugeln, befüllbaren Mahlbecher aufweist. Jede Aufnahmevorrichtung wird von der Trägervorrichtung um die Zentrumsachse mitgeführt und rotiert zusätzlich – zumeist entgegengesetzt – zur Trägervorrichtung um die jeweilige Planetenachse.

Die in der DE 10 2012 009 987 A1 beschriebene Laborkugelmühle weist eine Verspanneinrichtung mit einem Spannelement zum axialen Verspannen eines Mahlbechers in der Aufnahmevorrichtung sowie einen motorischen Antrieb für das Spannelement auf, welcher die Verspannung des Mahlbechers in der Aufnahmevorrichtung automatisch betätigt. Die axiale Verspannung wird mittels einer sich quer zur Planetenachse erstreckenden ExzenterAchskörper als Spannelement bewerkstelligt, welche drehbar in der Aufnahmevorrichtung für den Mahlbecher gelagert ist. Die Kugelmühle weist einen Motor auf, welcher ortsfest zu einem Gerätegehäuse außerhalb der Trägervorrichtung befestigt ist. Der Motor treibt eine AntriebsAchskörper an, die an ihrem Ende geschlitzt ist, um an der ExzenterAchskörper ankoppeln zu können. Das Ankoppeln an die ExzenterAchskörper ist nur dann möglich, wenn sich die Mahlstation in einer bestimmten Einsetz- und Entnahmeposition und der richtigen Drehorientierung befindet. Dann kann über den Motor die ExzenterAchskörper gedreht werden, wobei eine axiale Höhenänderung der ExzenterAchskörper über eine Tellerfeder auf eine federgelagerte Andruckplatte übertragen wird, die den Mahlbecher anhebt, bis er oberseitig mit einem Mahlbecherdeckel gegen einen Anschlag der Aufnahmevorrichtung anschlägt. Durch Zurückdrehen der ExzenterAchskörper besteht die Möglichkeit, die Verspannung wieder zu lösen.

Die bekannte Kugelmühle weist einen aufwendigen konstruktiven Aufbau auf. Weiter ist von Nachteil, dass eine Kupplung des Motors mit der ExzenterAchskörper zur Verspannung/Entspannung des Mahlbechers schwierig ist. Da die ExzenterAchskörper in der Aufnahmevorrichtung für den Mahlbecher gelagert ist, rotiert die ExzenterAchskörper beim Betrieb der Kugelmühle ebenfalls, was zu Unwuchteffekten führt, die zu Vibrationen und erhöhtem Verschleiß führen. Durch die Ausbildung der Aufnahmevorrichtung als starrer Käfig, ist die Zugänglichkeit zum Mahlbecher

stark eingeschränkt. Für eine Probennahme ist es stets erforderlich, den Mahlbecher aus dem Käfig zu nehmen. Daher ist die Bedienung der bekannten Kugelmühle wenig benutzerfreundlich.

5 Darüber hinaus ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Kugelmühle und einen Mahlbecher für eine solche Mühle anzugeben, die einen hohen Bedienkomfort bei gleichzeitig hoher Sicherheit und insbesondere eine komfortable Probenahme bei verbesserter Zugänglichkeit zum Mahlbecher ermöglichen. Insbesondere das Verspannen und Entspannen eines Mahlbechers an der Mahlbecherhalterung soll schneller durchführbar und weniger aufwendig sein. Vorzugsweise soll die
10 Kugelmühle einen einfachen konstruktiven Aufbau aufweisen. Zudem soll die Unwucht beim Betrieb der Kugelmühle gering sein.

15 Die vorgenannte Aufgabe wird durch eine Kugelmühle gemäß Anspruch 7 oder einen Mahlbecher gemäß Anspruch 10 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche 8 und 9.

20 Zur Lösung der vorgenannten Aufgabe wird gemäß einem dritten Aspekt bei einer Kugelmühle der eingangs genannten Art erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass im verspannten Zustand des Mahlbechers eine lediglich mantelseitige und/oder lediglich bodenseitige Beaufschlagung des Mahlbechers mit einer Verspannkraft und/oder Haltekraft für den Mahlbecher vorgesehen ist. Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft die von oben freie Zugänglichkeit des Mahlbecherdeckels im verspannten Zustand des Mahlbechers unter Beibehaltung des Verspannungszustands, wobei die Verspanneinrichtung derart ausgebildet ist, dass der Mahlbecherdeckel im verspannten Zustand des Mahlbechers von oben nicht mit einer Verspannkraft beaufschlagt ist.

30 Der erfindungsgemäße Mahlbecher weist zur Lösung der genannten Aufgabe wenigstens ein mantelseitiges Haltemittel für einen Anschlag an der Mahlbecherhalterung der Kugelmühle auf.

35 Der Begriff „Mahlbecher“ wird nachfolgend gleichermaßen für Mahlgefäße verwendet, deren Mahlbecher direkt an der Mahlbecherhalterung verspannt bzw. gehalten wird und solche Mahlgefäße, bei denen ein Mahlbecher über einen Mahlbecheradapter als separates Bauteil an der Mahlbecherhalterung verspannt bzw. gehalten wird.

Die Spann- und/oder Haltekraft zum axialen Verspannen bzw. Halten des Mahlbechers an der bzw. gegen die Mahlbecherhalterung wird folglich lediglich im Bereich einer Mantelfläche und/oder über den Boden des Mahlbechers aufgebracht, nicht aber über den Mahlbecherdeckel. Der Mahlbecherdeckel ist damit im verspannten Zustand deckelseitig, d.h. von oben, frei von der Verspanneinrichtung zugänglich. Damit ist eine komfortable Probenentnahme auch im verspannten Zustand des Mahlbechers möglich, ohne dass dieser von der Mahlbecherhalterung gelöst werden muss. Der Mahlbecherdeckel kann über an sich aus dem Stand der Technik bekannte Klemm- und/oder Schraubmittel mit dem Mahlbecher lösbar verbunden sein.

Die Verspanneinrichtung dient zum Halten bzw. axialen Verspannen des Mahlbechers an der bzw. gegen die Mahlbecherhalterung und/oder zum axialen Entspannen des Mahlbechers und ist damit zu unterscheiden von der Verspannung des Mahlbecherdeckels gegen den Mahlbecher, was mit an sich aus dem Stand der Technik bekannten Klemm- oder Schraubmitteln erfolgen kann.

Zum axialen Halten bzw. axialen Verspannen des Mahlbechers und/oder zum axialen Entspannen des Mahlbechers ist das Spannelement zur mantelseitigen und/oder zur unterseitigen bzw. bodenseitigen Übertragung einer Verspannkraft auf den Mahlbecher ausgebildet.

Eine einfache konstruktive Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass das Spannelement axial verstellbar ausgebildet ist zum axialen und/oder radialen Verspannen des Mahlbechers an der bzw. gegen die Mahlbecherhalterung und/oder zum axialen und/oder radialen Entspannen des Mahlbechers. Die Verstellung des Spannelements erfolgt dabei relativ zur Mahlbecherhalterung.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird das Spannelement zum Verspannen des Mahlbechers angehoben bzw. nach oben gedrückt und zum Entspannen des Mahlbechers entsprechend abgesenkt bzw. nach unten gezogen. Nicht ausgeschlossen ist aber eine konstruktive Ausgestaltung derart, dass das Spannelement zum Verspannen des Mahlbechers abgesenkt bzw. nach unten gezogen und zum Entspannen des Mahlbechers entsprechend angehoben bzw. nach oben gedrückt wird.

Das Spannelement kann über wenigstens ein Federelement federbelastet sein. Vorzugsweise wird die zum Verspannen des Mahlbechers erforderliche Spannkraft lediglich über das Federelement aufgebracht. Zum Entspannen des Mahlbechers ist es dann erforderlich, das Spannelement entgegen der Federkraft des Federelements aus einer ersten Stellung, in der der Mahlbecher verspannt ist, in eine zweite Stellung zu bewegen, in der der Mahlbecher entspannt ist. Die hierzu erforderliche Verstellkraft kann mit einem motorischen Antrieb oder auch manuell erzeugt werden. Bei einer anderen Ausgestaltung kann dagegen auch vorgesehen sein, dass die zum Verspannen des Mahlbechers erforderliche Spannkraft über einen motorischen Antrieb aufgebracht wird. Nach einer motorischen Freigabe des Spannelements, bei der vom motorischen Antrieb keine Kraftübertragung auf das Spannelement erfolgt, kann das Spannelement dann über wenigstens ein Federelement in eine Stellung gebracht werden, in der der Mahlbecher entspannt ist.

Es ist zweckmäßig, wenn die Mahlbecherhalterung wenigstens einen Anschlag als Widerlager für wenigstens ein am äußeren Umfang des Mahlbechers ausgebildetes, vorstehendes Haltemittel des Mahlbechers aufweist, wobei der Mahlbecher über den Anschlag und das Haltemittel in axialer Richtung und, vorzugsweise, in Umfangsrichtung bei der Übertragung der Verspannkraft an der bzw. gegen die Mahlbecherhalterung verspannt bzw. gehalten wird.

Die Übertragung der Verspannkraft von dem Spannelement auf den Mahlbecher führt dann dazu, dass der Haltevorsprung zusammen mit dem Mahlbecher in axialer Richtung verstellt und gegen den Anschlag gedrückt wird. Durch eine komplementäre Geometrie des Anschlags und des Haltevorsprungs kann es zur automatischen Zentrierung des Mahlbechers kommen, wenn dieser mit dem Spannelement aus einem entspannten Zustand in einen verspannten Zustand überführt wird.

Der Anschlag kann bevorzugt im Bereich des äußeren Umfangs der Mahlbecherhalterung vorgesehen sein. Die Mahlbecherhalterung kann weiter bevorzugt eine Mehrzahl von Anschlägen als Widerlager für eine Mehrzahl von Haltevorsprüngen an dem Mahlbecher aufweisen, wobei zwischen den Anschlägen ein insbesondere kreisförmiger Einsetzbereich für den Mahlbecher gebildet wird. Der Mahlbecher lässt sich dann in einfacher Weise von oben in den Einsetzbereich zwischen den Anschlägen der Mahlbecherhalterung einsetzen und nachfolgend verspannen.

- Um eine leichte Zugänglichkeit zum Mahlbecherdeckel bei hohem Bedienkomfort zu erreichen, kann der Anschlag an der Mahlbecherhalterung bezogen auf den in bzw. an der Mahlbecherhalterung gehaltenen Mahlbecher im Bereich unterhalb der halben Höhe, vorzugsweise im Bereich des unteren Drittels der Höhe des Mahlbechers, insbesondere im bodennahen Bereich des Mahlbechers, vorgesehen sein. Der Mahlbecher weist entsprechend im Bereich unterhalb der halben Höhe, vorzugsweise im Bereich des unteren Drittels der Höhe des Mahlbechers, insbesondere im bodennahen Bereich, wenigstens einen Haltevorsprung als Haltemittel auf, der im verspannten Zustand des Mahlbechers mit dem Anschlag zusammenwirkt.
- Im Bereich oberhalb des Anschlags ist der Mahlbecher dann von oben und, vorzugsweise, mantelseitig, frei zugänglich, wobei ein händischer Zugang zum Mahlbecher in diesem Bereich nicht durch Teile der Mahlbecherverspannung und/oder der Verspanneinrichtung beeinträchtigt wird.
- Darüber hinaus kann die Mahlbecherhalterung wenigstens einen weiteren Anschlag aufweisen, der eine Begrenzung einer Drehbewegung des Mahlbechers in Umfangsrichtung der Mahlbecherhalterung bewirkt. Der weitere Anschlag wirkt dazu vorzugsweise mit dem Haltemittel am äußeren Umfang des Mahlbechers zusammen. Der Haltemittel kann nach dem Einsetzen des Mahlbechers in und/oder Aufsetzen des Mahlbechers auf die Mahlbecherhalterung durch Drehen des Mahlbechers relativ zur Mahlbecherhalterung gegen den weiteren Anschlag zur Anlage gebracht werden. Damit lässt sich der Mahlbecher im entspannten Zustand durch Drehen relativ zur Mahlbecherhalterung in einfacher Weise in eine Position bringen, in der nachfolgend der Mahlbecher durch Übertragung der Verspannkraft an der bzw. gegen die Mahlbecherhalterung verspannt und, vorzugsweise, aufgrund der axialen Bewegung des Mahlbechers bei der Verspannung automatisch relativ zur Mahlbecherhalterung zentriert wird.
- Der Anschlag an der Mahlbecherhalterung und das Haltemittel am Mahlbecher können derart komplementäre Geometrien aufweisen, dass über den Anschlag und das Haltemittel eine in axialer Richtung und, vorzugsweise, in Umfangsrichtung wirkende formschlüssige Verbindung zwischen dem Mahlbecher und der Mahlbecherhalterung im verspannten Zustand des Mahlbechers erreicht wird. Damit ist eine sichere Befestigung des Mahlbechers an der Mahlbecherhalterung im verspannten Zustand gewährleistet.

Die Mahlbecherhalterung und der Mahlbecher können komplementäre Rastmittel aufweisen, wobei, vorzugsweise, die Rastmittel zur Ausbildung einer Rastverbindung bei Erreichen einer bestimmten Drehposition des Mahlbechers relativ zur Mahlbecherhalterung, und, weiter vorzugsweise, zur Ausbildung der Rastverbindung vor der Verspannung des Mahlbechers an der bzw. gegen die Mahlbecherhalterung ausgebildet sind. Beispielsweise kann an der Mahlbecherhalterung wenigstens ein Kugeldruckstück vorgesehen sein, vorzugsweise mantelseitig zum Mahlbecher, das bei Erreichen einer bestimmten Drehposition des Mahlbechers in eine Öffnung oder Vertiefung am äußeren Umfang des Mahlbechers einrastet. So lässt sich eine bestimmte Drehposition des Mahlbechers in einfacher Weise finden, wenn sich dieser noch im entspannten Zustand befindet, also noch keine Verspannkraft auf den Mahlbecher übertragen wird. Durch eine Rast- und/oder Formschlussverbindung zwischen der Mahlbecherhalterung und dem Mahlbecher lässt sich in einfacher Weise gewährleisten, dass der Mahlbecher vor der Verspannung nicht ungewollt aus einer bestimmten Drehposition relativ zur Mahlbecherhalterung bewegt wird.

Eine konstruktiv einfache Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Mahlbecherhalterung wenigstens eine am äußeren Umfang der Mahlbecherhalterung angeordnete Lasche aufweist, wobei der Anschlag in die Lasche integriert ist. Hierzu kann in der Lasche eine Ausnehmung vorgesehen sein, in die das vorstehende Haltemittel am Mahlbecher nach dem Einsetzen des Mahlbechers in und/oder Aufsetzen des Mahlbechers auf die Mahlbecherhalterung durch Drehen des Mahlbechers relativ zur Mahlbecherhalterung eindrehbar ist. Durch nachfolgendes Anheben oder Absenken des Mahlbechers relativ zur Mahlbecherhalterung kann dann das Haltemittel gegen den Anschlag in der Lasche verspannt werden.

Um die Sicherheit der erfindungsgemäßen Mühle gegen ein Lösen der Mahlbecher aus der Mühle während des Mahlbetriebes zu verbessern und um sicherzustellen, dass vor dem Betrieb der Mühle der Mahlbecher ordnungsgemäß in und/oder auf die Mahlbecherhalterung ein- bzw. aufgesetzt ist, kann ein axial verstellbarer Schieber vorgesehen sein, der mit dem Mahlbecher kinematisch koppelbar und, vorzugsweise, mit dem an dem Mahlbecher vorgesehenen Haltemittel anhebbar und/oder absenkbar ist, wobei der Schieber bei nicht oder nicht ordnungsgemäß eingesetztem Mahlbecher einen mechanischen Anschlag bildet, so dass eine Drehung der Mahlbecherhalterung ausgeschlossen ist. Damit wird eine Drehung einer

Trägervorrichtung für die Mahlbecherhalterung und damit ein nicht ordnungsgemäßer Betrieb der Labormühle wirkungsvoll verhindert.

Weitere Teilaspekte des dritten Aspekts der vorliegenden Erfindung betreffen eine Kugelmühle im Labormaßstab,

- wobei die Mahlbecherhalterung eine Mehrzahl von Anschlägen als Widerlager für den Mahlbecher aufweist, wobei zwischen den Anschlägen ein Einsetzbereich für den Mahlbecher gebildet wird, und/oder
- wobei der Mahlbecher lediglich im Bereich unterhalb der halben Höhe des Mahlbeckers, vorzugsweise im Bereich des unteren Drittels der Höhe des Mahlbeckers, weiter vorzugsweise im bodennahen Bereich, mit einer Verspannkraft und/oder Haltekraft beaufschlagt wird, und/oder
- wobei die Mahlbecherhalterung wenigstens eine am äußeren Umfang der Mahlbecherhalterung angeordnete Lasche aufweist, wobei der Anschlag in die Lasche integriert ist, und/oder
- wobei die Mahlbecherhalterung und der Mahlbecher komplementäre Rastmittel aufweisen, und dass, vorzugsweise, die Rastmittel bei Erreichen einer bestimmten Drehposition des Mahlbeckers relativ zur Mahlbecherhalterung vor der Verspannung des Mahlbeckers an der bzw. gegen die Mahlbecherhalterung zur Ausbildung einer Rastverbindung vorgesehen sind, und/oder
- wobei wenigstens ein Rastmittel in die Lasche integriert ist, und/oder
- wobei ein axial verstellbarer Schieber vorgesehen ist, der mit dem Mahlbecher kinematisch koppelbar und, vorzugsweise, über das Haltemittel an dem Mahlbecher anhebbar und/oder absenkbar ist, wobei der Schieber bei nicht oder nicht ordnungsgemäß eingesetztem Mahlbecher einen mechanischen Anschlag bildet, so dass eine Drehung der Mahlbecherhalterung ausgeschlossen ist.

Die vorgenannten Aspekte der Erfindung können unabhängig von der Absatzformierung beliebig miteinander kombiniert werden, auch wenn dies nicht explizit im Einzelnen erwähnt ist.

Die genannten Aspekte der Erfindung und die sich aus der folgenden Beschreibung ergebenden Aspekte der Erfindung können unabhängig voneinander, aber auch in beliebiger Kombination realisiert werden.

Weitere Vorteile, Merkmale, Eigenschaften und Aspekte der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand der Zeichnung.

5 Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und unter Bezugnahme auf die Figuren näher erläutert, wobei die Merkmale der Ausführungsbeispiele miteinander kombiniert werden können. Es zeigen

10 Fig. 1 einen schematischen Schnitt einer erfindungsgemäßen Kugelmühle mit zwei gegenüberliegend angeordneten Mahlstationen gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 2 eine Seitenansicht eines Spannelements zum axialen Verspannen und Entspannen eines Mahlbechers an einer Mahlstation,

15

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht des Spannelements aus Fig. 2,

Fig. 4 eine Stirnansicht des Spannelements aus Fig. 2,

20 Fig. 5 einen Schnitt einer mit einem Mahlbecher verbindbaren Hilfsscheibe, die eine Anschlussgeometrie zur Verbindung mit dem Spannelement aus Fig. 2 aufweist,

Fig. 6 eine Draufsicht auf die Hilfsscheibe aus Fig. 5,

25

Fig. 7 einen schematischen Schnitt der erfindungsgemäßen Kugelmühle mit erfindungsgemäßem Mahlbecher gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel,

30 Fig. 8 eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Kugelmühle mit zwei Mahlbecherhalterungen,

Fig. 9 eine Draufsicht der Kugelmühle aus Fig. 8,

35 Fig. 10 eine Teilschnittansicht der Kugelmühle aus Fig. 8 entlang der Schnittlinie III-III aus Fig. 2, wobei die Mahlbecherhalterungen in einem verspannten Zustand dargestellt sind,

Fig. 11 eine Teilschnittsansicht der Kugelmühle aus Fig. 8, die die rechte Mahlbecherhalterung und einen Teil einer Hubeinrichtung für die Mahlbecherhalterung in einem entspannten Zustand der Mahlbecherhalterung zeigt,

5

Fig. 12 eine Schnittansicht der Kugelmühle aus Fig. 8 entlang der Schnittlinie V-V aus Fig. 9 und

Fig. 13 die Einzelheit VI aus Fig. 12 in einer vergrößerten Ansicht,

10

Fig. 14 eine perspektivische Ansicht einer Anordnung für eine Kugelmühle, wobei die Anordnung eine Mahlbecherhalterung und eine Verspann-einrichtung umfasst, ausgebildet zum axialen Halten bzw. axialen Verspannen eines in den Fig. 17 bis 19 gezeigten Mahlbecheradapters an der bzw. gegen die Mahlbecherhalterung und zum axialen Entspannen des Mahlbechers;

15

Fig. 15 eine Draufsicht auf die Anordnung von Fig. 14,

Fig. 16 eine Schnittansicht entlang der Linie III – III aus Fig. 15, wobei ein mit der Anordnung verbundener Mahlbecheradapter für einen nicht gezeigten Mahlbecher dargestellt ist,

20

Fig. 17 eine Seitenansicht der in Fig. 14 gezeigten Anordnung aus Mahlbecherhalterung und Verspanneinrichtung in Richtung des Pfeils IV aus Fig. 14, wobei ein mit der Anordnung verbundener Mahlbecheradapter für einen nicht gezeigten Mahlbecher dargestellt ist,

25

Fig. 18 eine Schnittansicht der in Fig. 17 gezeigten Anordnung entlang der Schnittlinie V – V aus Fig. 15 und

30

Fig. 19 eine Teilschnittansicht der Anordnung aus Fig. 17 entlang der Schnittebene VI aus Fig. 18.

In den Figuren werden für gleiche oder ähnliche Teile dieselben Bezugszeichen verwendet, wobei entsprechende Eigenschaften und Vorteile erreicht werden, auch wenn eine wiederholte Beschreibung aus Vereinfachungsgründen weggelassen ist.

35

Die Fig. 1 bis Fig. 7 zeigen eine vorschlagsgemäße Kugelmühle gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung.

Fig. 1 zeigt in einem schematischen Schnitt eine vorschlagsgemäße Kugelmühle 1 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel mit ein oder mehreren, insbesondere zwei Mahlstationen 2, die vorzugsweise baugleich ausgeführt sind.

Die Kugelmühle 1 ist vorzugsweise als Labormühle bzw. Planetenkugelmühle ausgeführt.

Im Folgenden wird die Erfindung am Beispiel einer Kugelmühle 1 mit zwei Mahlstationen 2 erläutert. Die Beschreibung der Merkmale der Kugelmühle 1 ist aber nicht auf Kugelmühlen 1 mit zwei Mahlstationen 2 beschränkt, sondern gleicherweise für Laborkugelmühlen mit mehr als zwei Mahlstationen 2 oder auch für Planeten-Monokugelmühlen gültig. Aufgrund des vorzugsweise gleichen Aufbaus der Mahlstationen 2 werden nachfolgend die Merkmale und Bauelemente der Kugelmühle 1 bzw. Mahlstationen 2 primär lediglich am Beispiel der in Fig. 1 links dargestellten Mahlstation 2 beschrieben.

Die Mahlstation 2 weist eine Mahlbecherhalterung 3 für einen Mahlbecher 4 auf.

Der Mahlbecher 4 ist optional mit einer Hilfsscheibe oder einem Endstück bzw. Bodenelement 5 vorzugsweise über eine Mehrzahl von Schrauben 6 versehen bzw. fest verbunden. Der Mahlbecher 4 und die Hilfsscheibe bzw. das Bodenelement 5 können grundsätzlich auch einstückig ausgebildet sein. Dementsprechend kann entweder die Hilfsscheibe bzw. das Bodenelement 5 oder der Mahlbecher 4 die Stirnseite bzw. das Mahlbecherende bilden, mit der bzw. dem der Mahlbecher 4 auf der Mahlbecherhalterung 3 im Betriebszustand – also wie in Figur 1 gezeigt – sitzt bzw. gehalten ist.

Die Mahlbecherhalterung 3 ist um eine vertikale Planetenachse Y1 drehbar zu bzw. an einer Trägervorrichtung 7 gelagert.

Die Trägervorrichtung 7 weist ein Sonnenrad 8 auf, das um eine Zentrumsachse Y2 vorzugsweise einer zentralen Lagerwelle 9 drehbar ist und insbesondere über Lager 9a drehbar gelagert ist.

Die Mahlbecherhalterung 3 ist vorzugsweise über eine Welle 10 bzw. Lager oder Wälzlager 10a drehbar, insbesondere am oder im Sonnenrad 8 gelagert.

5 Vorzugsweise wird die Trägervorrichtung 7 bzw. das Sonnenrad 8 von einem nicht dargestellten elektrischen Antriebsmotor bzw. vorzugsweise über einen nur ange- deuteten Riemenantrieb 11a angetrieben. Bei der Rotation der Trägervorrichtung 7 bzw. des Sonnenrads 8 wird die Mahlbecherhalterung 3 um die Zentrumsachse Y2 mitgeführt.

10 Der (Dreh)Antrieb der Mahlstationen 2 bzw. Wellen 9 erfolgt vorzugsweise über eine Drehkopplung bzw. Riemenkopplung 11b, wie durch Riemenräder 11c und 11d angedeutet.

15 Die beiden Mahlstationen 2 liegen in Bezug auf die Zentrumsachse Y2 gegenüber, so dass sich deren Trägheitsmomente kompensieren.

Die Mahlbecherhalterung 3 weist vorzugsweise einen Mahlbecherteller 12 zum Halten des Mahlbechers 4 auf.

20 Zum axialen Halten bzw. Verspannen des Mahlbechers 4 gegen den Mahlbecherteller 12 bzw. die Mahlbecherhalterung 3 und/oder zum axialen Entspannen des ment 13 bzw. eine Verspanneinrichtung 14 vorgesehen. Insbesondere weist die Verspanneinrichtung 14 das Spannelement 13 auf.

25 Das Spannelement 13 erstreckt sich vorzugsweise koaxial zur Planetenachse Y1, wobei die Längsachse des Spannelements 13 und die Planetenachse Y1 zusammenfallen.

30 Das Spannelement 13 ist vorzugsweise drehfest mit der Welle 10 der Mahlbecherhalterung 3 verbunden, aber axial bewegbar auf bzw. in der Welle 10 geführt, wie schematisch durch den Pfeil bzw. die Hubbewegung H in Fig. 1 gezeigt.

35 Durch (axiales) Absenken des Spannelements 13 in die in Fig.1 gezeigte Halte- bzw. Verspannstellung lässt sich eine axiale Halte- oder Zugkraft über das Spannelement 13 und die optionale Hilfsscheibe 5 auf den Mahlbecher 4 übertragen. Die Halte- bzw. Zugkraft bewirkt, dass der Mahlbecher 4 (über die bzw. mit der Hilfs- scheibe 5) nach unten gegen den Mahlbecherteller 12 der Mahlbecherhalterung 3

gehalten bzw. gezogen und daher der Mahlbecher 4 insbesondere nur bodenseitig bzw. unterseitig gegen die bzw. an der Mahlbecherhalterung 3 gehalten bzw. axial verspannt wird.

5 Im montierten Zustand bzw. Betriebszustand – wie in Fig. 1 dargestellt – sitzt der Mahlbecher 4 bzw. die Hilfsscheibe 5, sofern vorhanden, mit dem Boden bzw. der Unterseite insbesondere mit Kontakt- und Zentrierflächen 16 auf der Mahlbecherhalterung 3 bzw. dem Mahlbecherteller 12, besonders bevorzugt auf davon gebil-

10

Insbesondere sind die Mahlbecherhalterung 3 und der Mahlbecher 4 bzw. die Kontakt- und Zentrierflächen 15, 16 derart zueinander angepasst und/oder komplementär ausgebildet, das eine radiale Zentrierung des Mahlbechers 4 auf der Mahlbecherhalterung 3 bzw. zur Planetenachse Y1 oder Welle 10 und/oder eine vorzugsweise formschlüssige Drehmitnahme bzw. Drehkopplung erfolgt. Alternativ oder

15 zusätzlich kann die Zentrierung und/oder Drehkopplung aber auch durch das axiale Halten bzw. Verspannen und/oder einen Eingriff des Spannelements 13 bzw. der Verspanneinrichtung 14 am Mahlbecher 4 bzw. dessen Hilfsscheibe 5 erfolgen. Außerdem können alternativ oder zusätzlich auch ein oder mehrere Eingriffselemente, wie ein Stift oder Verdrehsicherungselement 26, für eine gewünschte Positionierung, Zentrierung und/oder Drehkopplung zwischen dem Mahlbecher 4 bzw.

20 dessen Hilfsscheibe 5 einerseits und der Mahlbecherhalterung 3 bzw. dessen Mahlbecherteller 12 andererseits eingesetzt werden.

25

Zum Entspannen bzw. Lösen des Mahlbechers 4 von der Mahlbecherhalterung 3 wird das Spannelement 13 angehoben. Beispielsweise kann der Mahlbecher 4 dann verdreht und dadurch von einem Eingriff des Spannelements 13 bzw. der Verspanneinrichtung 14 gelöst werden.

30

Durch Anheben des Spannelements 13 wird vorzugsweise eine axiale Hebekraft über das Spannelement 13 auf den Mahlbecher 4 übertragen, was dazu führt, dass der Mahlbecher 4 (mit der Hilfsscheibe 5 sofern vorhanden) von dem Mahlbecherteller 12 der Mahlbecherhalterung 3 angehoben und/oder der Mahlbecher 4 axial gelöst bzw. entspannt wird.

35

Vorzugsweise wirkt beim Entspannen des Mahlbechers 4 von unten eine Kraft gegen das Spannelement 13 und hebt dieses relativ zu Kontakt- und Zentrierflächen 15, 16 des Mahlbechertellers 12 und der Hilfsscheibe 5 an.

5 Ein optionaler Halter oder Topf 17 dient hier der Aufnahme bzw. Halterung oder Lagerung von ein oder mehreren Federn, insbesondere Tellerfedern 18, zur axialen Vorspannung bzw. Bewegung des Spannelements 13 nach unten bzw. in die Halte- oder Verspannposition.

10 Das Spannelement 13 ist vorzugsweise mit dem Halter oder Topf 17 insbesondere fest verbunden, so dass eine Relativbewegung zwischen dem Spannelement 13 und dem Halter oder Topf 17 in axialer Richtung nicht möglich ist.

15 An der Stelle von Tellerfedern 18 können auch sonstige Mittel zur Speicherung potenzieller Energie, beispielsweise eine Gasdruckfeder, vorgesehen sein.

Beim Darstellungsbeispiel ist zwischen den Federn 18 und der Welle 10 eine optionale Hülse 19 angeordnet.

20 Das Tellerfederpaket liegt radial innenliegend vorzugsweise gegen den Innenring der in Fig. 1 gezeigten unteren Wälzlager 10a an, über das die Welle 10 in dem Sonnenrad 8 gelagert ist. Die Federn 18 können also vorzugsweise zusammen mit der Mahlbecherhalterung 3, der Welle 10 und dem Spannelement 13 sowie dem Topf und/oder dem Riemenrad 11c rotieren.

25 Beim Anheben des Spannelements 13 werden die Tellerfedern 18 vorgespannt bzw. weiter gespannt. Ist der Mahlbecher 4 (mit der Hilfsscheibe 5) ausreichend weit angehoben, so dass sich der Mahlbecher 4 mit der Hilfsscheibe 5 relativ zum Mahlbecherteller 12 drehen bzw. von diesem und/oder dem Spannelement 13 drehen bzw. der Verspanneinrichtung 14 lösen lässt, kann der Mahlbecher 4 mit der
30 Hilfsscheibe 5 aus der Kugelmühle 1 entnommen und wahlweise ein neuer Mahlbecher 4 in die Kugelmühle 1 eingesetzt werden.

35 Bei der gezeigten Ausführungsform ist das Spannelement 13 vorzugsweise über eine Bajonettverbindung mit der Hilfsscheibe 5 bzw. dem Mahlbecher 4 durch eine kombinierte Steck- und Drehbewegung verbindbar. Die Hilfsscheibe 5 bzw. der Mahlbecher 4 weist dementsprechend an der Unterseite vorzugsweise einen Ver-

bindungsbereich bzw. -abschnitt 21 zur lösbaren Verbindung mit dem Spannelement 13 bzw. für einen Eingriff oder ein Angreifen der Verspanneinrichtung 14 auf. Bevorzugte Verbindungsgeometrien von Spannelement 13 und Hilfsscheibe 5 sind in den Figuren 2 bis 6 im Einzelnen gezeigt.

5

Die Figuren 2 bis 4 zeigen das vorzugsweise als Zuganker ausgebildete Spannelement 13. An dem dem Mahlbecher 4 zugewandten Ende des Spannelements 13 weist dieses mindestens einen Eingriffsabschnitt bzw. eine erste Verbindungsgeometrie mit vorliegend vorzugsweise drei radialen Verbindungsvorsprüngen 20 auf, die in Umfangsrichtung voneinander beabstandet sind. Am Mahlbecher 4 bzw. an der Hilfsscheibe 5 ist dazu passend der Verbindungsbereich insbesondere in Form von ein oder mehreren, vorzugsweise komplementären Verbindungsvorsprüngen bzw. -abschnitten 21 vorgesehen, die beim Verbinden mit dem Spannelement 13 bzw. dessen Verbindungsvorsprüngen 20 zusammenwirken, insbesondere zum axial-formschlüssigen Halten von dem Spannelement 13 bzw. der Verspanneinrichtung 14 axial übergriffen werden.

10

15

20

25

Die Kugelmühle 1 bzw. Verspanneinrichtung 14 weist vorzugsweise eine Hebeeinrichtung 22 zum axialen Bewegen bzw. Anheben des Spannelements 13 bzw. zum automatischen Betätigen oder Bewirken der Entspannung oder des LöSENS des Mahlbechers 4 von der Mahlbecherhalterung 3 auf. Insbesondere kann die Hebeeinrichtung 22 mit einer axialen Kraft (Hebekraft) auf das Spannelement 13, beispielsweise mittels eines Hebeelements 23, einwirken, wobei in Fig. 1 die Spannelemente 13 nur im abgesenkten Zustand bzw. im verspannten oder die Mahlbecher 4 haltenden Zustand dargestellt sind.

30

35

Das Verbinden des Mahlbechers 4 mit dem Spannelement 13 erfolgt durch Aufsetzen des Mahlbechers 4 (mit der Hilfsscheibe 5) auf die Kontakt- und Zentrierflächen 15 an der Oberseite des Mahlbechertellers 12, wobei der Mahlbecher 4 mit der Hilfsscheibe 5 zur Ausbildung einer Bajonettverbindung (zum axial fluchtenden Ausrichten bzw. Übergreifen der Verbindungsvorsprünge 20, 21) im aufgesetzten Zustand relativ zu dem Mahlbecherteller 12 verdreht wird. Vorzugsweise muss dazu der Mahlbecher 4 mit der Hilfsscheibe 5 von dem Mahlbecherteller 12 – insbesondere mit dem Spannelement 13 – nach oben angehoben und axial entspannt sein.

Anschließend wird das Spannelement 13 abgesenkt bzw. die gegen das Spannelement 13 wirkende Hebekraft zum Anheben des Spannelements 13 zurückgenommen, so dass die Tellerfedern 18 bzw. Verspanneinrichtung 14 den Mahlbecher 4 über die Hilfsscheibe 5 und das Spannelement 13 (aufgrund der zwischen
5 der Hilfsscheibe 5 und dem Spannelement 13 gebildeten Bajonettverbindung) auf den Kontakt- und Zentrierflächen 15 des Mahlbechertellers 12, also an der Mahlbecherhalterung 3, festlegen, halten bzw. verspannen. Der Entnahmeprozess des Mahlbechers 4 gestaltet sich entsprechend in umgekehrter Reihenfolge.

10 Zum (gleichzeitigen) Anheben eines, mehrerer oder aller Spannelemente 13 ist eine Hebeeinrichtung 22 vorgesehen, die vorzugsweise ein unterhalb der Spannelemente 13 angeordnetes und beispielhaft als Hebeplatte ausgebildetes Hebeelement 23 aufweist. Durch Anheben des Hebeelements 23 ist es möglich, simultan
15 eine ausreichende Hebekraft zum Anheben aller Spannelemente 13 zu übertragen und simultan mehrere Mahlbecher 4, insbesondere alle Mahlbecher 4, gleichzeitig zu entspannen. Die Realisierung einer positionsunabhängigen Entspannung der Mahlbecher 4 ist so in einfacher Weise möglich.

Zum Anheben des Hebeelements 23 bzw. Spannelements 13 bzw. für die Hebeeinrichtung 22 kann ein elektrischer, hydraulischer und/oder auch pneumatischer Antrieb vorgesehen sein. Der Antrieb dient dann zur automatischen Betätigung der
20 Entspannung der eines, mehrerer oder aller Mahlbecher 4 und ist, vorzugsweise, dazu ausgebildet, die Spannelemente 13 in einer Entlastungsstellung, in der die Mahlbecher 4 axial entspannt sind, zu halten. Damit ist das Einsetzen und Entnehmen der Mahlbecher 4 in einfacher und komfortabler Weise möglich. Die Mahlbecher 4 können gleichzeitig im eingesetzten Zustand geöffnet werden und erlauben somit eine komfortable Probennahme zu einem beliebigen Zeitpunkt der Ver
25 mahlung. Hierzu müssen die Mahlbecher 4 nicht entnommen werden.

30 Der Antrieb mit den Antriebselementen, wie einem Elektromotor, kann unterhalb des Hebeelements 23 angeordnet sein.

Grundsätzlich ist aber auch eine manuelle Erzeugung der Hebekraft möglich.

35 Zur Übertragung der Hebekraft für die Entspannung der Mahlbecher 4 auf das Hebeelement 23 kann bei einer ortsfesten Positionierung der Hebeeinrichtung 22 eine Vielzahl unterschiedlicher Mechanismen genutzt werden. Beispielsweise kann die

Hebekraft eines Antriebs mit einem Kniehebel-Mechanismus, einer Kupplung mit Exzenterstapfen oder einem Spindel- oder Zahnstangenwinde an das Hebeelement 23 übertragen werden.

5 Das Hebeelement 23 ist vorzugsweise lediglich im entspannten Zustand der Mahlbecher 4 mit den Spannelementen 13 verbunden. Wenn die Mahlbecher 4 verspannt sind, ist der Mechanismus, welcher die Hebekraft auf die Spannelemente 13 ausübt, dagegen vorzugsweise vollständig von der Rotation der Bauteile der Kugelmühle 1 entkoppelt. Durch weniger rotierende Bauteile wird die Unwucht bzw.
10 rotierende Masse beim Betrieb der Kugelmühle 1 deutlich verringert.

Die zum Verspannen der Mahlbecher 4 an den Mahlbecherhalterungen 3 erforderliche Zugkraft wird vorzugsweise ausschließlich über die Tellerfedern 18 erzeugt und auf die Spannelemente 13 übertragen. Der zum Anheben der Spannelemente
15 13 und zur axialen Entspannung der Mahlbecher 4 vorgesehene Antrieb leistet dann keinen Beitrag zu der für die Verspannung der Mahlbecher 4 erforderlichen Zug- bzw. Spannkraft.

Wie bereits oben erläutert, ist der Antrieb also vorzugsweise nicht beteiligt an dem
20 Verspannen der Mahlbecher 4.

Im Übrigen erstreckt sich das Hebeelement 23 in radialer Richtung vorzugsweise nicht über die Spannelemente 13 hinaus, jedenfalls vorzugsweise nicht in radialer Richtung über das Sonnenrad 8 hinaus. Daraus resultiert eine platzsparende Bauweise der Kugelmühle 1. Darüber hinaus sind die Antriebskomponenten des Antriebs zur Erzeugung der Hebekraft vorzugsweise unterhalb des Hebeelements 23
25 angeordnet und nicht seitlich. Auch dies trägt zu einer geringen Baugröße der Kugelmühle 1 in seitlicher Richtung bei.

30 Die Zugänglichkeit zu den Mahlstationen 2 ist für den Benutzer sehr gut. Aufgrund der wenig offenliegenden Bauteile wird die Reinigung der Bauteile der Kugelmühle 1 vereinfacht.

Zum Betrieb wird der Mahlbecher 4 vorzugsweise durch einen Mahlbecherdeckel
35 24 verschlossen, der vorzugsweise verschraubt wird. Im Mahlbecherdeckel 24 sind vorzugsweise ein oder mehrere Ventile 25 vorgesehen.

Die Spannelemente 13 können neben der Verspannung der Mahlbecher 4 auch eine Sicherheitsfunktion erfüllen. Hier besteht die konstruktive Möglichkeit, dass die Spannelemente 13 bei nicht eingesetzten Mahlbechern 4 beim Verspannen wesentlich weiter durch die Tellerfedern 18 nach unten gezogen werden, als wenn der oder die Mahlbecher 4 eingesetzt sind. Unter „Einsetzen“ im Sinne der Erfindung ist das Aufsetzen des jeweiligen Mahlbeckers 4 (mit der Hilfsscheibe 5) auf die Kontakt- und Zentrierflächen 15 des Mahlbechertellers 12 zu verstehen. Wenn also wenigstens ein Mahlbecher 4 oder auch mehrere Mahlbecher 4 nicht eingesetzt sind, kann das jeweilige Spannelement 13 weiter abgesenkt werden, so dass das Spannelement 13 in eine reib- und/oder formschlüssige Verbindung mit der Hebeeinrichtung 22, insbesondere mit dem Hebeelement 23, und/oder mit einem feststehenden Gehäuseteil der Kugelmühle 1 gelangen und somit ein Anlaufen der Kugelmühle 1 durch mechanisches Blockieren der Drehbewegung unterbunden werden kann. Durch die Vorspannung der Tellerfedern 18 kann dann das Stabilisierungselement 13 eine aktive Bremsfunktion erfüllen. Somit kann auch sichergestellt werden, dass stets beide Mahlbecher 4 in die Kugelmühle 1 eingesetzt und verspannt sein müssen, um die Mühle 1 in Betrieb zu nehmen. Es lässt sich so ein sicher verspannter Mahlbecher 4 detektieren, ohne dass weitere Sensoren oder Elemente notwendig sind, um die betriebssichere Position der Spannelemente 13 zu überwachen. Im Übrigen kann eine konstruktive Ausführungsform realisiert sein, bei der das Spannelement 13 beim Versagen der Bajonettverbindung zwischen dem Spannelement 13 und dem Mahlbecher 4 während der Vermahlung ebenfalls eine stärker abgesenkte Position einnimmt und in einen reib- und/oder formschlüssigen Kontakt mit der Hebeeinrichtung 22, insbesondere dem Hebeelement 23 gelangt.

Die dargestellte und beschriebene Verspannung der Mahlbecher 4 gegen die Mahlbecherhalterungen 3 durch Ziehen bzw. Halten der Mahlbecher 4 gegen die Mahlbecherhalterungen 3 mit den Spannelementen 13 lässt vorzugsweise eine selbstüberwachende und ausfallsichere Konstruktion zu, wobei bei nicht eingesetztem Mahlbecher und/oder bei Versagen der Verbindung zwischen einem Spannelement 13 und einem Mahlbecher 4 in jedem Maschinenzustand eine Position des Spannelements 13 eingenommen wird, in welcher die Kugelmühle 1 automatisch in einen sicheren Betriebszustand überführt wird.

Ein Verdrehsicherungsstift oder -element 26 kann vorgesehen sein, wie in Fig. 1 auf der rechten Seite schematisch angedeutet, um eine ungewollte Verdrehung ei-

nes Mahlbechers 4 während der Vermahlung zu verhindern. Eine solche Verdreh-
sicherungsfunktion ist von Vorteil für die Standfestigkeit der Verbindung zwischen
dem Mahlbecher 4 und dem Spannelement 13. Im Übrigen lässt sich durch die
Nutzung von ein oder mehreren Verdrehsicherungsstiften bzw. -elementen 26 bei
5 hohen Belastungen ein Drehmoment sicher auf die Mahlbecher 4 übertragen.

Es ist konstruktiv möglich, einen Verdrehsicherungsstift 26 so anzuordnen, dass
das Positionieren des Mahlbechers 4 in der richtigen Drehlage relativ zum Mahlbe-
cherteller 12 bzw. Spannelement 13 vereinfacht wird oder ein vollständiges axiales
10 Aufsetzen des Mahlbechers 4 beispielsweise nur bei hergestellter Bajonettverbin-
dung möglich ist. Im Ergebnis lässt sich der Verdrehsicherungsstift 26, der bei-
spielsweise an der Unterseite der Hilfsscheibe 5 vorgesehen sein kann, in eine
entsprechende Bohrung in dem Mahlbecherteller 12 nur dann absenken, wenn die
Drehposition des Mahlbechers 4 relativ zum Spannelement 13 zu einer im Wesent-
15 lichen vollständigen Überlagerung der Verbindungsvorsprünge 20, 21 führt.

Nachfolgend wird ein zweites Ausführungsbeispiel der vorschlagsgemäßen Kugel-
mühle 1 und des vorschlagsgemäßen Mahlbechers 4 anhand des schematischen
Schnitts von Figur 7 näher erläutert, wobei die bisherigen Ausführungen und Erläu-
20 terungen insbesondere entsprechend oder ergänzend gelten.

Figur 7 zeigt die Kugelmühle 1 im Bereich nur einer Mahlstation 2, wobei andere
Teile, wie das Sonnenrad 8, aus Übersichtlichkeitsgründen weggelassen wurden.

Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel wird der Mahlbecher 4 – ebenso wie bei dem
ersten Ausführungsbeispiel – von der Mahlbecherhalterung 3, der Verspanneinrich-
tung 14 bzw. dem Spannelement 13 vorzugsweise (zumindest im Wesentlichen)
nur unterseitig bzw. bodenseitig gehalten bzw. verspannt, insbesondere gegen die
oder an der Mahlbecherhalterung 3 bzw. deren Mahlbecherteller 12, wie darge-
30 stellt.

Vorzugsweise wird der Mahlbecher 4 formschlüssig in axialer und/oder radialer
Richtung im verspannten Zustand bzw. Haltezustand gehalten. Jedoch ist grund-
sätzlich insbesondere in axialer Richtung auch nur eine reibschlüssige Halterung
35 gegen Abheben oder Abziehen des Mahlbechers 4 von der Mahlbecherhalterung 3
möglich, worauf später noch eingegangen wird.

Das Spannelement 13 bzw. die Verspanneinrichtung 14 weist vorzugsweise mindestens ein radial bewegbares Halteelement 27 zum Halten bzw. Zentrieren des Mahlbechers 4 auf.

5 Beim Darstellungsbeispiel sind vorzugsweise mehrere Halteelemente 27 vorgesehen und insbesondere über den Umfang (gleichmäßig) verteilt. Dies ist insbesondere einem gewünschten Zentrieren und/oder über den Umfang verteilten Spannen bzw. Halten zuträglich. So kann insbesondere ein Zentrierspanner gebildet werden.

10 Nachfolgend wird jedoch primär immer nur auf die Ausbildung eines Halteelements 27 näher eingegangen, wobei dies vorzugsweise auch für die anderen Halteelemente 27 dient. Jedoch ist es grundsätzlich auch möglich, dass unterschiedlich ausgebildete Halteelemente 27 bei Bedarf eingesetzt werden.

15 Im Haltezustand sind die Halteelemente 27 radial insbesondere nach außen bewegt bzw. vorgespannt, vorzugsweise um in eine Ausnehmung oder Nut bzw. Umfangsnut 28 einzugreifen und/oder den Halte- bzw. Verbindungsabschnitt 21 zu hintergreifen oder übergreifen und/oder um sich radial an eine Wandung 29 des Mahlbechers 4 (bzw. einem durch die Hilfsscheibe 5 o. dgl. gebildeten Bodenelement
20 oder Endstück des Mahlbechers 4) anzulegen oder anzupressen.

Vorzugsweise umgibt die Wandung 29 die Halteelemente 27 und/oder begrenzt die Ausnehmung bzw. Nut 28.

25 Vorzugsweise ist die Ausnehmung bzw. Umfangsnut 28, radial nach innen hin offen ist.

Vorzugsweise begrenzt der Halte- bzw. Verbindungsabschnitt 21 die Ausnehmung bzw. Nut 28 in axialer Richtung und/oder nach unten hin.

30 Vorzugsweise ist der Halte- bzw. Verbindungsabschnitt 21 ringartig oder flanschartig ausgebildet und/oder springt radial, insbesondere nach innen, vor.

35 Vorzugsweise bildet der Halte- bzw. Verbindungsabschnitt 21 einen axialen Anschlag und/oder eine vorzugsweise umlaufende Schulter, insbesondere für ein oder mehrere Halteelemente 27, alternativ für einen Verbindungsvorsprung 20 des Spannelements 13 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel.

Vorzugsweise greift das Spannelement 13 bzw. die Verspanneinrichtung 14 bzw. das mindestens eine Halteelement 27 von innen am Mahlbecher 4 bzw. den von der Hilfsscheibe 5 o. dgl. gebildeten Bodenelement oder Ende des Mahlbechers 4, insbesondere an der unteren End- oder Umfangswandung 29 an und/oder von innen in die Ausnehmung bzw. Umfangsnut 28 ein.

Jedoch ist es grundsätzlich auch möglich, dass der Mahlbecher 4 alternativ oder zusätzlich im Bereich seines unterseitigen bzw. bodenseitigen Endes im Haltezustand von radial außen und/oder axial unten gehalten bzw. verspannt wird.

Vorzugsweise erfolgt das Halten bzw. Verspannen des Mahlbechers 4 immer axial unterhalb eines den Mahlbecherinnenraum begrenzenden Mahlbecherbodens 4a.

Insbesondere ist bzw. sind die Aufnahme bzw. Nut 28, die Wandung 29 und/oder der Verbindungsabschnitt 21 im Bereich des unteren bzw. des der Mahlbecheröffnung gegenüberliegenden Endes des Mahlbechers 4 angeordnet.

Vorzugsweise bildet die Mahlbecherhaltung 3 bzw. der Mahlbecherteller 12 eine insbesondere konische Aufnahme oder Nut 12a für den Mahlbecher 4 bzw. dessen unteres Ende oder Wandung 29.

Beim zweiten Ausführungsbeispiel weist die Verspanneinrichtung 14 bzw. das Spannelement 13 vorzugsweise einen Kopf 13a auf, der am mahlbecherseitigen Ende des Spannelements 13 angeordnet oder ausgebildet ist. Der Kopf 13a ist dabei über eine Schraube 13c mit dem Spannelemente 13 kraftschlüssig verbunden.

Das Spannelement 13 bzw. der Kopf 13a weist vorzugsweise eine zur Radialebene geneigte Kontaktfläche 13b auf, die als schräge Ebene dient oder auf den Halteelement 27 wirkt, um bei axialem Absenken des Spannelements 13 das mindestens eine Halteelement 27 radial zu bewegen, hier nach außen, bzw. vorzuspannen.

Das mindestens eine Halteelement 27 ist vorzugsweise über eine Gleitfläche 12b an der Mahlbecherhalterung 3 bzw. Mahlbecherteller 12 axial widergelagert, so dass beim axialen Absenken des Spannelements 13 – also axialen Heranbewegen des Kopfs 13a an den Mahlbecherteller 12 – das Halteelement 27 radial – vor-

zugsweise nach außen – bewegt wird. Diese Eingriffs- bzw. Verspannbewegung verläuft vorzugsweise oder optional nicht rein radial, sondern kann je nach symmetrischer oder unsymmetrischer Neigung der Flächen 12b und 13b auch zusätzlich zur Radialebene geneigt, insbesondere nach unten gerichtet sein, um eine gewünschte axiale Verspannung des Mahlbechers 4 bzw. seines Halteabschnitts 21 gegen die Mahlbecherhalterung 3 bzw. den Mahlbecherteller 12 zu bewirken.

Die Neigung der Eingriffs- oder Verspannbewegung des Halteelements 27 zur Radialebene beträgt vorzugsweise mehr als 2° oder 5° und/oder vorzugsweise weniger als 10° oder 15°.

Das Halteelement 27 ist beim Darstellungsbeispiel im Querschnitt vorzugsweise zumindest im Wesentlichen dreieckig oder trapezförmig ausgebildet, wobei eine Fläche, insbesondere die Außenfläche 27a, vorzugsweise im Wesentlichen eine Umfangsfläche insbesondere bezüglich der vorzugsweise ringartigen Wendung 29 bildet. Jedoch sind auch andere Formen möglich.

Das Halteelement 27 kann wahlweise punktförmig oder linienförmig radial und/oder axial am Mahlbecher 4 oder dessen Endstück angreifen oder darauf diesen einwirken.

Beim Darstellungsbeispiel greift das Halteelement 27 vorzugsweise nur oder nur im wesentlichen mit einem unterem Ende oder Anschlag 27b am Mahlbecher 4 bzw. dessen Verbindungsabschnitt 21 an und/oder in die Aufnahme bzw. Nut 28 ein.

Jedoch kann das Halteelement 27 alternativ oder zusätzlich auch mit seiner Umfangs- oder Außenfläche 27a am Mahlbecher 4 bzw. dessen Wandung 29 angreifen, anliegen und/oder angepresst werden. Hierbei kann dann gegebenenfalls auch nur ein Reibschluss in axialer Richtung zwischen der Verspanneinrichtung 14 bzw. dem Halteelement 27 oder den Halteelementen 27 einerseits und dem Mahlbecher 4 bzw. dessen Wandung 29 andererseits in axialer Richtung erzeugt werden. Dabei kann das Halteelement 27 oder dessen Außenfläche 27a beispielsweise nur punktförmig oder linienförmig an der Wandung 29 anliegen.

Alternativ oder zusätzlich kann das Halteelement 27 auch radial in die Wandung 29 oder eine darin gebildete Vertiefung, beispielsweise bei konkaver Ausbildung der Wandung 29, und entsprechender Formgebung, zum Beispiel balliger Ausführung,

des Halteelements 27 eingreifen und dadurch – gegebenenfalls zusätzlich – eine formschlüssige Halterung bzw. Festlegung des Mahlbechers 4 in axialer Richtung bewirken.

- 5 Die vom Halteabschnitt 21 gebildete axiale Auflagefläche oder Schulter für das Halteelement 27 bzw. dessen Anschlag 27b ist vorzugsweise gegenüber der Radialebene leicht geneigt, insbesondere zum freien Ende hin bzw. entgegengesetzt zu der Neigung der Eingriffs- oder Verspannbewegung des Haltelements 27.
- 10 Die Spanneinrichtung 14 bzw. das mindestens eine Halteelement 27 weist vorzugsweise eine Rückstelleinrichtung oder ein Rückstellelement 30 auf, um das Halteelement 27 bzw. die Halteelemente 27 beim Lösen der Verspannung bzw. axiale Anheben des Spannelements 13 / Kopfs 13a wieder in eine Ausgangsstellung zurückzubewegen – hier also radial nach innen zu bewegen –, so dass der Mahlbecher 4 bzw. dessen Halteabschnitt 21 freigegeben wird, um den Mahlbecher 4 von
- 15 der Mahlbecherhalterung 3 (axial) abnehmen oder abheben zu können.

Vorzugsweise ist als Rückstelleinrichtung oder Rückstellelement 30 ein elastisches Element, wie eine Feder oder ein elastisches Band o. dgl. vorgesehen, um alle Halteelemente 27 radial nach innen vorzuspannen und dadurch die gewünschte Rückstellung bei Anheben des Spannelements 13 bzw. Kopfs 13a zu bewirken. Beim Darstellungsbeispiel verläuft das Spannelement 13 beispielsweise durch Durchgangsbohrungen der Halteelemente 27 und erstreckt sich über den gesamten Umfang. Jedoch sind auch andere konstruktive Lösungen möglich.

25 Vorzugsweise ist zwischen dem Kopf 13a und dem Mahlbecherteller eine Dichtung 31, insbesondere als Ring- oder Formdichtung, vorzugsweise umlaufend, angeordnet. Die Dichtung 31 kann beispielsweise in einer Ringnut 12c des Mahlbechertellers 12 angeordnet oder gehalten sein. Jedoch sind auch andere konstruktive Lösungen möglich.

30

Das Spannelement 13 mit seinem Kopf 13a ist vorzugsweise über ein oberes Lagerelement 32a und/oder ein unteres Lagerelement 32b axial verschiebbar bzw. bewegbar in der Welle 10 bzw. dem damit verbundenen Mahlbecherteller 12 geführt oder gelagert. Jedoch sind auch andere konstruktive Lösungen möglich.

35

Das Spannelement 13 ist beim dem zweiten Ausführungsbeispiel nicht zwangsweise mit der Welle 10 drehgekoppelt.

5 Die Welle 10 ist vorzugsweise über Schrauben 12c fest mit dem Mahlbecherteller 12 verbunden bzw. verschraubt, um diesen in gewünschter Weise drehbar zu halten.

10 Beim zweiten Ausführungsbeispiel ist die Rückstellfeder bzw. das Federpaket, hier das Paket von Tellerfedern 18, vorzugsweise um das Spannelement 13 herum, insbesondere zwischen einer Schulter 13d des Spannelements 13 als axialem Anschlag einerseits und einem Anschlag der Welle 10 bzw. des Mahlbechertellers 12 als zweitem axial Anschlag andererseits angeordnet bzw. eingespannt. Jedoch sind auch andere konstruktive Lösungen möglich.

15 Die Tellerfedern 18 sind vorzugsweise innerhalb der Welle 10 bzw. Mahlbecherhalterung 3 angeordnet.

20 Die Rückstellfeder bzw. das Federpaket ist vorzugsweise vorgespannt, insbesondere auch im verspannten bzw. abgesenkten Zustand des Spannelements 13 bzw. der Spanneinrichtung 14.

Die Mahlstation 2 bzw. die Welle 10 ist vorzugsweise mittels der Lager 10a drehbar um die Planetenachse Y1 gelagert.

25 Die Mahlstation 2, Mahlbecherhalterung 3 bzw. Welle 10 ist vorzugsweise über einem Eingriff 10b bzw. ein nicht dargestelltes Riemenrad oder dergleichen derart drehgekoppelt, insbesondere mit der zentralen Lagerwelle 9, dass bei Drehen der Trägervorrichtung 7 bzw. Sonnenrads 8 (in Fig. 7 nicht dargestellt) die Mahlstation 2 bzw. Mahlbecherhalterung 3 und damit der Mahlbecher 4 um die Planetenachse
30 Y1 rotieren.

35 Beim zweiten Ausführungsbeispiel weist die Hebevorrichtung 22 vorzugsweise einen Motor oder Antrieb 33 und/oder ein Stellelement 34 auf, das besonders bevorzugt über eine schiefe Ebene oder ein sonstiges Getriebe auf das Hebeelement 23 zum axialen Bewegen bzw. Anheben des Spannelements 13 wirkt. Bedarfsweise kann jedoch das Stellelement 34 auch anstelle des Hebelements 23 direkt auf das

Spannelement 13 (axial) einwirken. Darüber hinaus sind auch andere konstruktive Lösungen möglich.

Die Mahlstation 2 bzw. Mahlbecherhalterung 3 oder Welle 10 weist vorzugsweise eine Eingriffsmöglichkeit 10c und/oder einen Anschlag 10d für die Hebeeinrichtung 22 bzw. eine Halteeinrichtung 35 der Hebeeinrichtung 22 auf, um eine axiale Widerlagerung oder Halterung der Mahlbecherhalterung 3 bzw. der Welle 10 beim axialen Bewegen, insbesondere Anheben, des Spannelements 13, zu ermöglichen oder sicherzustellen.

Wie bereits erwähnt ist beim zweiten Ausführungsbeispiel kein separates Bodenelement, wie die Hilfsscheibe 5, am Mahlbecher 4 angebracht bzw. dargestellt. Jedoch kann ein geeignetes Endstück oder Bodenelement oder ein geeigneter Einsatz am Mahlbecher 4 zur Bildung und/oder Anpassung der Eingriffsmöglichkeiten für die Mahlbecherhalterung 3 bzw. den Mahlbecherteller 12 und/oder für die Spanneinrichtung 14 angeordnet bzw. befestigt sein. Die Befestigung kann beispielsweise durch Klemmen und/oder Verschrauben erfolgen. Durch ein solches Endstück oder Bodenelement kann auch eine Nachrüstung vorhandener Mahlbecher 4 zur Anpassung an das neue Spannsystem eingesetzt werden.

Ein besonders bevorzugter Aspekt der vorschriftsgemäßen Lösung liegt darin, dass der Mahlbecher 4 vorzugsweise gewindelös und/oder formschlüssig in axialer Richtung an der Mahlbecherhalterung bzw. am Mahlbecherboden 12 halterbar bzw. festlegbar und/oder verspannbar ist.

Besonders bevorzugt ist die Verspanneinrichtung 14 als Schnellklemmeinrichtung ausgebildet und/oder greift nur bodenseitig bzw. unterseitig in Ausnehmungen oder Vertiefungen des Mahlbechers 4 ein, wobei die Unterseite oder Bodenseite des Mahlbechers 4 optional durch ein Endstück oder Bodenelement, wie die Hilfsscheibe 5 oder dergleichen, gebildet sein kann.

Es ist anzumerken, dass die Vorspanneinrichtung 14 beim Darstellungsbeispiel vorzugsweise das Spannelement 13 mit seinem Kopf 13a, ein oder mehrere bzw. alle Halteelemente 27, die Federrückstellung bzw. Tellerfedern 18 und/oder die Hebeeinrichtung 22 umfassen kann.

Einzelne der Aspekte und Merkmale der verschiedenen Ausführungsbeispiele können beliebig miteinander kombiniert, aber auch unabhängig voneinander realisiert werden.

- 5 Die Fig. 8 bis Fig. 13 zeigen eine vorschlagsgemäße Kugelmühle gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung.

10 In den Figuren 8 bis 13 ist eine Kugelmühle 1' im Labormaßstab gezeigt, die eine Trägervorrichtung 2' aufweist, welche um einen Zentralachskörper 3' drehbar gelagert ist und beim Betrieb der Mühle 1' um die Zentrumsachse 3a' rotiert. Die Kugelmühle 1' weist bei der beispielhaft ausgewählten Ausführungsform zwei Mahlbecherhalterungen 4' auf, wobei jede Mahlbecherhalterung 4' zur Festsetzung eines nicht gezeigten Mahlbechers für einen Mahlbetrieb der Kugelmühle 1' ausgebildet ist. Die Mahlbecher können beispielsweise eine Größe zwischen 100 ml und
15 500 ml aufweisen.

Jede Mahlbecherhalterung 4' ist drehbar an der Trägervorrichtung 2' gelagert und wird von dieser bei der Drehung um die Zentrumsachse 3a' mitgeführt. Darüber hinaus weist jede Mahlbecherhalterung 4' einen Planetenachskörper 5 auf und ist
20 drehbar zur Trägervorrichtung 2' gelagert.

Die beiden Mahlbecherhalterungen 4' liegen in Bezug auf die Zentrumsachse 3a' gegenüber, so dass sich deren Trägheitsmoment kompensiert bzw. deren Masse eine möglichst geringe Unwucht bei Rotation um die Zentrumsachse 3a' erzeugt.
25 Die nachfolgend am Beispiel einer Kugelmühle 1' mit mehreren Mahlstationen beschriebenen Merkmale können jedoch auch in gleicher Weise bei Laborkugelmühlen mit lediglich einer Mahlstation oder auch mit mehr als zwei Mahlstationen verwirklicht sein.

30 Ein Antriebsmotor 6' versetzt mittels eines Keilriemens 7' über eine Riemenscheibe 8' die Trägervorrichtung 2' in Rotation um die Zentrumsachse 3a', wodurch die Mahlbecherhalterungen 4' mit einer Abdeckplatte 9' der Trägervorrichtung 2' auf einer Kreisbahn um die Zentrumsachse 3a' umlaufen. Die Abdeckplatte 9' ist in den Fig. 10 und 11 nicht gezeigt.

35 Über einen zu dem Riemenantrieb der Riemenscheibe 8' gekoppelten Zahnriemenantrieb 10' wird zusätzlich eine Drehbewegung der Mahlbecherhalterungen 4'

um die zur Zentrumsachse 3a' exzentrisch gelagerten Planetenachsen 21' herbeigeführt. Die Mahlstationen laufen somit um die Zentrums- oder Sonnenachse 3a' um und rotieren gleichzeitig zusätzlich um ihre eigene Planetenachse 21'. Die Drehrichtungen können gegenläufig sein.

5

Der Zentralachskörper 3' ist starr mit einer Grundplatte 11' verbunden, die ihrerseits an einer Gehäusebodenplatte 12' befestigt ist. Die Trägervorrichtung 2' ist mit Kugellagern 13', 14' auf dem ortsfesten Zentralachskörper 3' drehbar gelagert.

10

Der gekoppelte Riemenantrieb 10' umfasst Zahnriemenräder 15', 16' um die Rotation der Mahlbecherhalterungen 4' mit zwei weiteren Zahnriemen 17', 18' anzutreiben.

15

Wie sich insbesondere aus den Figuren 10 und 11 ergibt, weist jede Mahlbecherhalterung 4' ein kolbenartiges Spannelement 19' zur axialen Verspannung eines Mahlbechers an einer Mahlbecheraufnahme 20' auf. Das Spannelement 19' ist axial verschiebbar in dem Planetenachskörper 5' aufgenommen. Bei der Eigenrotation der Mahlbecherhalterungen 4' rotieren die Planetenachskörper 5' um ihre Planetenachsen 21', wobei die Planetenachskörper 5' mittels Kugellagern 22', 23' drehbar an einem blockartig verstärkten Lagerbereich 24' der Riemenscheibe 8' einerseits und an einem scheibenartigen Lagerblock 25', der fest mit der Riemenscheibe 8' verbunden ist, drehbar gelagert sind.

20

25

Das Ver- und Entspannen eines Mahlbechers an einer Mahlbecherhalterung 4' erfolgt wie nachfolgend beschrieben. Fig. 10 zeigt die Mahlbecherhalterungen 4' im verspannten Zustand, in dem bei ordnungsgemäß auf die Mahlbecheraufnahme 20' aufgesetztem Mahlbecherboden eines Mahlbechers Klemmsteine 26' mit einer Druckplatte 27' radial nach außen in einen entsprechenden Haltevorsprung am Mahlbecherboden gedrängt werden, so dass der Mahlbecher an der Mahlbecheraufnahme 20' festgesetzt ist. Die Druckplatte 27' ist mit dem Spannelement 19' in axialer Richtung fest verbunden, wobei das Spannelement 19' federbelastet ist. Zwei Tellerfedern 28' drücken das Spannelement 19' und damit die Druckplatte 27' weg von der Mahlbecheraufnahme 20' in vertikaler Richtung nach unten, was bei auf die Mahlbecheraufnahme 20' aufgesetztem Mahlbecher zu einer Verspannung des Mahlbechers über die nach außen tretenden Klemmsteine 26' führt. Für eine Entspannung des Mahlbechers bzw., um den Mahlbecher von der Mahlbecheraufnahme 20' abnehmen zu können, ist es erforderlich, das Spannelement 19 gegen

30

35

die Federkraft der Tellerfedern 28' vertikal nach oben anzuheben, so dass die Druckplatte 27' mit angehoben und die Klemmsteine 26 mit einem weiteren Feder-
mittel 29' radial nach innen gezogen werden. Damit gelangen die Klemmsteine 26'
aus einer nutförmigen Aufnahme am Mahlbecherboden, so dass der Mahlbecher
5 freigegeben ist und von der Druckplatte 27' abgenommen werden kann.

Fig. 11 zeigt exemplarisch eine Mahlbecheraufnahme 4' in einem entspannten Zu-
stand, wenn das Spannelement 19' und damit die Druckplatte 27' angehoben und
die Klemmsteine 26' radial nach innen gezogen sind.

10 Zum Aufbringen einer Hubkraft, die erforderlich ist, um das Spannelement 19' aus
dem verspannten Zustand in den entspannten Zustand anzuheben, weist die Ku-
gelmühle 1' eine Hubeinrichtung 30' auf. Die Hubeinrichtung 30' und das Prinzip
der Kraftübertragung auf das Spannelement 19' wird nachfolgend am Beispiel des
15 in den Figuren 8 bis 13 dargestellten Ver- und Entspannmechanismus des Spann-
elements 19' und die über Klemmsteine 26' dargestellt und beschriebene Klem-
mung des Mahlbechers über den Mahlbecherboden an der Mahlbecheraufnahme
20' beschrieben. Es versteht sich, dass der dargestellt und beschriebene Spann-
und Entspannmechanismus beispielhaft ausgewählt worden ist, um die Übertra-
20 gung von Spannkraften bzw. Hubkräften auf ein Spannelement einer Mahlbecher-
halterung zu erläutern. Die nachfolgend beschriebene Hubeinrichtung 30' lässt sich
bedarfswise auch zum Anheben von Spannelementen in abweichend zu dem ge-
zeigten Ausführungsbeispiel konstruktiv ausgestalteten Mahlbecherhalterungen 4'
einsetzen, um axiale und/oder vertikale Spannkraften auf wenigstens ein Spannele-
25 ment einer Mahlbecherhalterung zu übertragen.

Die Hubeinrichtung 30' weist ein Hubelement 31' auf, das in einem Hubgehäuse 32'
koaxial zum Spannelement 19' verschiebbar geführt ist. Das Hubelement 31' liegt
frei anliegend bzw. lose in einer Aussparung des Hubgehäuses und ist in axialer
30 Richtung des Spannelements 19' frei beweglich.

Das Hubelement 31' liegt über zwei Rollen 33' gegen einen Hubkeil als Kopplungs-
element 34' an. Die Rollen 33' sind über einen Haltebolzen 33a' verbunden. Mittig
zwischen den beiden Rollen 33' ist das Hubelement 31' über eine Bohrung im Hu-
belement 31' auf dem Haltebolzen 33a' gehalten.
35

Der Hubkeil koppelt kinematisch das Hubelement 31' mit einem als beidseitige Gewindespindel ausgebildeten Verstellelement 35'. Das Kopplungselement 34' weist eine Durchgangsbohrung mit Innengewinde auf und ist in dem Hubgehäuse 32' in Achsrichtung des Verstellelements 35' verschiebbar geführt und liegt auf zwei
5 nebeneinander liegenden Rollenpaaren 36' auf. Jedes Rollenpaar 36' ist über einen Lagerbolzen 37' am Hubgehäuse 32' gelagert. Dies ergibt sich insbesondere aus Fig. 13, die in einer Schnittansicht seitliche Vorsprünge 38' im Bodenbereich des Kopplungselements 34' zeigt, die seitliche Schultern 39' an den inneren Gehäuse-
seiten des Hubgehäuses 32' unter- und hintergreifen. Über die Schultern 39' ist das
10 Kopplungselement 34' in Axialrichtung des Verstellelements 35' verschiebbar und quer zur Axialrichtung unverschiebbar geführt.

Fig. 11 zeigt den entspannten Zustand der Mahlbecheraufnahme 20' bei angehobenem Spannelement 19'. Aufgrund der Gewindeführung des Kopplungselements
15 34' auf dem Verstellelement 35' kommt es bei einer Rotation des Verstellelements 35' um dessen Rotationsachse in Bewegungsrichtung 40' je nach Drehrichtung der Gewindespindel zu einer entsprechenden Verstellbewegung des Kopplungselements 34'. Da das Hubelement 31' über die Rollen 33' auf einer schrägen Auflauf-
fläche 41' des Kopplungselements 34' geführt ist, führt eine Verstellbewegung des
20 Kopplungselements 34' gemäß Fig. 11 nach rechts oder nach links zu einer entsprechenden Aufwärts- oder Abwärtsbewegung des Hubelements 31' in Längsrichtung des Spannelements 19', so dass das Spannelement 19' angehoben bzw. abgesenkt wird. Dies führt beim Anheben des Spannelements 19', wie oben be-
schrieben, zur Anhebung der Druckplatte 27', woraufhin die Klemmsteine 26' radial
25 nach innen gezogen werden und ein auf der Mahlbecheraufnahme 20' mit einem Boden aufstehender Mahlbecher freigegeben wird.

Die Hubeinrichtung 30' mit dem Hubgehäuse 32' und dem am Hubgehäuse 32' ge-
führten Hubelement 31' sowie dem ebenfalls am Hubgehäuse 32' geführten Kopp-
30 lungselement 34' sowie das als Gewindespindel ausgebildete Verstellelement 35' sind kinematisch von der Trägervorrichtung 2' bzw. der Drehbewegung der Riemenscheibe 8' und aller mit der Riemenscheiben 8' verbundenen Bauteile um die Zentrumsachse 3a' entkoppelt. Mit anderen Worten ausgedrückt bedeutet dies,
dass die Hubeinrichtung 30' beim Betrieb der Kugelmühle 1' nicht von der Träger-
35 vorrichtung 2' um die Zentrumsachse 3a' mitgenommen wird.

Zum Antrieb des Verstellelements 35' ist ein Verstellmotor 42' vorgesehen, bei dem es sich um einen handelsüblichen Getriebemotor handeln kann. Der Verstellmotor 42' überträgt auf das Verstellelement 35' ein Drehmoment, das über das Koppelungselement 34' in eine Bewegung des Hubelements 31' umgesetzt wird. Der Verstellmotor 42' ist derart angebracht, dass er einer Verstellbewegung, insbesondere einer Höhenverstellung, des Verstellelements 35' folgen kann.

Wie sich weiter insbesondere aus Fig. 11 ergibt, weist das Hubgehäuse 32' im oberen Bereich seitliche Widerlagerabschnitte 43' auf. Der Planetenachskörper 5' weist am unteren Ende eine Durchmessererweiterung auf, die einen umlaufenden Halteabschnitt 44' bildet, der die Widerlagerabschnitte 43' unter- und hintergreift. In einer Richtung quer zur Längsachse des Spannelements 19' bzw. der Planetenachse 21' bzw. zur Zentrumsachse 3a' ist das Hubgehäuse 32' jedoch offen ausgebildet. Es ergibt sich eine in Umfangsrichtung der Kreisbahn, entlang derer der Planetenachskörper 5' bei der Rotation der Trägervorrichtung 2' bewegt wird, offene Aussparung im Hubelement 31' für das untere Ende des Planetenachskörpers 5'.

Fig. 11 zeigt die Mahlbecheraufnahme 20' im entspannten Zustand, wenn das Spannelement 19' von dem Hubelement 31' angehoben ist. Hierbei liegt der Halteabschnitt 44' am unteren Ende des Planetenachskörpers 5' von innen gegen die Widerlagerabschnitte 43' des Hubgehäuses 32' an zur Ausbildung eines Widerlagers bei der Überführung der Mahlbecherhalterung 4' aus einem gespannten Zustand in einen entspannten Zustand.

Zur Ausbildung des Widerlagers ist das Hubgehäuse 32' relativ zur Mahlbecherhalterung 4' bzw. relativ zum Planetenachskörper 5' in vertikaler Richtung verstellbar bzw. absenkbar. Das Absenken des Hubgehäuses 32' ist gekoppelt an das Erreichen einer bestimmten Drehorientierung der Trägervorrichtung 2', bei der das Spannelement 19' über dem Hubelement 31' angeordnet ist. Durch die Möglichkeit, das Hubgehäuse 32' bedarfsweise anzuheben und abzusenken, kann der Planetenachskörper 5' bei der Drehung der Trägervorrichtung 2', also während des Mahlbetriebs der Kugelmühle 1', von der Trägervorrichtung 2' um die Zentrumsachse 3' mitgeführt und frei an den Widerlagerabschnitten 43' des Hubgehäuses 32' vorbeigeführt werden. Vor oder zeitgleich mit dem Anheben des Hubelements 31' wird das Widerlager durch Absenken des Hubgehäuses 32' ausgebildet.

Das Anheben und Absenken der Hubgehäuses 32' erfolgt über eine vorzugsweise fest mit der Gehäusebodenplatte 12' verbundene Hubleiste 46', die einen Absatz 47' aufweist, der in einer Schräge 48' mündet. Das Kopplungselement 34' weist eine Schräge 49' an der Unterseite auf und liegt im verspannten Zustand der Mahlbecherhalterung 4', wenn das Hubgehäuse 32' angehoben ist, mit der Unterseite auf dem Absatz 47' auf. Dies ist in Fig. 3 gezeigt. Beim Verstellen des Kopplungselements 44' gemäß Fig. 3 nach rechts, also beim Anheben des Hubelements 31', rutscht das Kopplungselement 34 über die korrespondierenden Schrägen 48', 49' nach unten ab, was zu einer vertikalen Absenkung des Hubgehäuses 32' mit den Widerlagerabschnitten 43' und zur Ausbildung des Widerlagers gemäß Fig. 3 führt. Im Ergebnis stützt sich das Hubgehäuse 32' beim Anheben des Hubelements 31' lediglich gegen den Planetenachskörper 5' ab, was zu einer sehr geringen Belastung insbesondere der Lagerbauteile führt.

Wie sich aus Fig. 10 ergibt, ist die Hubeinrichtung 30' zum synchronen Anheben oder Absenken der Spannelemente 19 der gegenüberliegenden Mahlbecherhalterungen 4' ausgebildet und weist hierzu insbesondere zwei Kopplungselemente 34', zwei Hubgehäuse 32', zwei Hubelemente 31' und eine Gewindespindel als Verstellelement 35' auf, welche einen Linksgewindeabschnitt und einen Rechtsgewindeabschnitt aufweist. Durch eine entgegengesetzte Neigung der Auflaufflächen 41' und entsprechend unterschiedliche Gewinderichtungen kommt es bei einer Rotation der als Verstellelement 35' vorgesehenen Gewindespindel zu einer Bewegung der Kopplungselemente 34' der beiden Hubeinrichtungen 30' aufeinander zu oder voneinander weg, was zum gleichzeitigen Anheben oder Absenken der Hubelemente 31' führt.

Der Haltebolzen 33a' ist über ein Federmittel 50', vorzugsweise eine Ringfeder, das um den Haltebolzen 33a' sowie die zwei Lagerbolzen 37' gewickelt ist, vertikal verspannt, so dass er stets neben der Gewichtskraft eine Federzugkraft nach unten erfährt, um möglichst immer über die Rollen 33' in Kontakt mit dem Kopplungselement 34' zu stehen. Hierdurch wird die Gefahr vermieden, dass der Haltebolzen 33a' mit den Rollen 33' und dem Hubelement 31' durch lediglich minimales Verkleben ungewollt in oberer Position verbleibt, obwohl das Kopplungselement 34' es gerade nicht anhebt.

Die Fig. 14 bis Fig. 19 zeigen eine vorschlagsgemäße Anordnung einer Kugelmühle gemäß einem dritten Aspekt der Erfindung.

In den Figuren 14 bis 19 ist eine Anordnung gebildet aus einer Mahlbecherhalterung 1" und einer Verspanneinrichtung 2" einer nicht im Einzelnen dargestellten Kugelmühle, insbesondere einer Planetenkugelmühle, gezeigt. Die Verspanneinrichtung 2" ist zum axialen Halten bzw. axialen Verspannen eines in Fig. 14 nicht
5 gezeigten Mahlbechers und/oder eines in den Figuren 16 bis 19 gezeigten Mahlbecheradapters an der bzw. gegen die Mahlbecherhalterung 1" und zum axialen Entspannen des Mahlbechers bzw. des Mahlbecheradapters 3" ausgebildet. Nicht dargestellt ist, dass die Kugelmühle eine um eine Zentrumsachse drehbar gelagerte Trägervorrichtung aufweisen kann, wobei die Mahlbecherhalterung 1 um eine
10 versetzte Planetenachse drehbar zur Trägervorrichtung gelagert ist und von dieser um die Zentrumsachse mitgeführt wird.

Der Mahlbecheradapter 3" ist zur Befestigung mit einem nicht gezeigten Mahlbecher ausgebildet. Das Verschließen eines Mahlraums des Mahlbechers erfolgt in
15 an sich aus dem Stand der Technik bekannter Weise über einen Mahlbecherdeckel, der mit dem Mahlbecher kraft- und/oder formschlüssig lösbar verbunden sein kann.

Es versteht sich, dass die nachfolgend anhand der Zeichnung beschriebenen Merkmale in entsprechender Weise auch bei einem Mahlgefäß verwirklicht sein
20 können, bei dem der Mahlbecheradapter 3" und das Mahlgefäß einstückig ausgebildet sein, mit anderen Worten also der untere Bereich des Mahlbechers die Funktion des Mahlbecheradapters 3" übernimmt.

25 Gemäß Fig. 14 weist die Mahlbecherhalterung 1" einen plattenförmigen Grundkörper 4" mit drei am äußeren Umfang des Grundkörpers 4" angeschraubten Laschen 5" auf. Die Verschraubung der Laschen 5" an dem Grundkörper 4" erfolgt jeweils über zwei Schrauben 6".

30 Die Laschen 5" sind am äußeren Umfang der Mahlbecherhalterung 1" bzw. am äußeren Umfang des Grundkörpers 4" angeordnet, wobei die Laschen 5" eine bogenförmige Innenkontur aufweisen, so dass sich ein kreisförmiger Einsetzbereich für den Mahlbecheradapter 3" ergibt.

35 Wie sich insbesondere aus Fig. 16 ergibt, weist die Verspanneinrichtung 2" einen Kolben 7" als Spannelement auf, der in einem Achskörper 8" über ein Gleitlager 9"

in axialer Richtung höhenverstellbar gelagert ist. Der Kolben 7" ist über ein Tellerfederpaket 10" federbelastet, wobei in Fig. 16 das Tellerfederpaket 10" lediglich schematisch dargestellt ist. Die zum Verspannen eines Mahlbechers oder eines Mahlbecheradapters 3" erforderliche Spannkraft wird lediglich über das Tellerfederpaket 10" aufgebracht. Die Federkraft drückt den Kolben 7" zur Verspannung des Mahlbechers bzw. des Mahlbecheradapters 3" in axialer Richtung nach oben gegen eine Druckplatte 11", die randseitig einen Ringvorsprung 12" aufweist. Über den Ringvorsprung 12" wird beim Anheben des Kolbens 7" eine Verspannkraft auf den Mahlbecheradapter 3" übertragen.

Der Spannmechanismus sieht vor, dass über den Kolben 7" die Verspannkraft auf die Druckplatte 11" übertragen wird, die den Mahlbecher bzw. den Mahlbecheradapter 3" aus der in Fig. 16 gezeigten Stellung anhebt, so dass radial vorstehende Haltemittel 13", die um beispielsweise 60° versetzt zueinander an einer äußeren Mantelfläche des Mahlbecheradapters 3" angeordnet sind, gegen in die Laschen 5" integrierte Anschläge 14" zur Anlage kommen. Die Anschläge 14" bilden Widerlager an der Mahlbecherhalterung 1" in axialer Richtung, so dass sich der Mahlbecheradapter 3" zusammen mit einem an dem Mahlbecheradapter 3" befestigten Mahlbecher aufgrund der Federkraft des Tellerfederpakets 10" in axialer Richtung verspannen und an der Mahlbecherhalterung 1 festsetzen lässt.

Fig. 16 zeigt den nicht-verspannten Zustand des Mahlbecheradapters 3", wenn das Haltemittel 13" von dem Anschlag 14" in der zugeordneten Lasche 5" beanstandet ist.

Das Haltemittel 13" kann einstückig am äußeren Umfang des Mahlbecheradapters 3" ausgebildet sein. Bei dem Haltemittel 13" kann es sich auch um ein separates fest mit dem Mahlbecheradapter 3" verbundenes Bauteil handeln.

Zur Ausbildung eines Anschlags 14" weist jede Lasche 5" eine Aussparung 15" auf. Die Ausnehmungen 15" in den Laschen 5" sind gleich ausgebildet, können grundsätzlich aber auch eine unterschiedliche Geometrie aufweisen. Jede Ausnehmung 15" wird in axialer Richtung nach oben hin durch einen vertikalen Wandabschnitt 16" und zwei an den vertikalen Wandabschnitt 16" angrenzende schräge Wandabschnitte 17", 18" begrenzt. In Umfangsrichtung wird die Ausnehmung 15" durch einen vertikalen Wandabschnitt 19" begrenzt. Auf der dem vertikalen Wandabschnitt 19" gegenüberliegenden Seite ist die Ausnehmung 15" offen ausgebildet,

so dass es möglich ist, ein Haltemittel 13" an dem Mahlbecheradapter in die Ausnehmung 15" einzudrehen, wenn der Mahlbecheradapter 3" auf den Grundkörper 4" der Mahlbecherhalterung 1" aufgesetzt ist. Der Mahlbecheradapter 3" wird dabei von oben auf den Grundkörper 4" aufgesetzt bzw. in die Mahlbecherhalterung 1" eingesetzt und anschließend gedreht, bis das Haltemittel 13" gegen den vertikalen Wandabschnitt 19" der Lasche 5" zur Anlage kommt. Der vertikale Wandabschnitt 19" bildet somit einen weiteren Anschlag 20" und ein in Umfangsrichtung wirkendes Widerlager für das Haltemittel 13".

Wie sich aus Fig. 19 ergibt, ist die Geometrie des Haltemittels 13" im Querschnitt an die Wandgeometrie der Lasche 5" im Bereich der Ausnehmung 15" angepasst. Beispielsweise kann gemäß Fig. 19 das Haltemittel 13" im Querschnitt zwei Zentrierschrägen 21", 22" an seiner Oberseite aufweisen.

Zum Einsetzen des Mahlbecheradapters 3" wird zunächst der Kolben 7", der über eine Schraube 23" fest mit der Druckplatte 11" verbunden ist, entgegen der Federkraft des Tellerfederpakets 10" nach unten gezogen. Hierzu kann ein nicht gezeigter motorischer Antrieb vorgesehen sein. Erst dann ist es möglich, den Mahlbecheradapter 3" in die Mahlbecherhalterung 1" einzusetzen und den Mahlbecheradapter 3" auf den Grundkörper 4" im Bereich zwischen den Laschen 5" aufzusetzen. Dann wird der Mahlbecheradapter 3" im Uhrzeigersinn gedreht. Wenn die Haltemittel 13" in Umfangsrichtung gegen die Anschläge 20" in den Laschen 5" zur Anlage kommen, hat der Mahlbecheradapter 3" eine finale Drehposition erreicht, in der der Mahlbecheradapter 3" an der Mahlbecherhalterung 1 fixiert werden kann.

Für eine vereinfachte Drehbarkeit des Mahlbecheradapters 3" zum Erreichen der finalen Drehposition kann eine Gleitplatte 24" vorgesehen sein. Alternativ oder ergänzend kann auch wenigstens ein Kugeldruckstück 25" vorgesehen sein, dass in eine Bohrung 26" des Grundkörpers 24" eingesetzt ist und auf dem der Boden des Mahlbecheradapters 3" abrollt, wenn dieser relativ zur Mahlbecherhalterung 1" gedreht wird.

Als Verdrehsicherung können zwei Passstifte 27" vorgesehen sein. Der Achskörper 8" ist über Schrauben 28" drehfest mit dem Grundkörper 4" verbunden.

Nicht gezeigt ist, dass der Achskörper 8" drehbar an einer nicht gezeigten Trägervorrichtung gelagert und von dieser bei Drehung der Trägervorrichtung um eine

Zentrumsachse mitgeführt sein kann. Der Achskörper 8" bildet dann eine Planetenachse, die drehbar zur Trägervorrichtung gelagert ist. Die Trägervorrichtung ihrerseits ist um einen Zentralachskörper drehbar gelagert und rotiert beim Betrieb der Kugelmühle um die Zentrumsachse.

5

Ein Antriebsmotor kann mittels eines Keilriemens über eine Riemenscheibe die Trägervorrichtung in Rotation um die Zentrumsachse versetzen, wodurch die Mahlbecherhalterung 1" mit der Trägervorrichtung auf einer Kreisbahn um die Zentrumsachse umläuft. Über einen zu dem Riemenantrieb der Riemenscheibe gekoppelten Zahnriemenantrieb kann zusätzlich eine Drehbewegung der Mahlbecherhalterung 1" um eine zur Zentrumsachse exzentrisch gelagerte Planetenachse herbeigeführt werden. Der Achskörper 8 weist hierzu an seiner Außenseite ein Zahnprofil 29" für einen nicht dargestellten Zahnriemen eines Riemenantriebs auf. Die Mahlstation läuft somit um die Zentrums- oder Sonnenachse um und rotiert gleichzeitig zusätzlich um ihre eigene Planetenachse. Die Drehrichtungen können gegenläufig sein.

10
15

Die Kugelmühle kann beispielhaft zwei Mahlbecherhalterungen 1" aufweisen, wobei jede Mahlbecherhalterung 1" zur Festsetzung eines Mahlbechers für einen Mahlbetrieb der Kugelmühle ausgebildet ist. Die Mahlbecher können beispielsweise eine Größe zwischen 100 ml und 500 ml aufweisen.

20

Wird der Kolben 7" vor dem Einsetzen des Mahlbecheradapters 3" in die Mahlbecherhalterung 1" motorisch nach unten gezogen, wird für eine Freigabe des Spannmechanismus die motorische Übertragung einer Zugkraft auf den Kolben 7" unterbrochen und der Kolben 7" insoweit kraftlos gestellt. Der Kolben 7" wird dann aufgrund der Federkraft des Tellerfederpakets 10" zusammen mit der Druckplatte 11" axial nach oben gedrückt, so dass der Ringvorsprung 12" am Außenrand der Druckplatte 11" gegen den Boden des Mahlbecheradapters 3" drückt und den Mahlbecheradapter 3" in axialer Richtung anhebt. Der Mahlbecheradapter 3" wird mit den am Umfang vorgesehenen Haltemitteln 13" dann gegen die axialen Anschläge 14" in den Laschen 5" gedrückt und aufgrund der schrägen Wandabschnitte 17", 18" in den Laschen 5" und den Zentrierschrägen 21", 22" an den Haltevorsprüngen 13" gleichzeitig zentriert. Im verspannten Zustand des Mahlbecheradapters 3" wird über die Anschläge 14" und die Haltemittel 13" eine in axialer Richtung und in Umfangsrichtung wirkende formschlüssige Verbindung zwischen dem Mahlbecheradapter 3" und der Mahlbecherhalterung 1" erreicht.

25
30
35

Das beschriebene Spannkonzepth sieht vor, dass der Mahlbecheradapter 3" lediglich bodenseitig und mantelseitig mit einer Verspannkraft beaufschlagt wird. Ein mit dem Hahlbecheradapter 3" verbundener Mahlbecher wird somit nicht zwischen Deckel und Boden von oben verspannt, sondern der Mahlbecher wird von unten durch den Kolben 7" in die Anschläge 14" gedrückt. Die Anschläge 14" bilden dabei in axialer Richtung und in Umfangsrichtung wirkende Widerlager aus, um den Mahlbecheradapter 3" sicher an bzw. gegen die Mahlbecherhalterung 1" zu verspannen.

Wie sich weiter aus den Figuren 14 bis 19 ergibt, sind die Haltemittel 13" im bodennahen Bereich des Mahlbecheradapters 3" vorgesehen. Die durch die Anschläge 14" in den Laschen 5" ausgebildeten Widerlagerabschnitte sind dementsprechend im Bereich unterhalb der halben Höhe, vorzugsweise im Bereich des unteren Drittels der Höhe des Mahlbecheradapters 3" vorgesehen. Im Bereich oberhalb der Laschen 5" ist der Mahlbecheradapter 3" und damit auch ein mit dem Mahlbecheradapter 3" verbundener Mahlbecher mantelseitig frei zugänglich. Insbesondere ist der Mahlbecherdeckel im verspannten Zustand des Mahlbechers unter Beibehaltung des Verspannungszustands von oben frei zugänglich, was den Bedienkomfort erhöht und einen Zugang zum Mahlraum des Mahlbechers durch Lösen des Mahlbecherdeckels auch im verspannten Zustand des Mahlbechers zulässt.

Als Überwachungseinrichtung kann an wenigstens einer der Laschen 5" ein Schieber 30" vorgesehen sein, der an einer entsprechenden Längsausnehmung der Lasche 5" längs verschiebbar angeordnet ist, wobei der Schieber 30" über ein Federmittel 31" in eine Blockierstellung gedrängt wird, wenn der Mahlbecheradapter 3" nicht oder nicht ordnungsgemäß in die Mahlbecherhalterung 1" eingesetzt ist. In der Blockierstellung schlägt eine untere Blockierkante 32" gegen einen feststehenden Mühlenteil, insbesondere an einer Trägervorrichtung der Mühle. Damit ist eine freie Drehbarkeit des Achskörpers 8" und damit der Mahlbecherhalterung 1" und, vorzugsweise, auch einer Trägervorrichtung für die Mahlbecherhalterung 1", nicht gegeben.

Beim Fixieren der Mahlbecherhalterung 3" bzw. bei Verspannen der Mahlbecherhalterung 3" an und/oder in der Mahlbecherhalterung 1" wird ein abgewinkelter Betätigungsarm 33" des Schiebers 30" von einem Haltemittel 13" axial entgegen der Federkraft des Federmittels 31" angehoben und der Schieber 30" in eine Freigabe-

stellung gebracht, in welcher das Blockierende 32" von dem feststehenden Teil der Mühle freigegeben ist. In dieser Freigabestellung ist eine freie Drehbarkeit der Mahlbecherhalterung 1" einerseits und, vorzugsweise, damit auch einer Trägervorrichtung für die Mahlbecherhalterung 1" andererseits gegeben. Bei korrektem Einsetzen und Verspannen des Mahlbecheradapters 3" wird der Schieber 30" angehoben, welcher bei einer Kontrollfahrt mechanisch nicht gegen einen feststehenden Anschlag an der Labormühle läuft.

Zur Führung des Schiebers 30" ist im oberen Bereich der Lasche 5" eine vertikale Führung 34" vorgesehen, in der ein axiales Wellenstück 35 am Betätigungsarm 33" des Schiebers 30" längs verschiebbar geführt ist.

Um vor dem Verspannen des Mahlbecheradapters 3" eine bestimmte Drehposition des Mahlbecheradapters 3" relativ zur Mahlbecherhalterung 1" für einen Benutzer taktil und/oder hörbar erkennbar zu machen, ist bei der gezeigten Ausführungsform ein als Kugeldruckstück ausgebildetes Rastmittel 36" vorgesehen, das federbelastet ist und in eine komplementäre Ausnehmung in der Mantelfläche des Haltemittels 13" einrastet, wenn der Mahlbecheradapter 3" eine bestimmte Drehposition, vorzugsweise die finale Drehposition vor dem Verspannen des Mahlbecheradapters 3", erreicht hat. Damit wird sichergestellt, dass der Mahlbecheradapter 3" nicht aus einer bestimmten Drehposition ungewollt zurückdreht bzw. weitergedreht wird.

Für einen Eingriff des Rastmittels 36" in den Haltevorsprung 13" kann dieser eine Längsnut 38" aufweisen.

Um den Schieber 30" relativ zu einer Führungshülse 38", in der das Rastmittel 36" quer verschiebbar geführt ist, in die Freigabestellung anheben zu können, weist der Schieber 30" ein Langloch 39" auf.

Darüber hinaus weist der Schieber 30" ein weiteres Langloch 40" für einen Haltevorsprung 41" an der Lasche 5" auf, wobei der Schieber 30" in der Blockierstellung gegen den Haltevorsprung 41" anliegt und gegen weiteres axiales Verschieben nach unten gesichert ist.

Bezugszeichenliste:

	1	Kugelmühle		18	Tellerfeder
	2	Mahlstation		19	Hülse
5	3	Mahlbecherhalterung	40	20	Verbindungsvorsprung
	4	Mahlbecher		21	Verbindungsabschnitt
	4a	Mahlbecherboden		22	Hebeeinrichtung
	5	Hilfsscheibe		23	Hebeelement
	6	Schraube		24	Mahlbecherdeckel
10	7	Trägervorrichtung	45	25	Ventil
	8	Sonnenrad		26	Verdrehsicherungselement
	9	zentrale Lagerwelle		27	Halteelement
	9a	Lager		27a	Außenfläche
	10	Welle (Mahlbecher)		27b	Anschlag
15	10a	Wälzlager	50	28	Umfangsnut
	10b	Eingriff		29	Wandung
	10c	Hinterschnitt		30	Rückstellelement
	10d	Schulter		31	Dichtung
	11	Welle		32a	oberes Lagerelement
20	11a	Riemenantrieb	55	32b	unteres Lagerelement
	11b	Riemenkopplung		33	Antrieb
	11c	Riemenrad		34	Stellelement
	11d	Riemenrad		35	Halteeinrichtung
	12	Mahlbecherteller			
25	12a	Aufnahme	60	H	Hubbewegung
	12b	Gleitfläche		Y1	Planetenachse
	12c	Ringnut		Y2	Zentrumsachse
	12d	Schraube			
	13	Spannelement		1'	Kugelmühle
30	13a	Kopf	65	2'	Mahlstation
	13b	Kontaktfläche		3'	Mahlbecherhalterung
	13c	Schraube		4'	Mahlbecher
	13d	Anschlag		4a'	Mahlbecherboden
	14	Verspanneinrichtung		5'	Hilfsscheibe
35	15	Kontaktfläche (Becher)	70	6'	Schraube
	16	Kontaktfläche (Teller)		7'	Trägervorrichtung
	17	Topf		8'	Sonnenrad

	9'	zentrale Lagerwelle		27b'	Anschlag
	9a'	Lager		28'	Umfangsnut
	10'	Welle (Mahlbecher)	40	29'	Wandung
	10a'	Wälzlager		30'	Rückstellelement
5	10b'	Eingriff		31'	Dichtung
	10c'	Hinterschnitt		32a'	oberes Lagerelement
	10d'	Schulter		32b'	unteres Lagerelement
	11'	Welle	45	33'	Antrieb
	11a'	Riemenantrieb		34'	Stellelement
10	11b'	Riemenkopplung		35'	Halteeinrichtung
	11c'	Riemenrad			
	11d'	Riemenrad		H'	Hubbewegung
	12'	Mahlbecherteller	50	Y1'	Planetenachse
	12a'	Aufnahme		Y2'	Zentrumsachse
15	12b'	Gleitfläche			
	12c'	Ringnut		1"	Mahlbecherhalterung
	12d'	Schraube		2"	Verspanneinrichtung
	13'	Spannelement	55	3"	Mahlbecheradapter
	13a'	Kopf		4"	Grundkörper
20	13b'	Kontaktfläche		5"	Lasche
	13c'	Schraube		6"	Schraube
	13d'	Anschlag		7"	Kolben
	14'	Verspanneinrichtung	60	8"	Achskörper
	15'	Kontaktfläche (Becher)		9"	Gleitlager
25	16'	Kontaktfläche (Teller)		10"	Tellerfederpaket
	17'	Topf		11"	Druckplatte
	18'	Tellerfeder		12"	Ringvorsprung
	19'	Hülse	65	13"	Haltevorsprung
	20'	Verbindungsvorsprung		14"	Anschlag
30	21'	Verbindungsabschnitt		15"	Ausnehmung
	22'	Hebeeinrichtung		16"	Wandabschnitt
	23'	Hebeelement		17"	Wandabschnitt
	24'	Mahlbecherdeckel	70	18"	Wandabschnitt
	25'	Ventil		19"	Wandabschnitt
35	26'	Verdrehsicherungselement		20"	Anschlag
	27'	Halteelement		21"	Zentrierschräge
	27a'	Außenfläche		22"	Zentrierschräge

65

	23" Schraube		34" Führung
	24" Gleitplatte		35" Wellenstück
	25" Kugeldruckstück		36" Rastmittel
	26" Bohrung		15 37" Längsnut
5	27" Passstift		38" Führungsstück
	28" Schraube		39" 'Langloch
	29" Zahnprofil		40" Langloch
	30" Schieber		41" Haltevorsprung
	31" Federmittel	20	
10	32" Blockierende		
	33" Betätigungsarm		

Patentansprüche:

1. Kugelmühle (1) im Labormaßstab, insbesondere in Form einer Fliehkraftkugelmühle und/oder Planetenkugelmühle, mit wenigstens einer Mahlbecherhalterung (3) für wenigstens einen Mahlbecher (4), mit einer Verspanneinrichtung (14) mit wenigstens einem Spannelement (13) zum axialen Halten bzw. axialen Verspannen des Mahlbechers (4) an der bzw. gegen die Mahlbecherhalterung (3) und/oder zum axialen Entspannen des Mahlbechers (4), und, vorzugsweise, mit einer um eine Zentrumsachse (Y2) drehbar gelagerten Trägervorrichtung (7), wobei die Mahlbecherhalterung (3) um eine versetzte Planetenachse (Y1) drehbar zur Trägervorrichtung (7) gelagert ist und von dieser um die Zentrumsachse mitgeführt wird,

dadurch gekennzeichnet,

- 15 dass das Spannelement (13) zur unterseitigen bzw. bodenseitigen Halterung des Mahlbechers (4) ausgebildet ist, und/oder

dass das Spannelement (13) axial verstellbar zum axialen und/oder radialen Verspannen des Mahlbechers (4) an der bzw. gegen die Mahlbecherhalterung (3) und/oder zum axialen Entspannen bzw. Anheben des Mahlbechers (4) ausgebildet ist.

2. Kugelmühle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Spannelement (13) unmittelbar den Mahlbecher (4) hält bzw. an diesem angreift.

- 25 3. Kugelmühle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verspanneinrichtung (14) und die Mahlbecherhalterung (3) zur nur unterseitigen bzw. nur bodenseitigen Aufnahme, Halterung und/oder Verspannung des Mahlbechers (4) ausgebildet sind.

- 30 4. Mahlbecher (4) für eine Kugelmühle (1),

dadurch gekennzeichnet,

dass der Mahlbecher (4) bodenseitig mit einem Halteabschnitt (21) zur bodenseitigen Halterung bzw. Verspannung an oder auf einer Mahlbecherhalterung (3) der Kugelmühle (1) versehen ist.

5. Kugelmühle (1') im Labormaßstab mit einer um eine Zentrumsachse (3a') drehbar gelagerten Trägervorrichtung (2'), mit wenigstens einer Mahlbecherhalterung (4') für wenigstens einen Mahlbecher, wobei die Mahlbecherhalterung (4')

drehbar an der Trägervorrichtung (2) gelagert ist und von dieser um die Zentrumsachse (3a') mitgeführt wird und, vorzugsweise, die Mahlbecherhalterung (4') um eine versetzten Planetenachse (21') drehbar zur Trägervorrichtung (2') gelagert ist, und wobei die Mahlbecherhalterung (4') wenigstens ein Spannelement (19') zur axialen Verspannung des Mahlbechers in und/oder an der bzw. gegen die Mahlbecherhalterung (4') aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Hubeinrichtung (30') mit wenigstens einem Hubelement (31') zur Übertragung einer motorisch und/oder manuell erzeugten Spannkraft auf das Spannelement (19') vorgesehen ist, wobei das Hubelement (30') kinematisch von der Drehbewegung der Trägervorrichtung (7') und/oder der Drehbewegung der Mahlbecherhalterung (4') entkoppelt ist.

6. Kugelmühle (1') nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Hubeinrichtung (30') wenigstens ein Verstellelement (35') zur Verstellung, insbesondere zum Anheben, des Hubelements (31') und zur Kraftweiterleitung einer motorischen und/oder manuellen Antriebskraft auf das Hubelement (31') aufweist.

7. Kugelmühle im Labormaßstab, insbesondere in Form einer Fliehkraftkugelmühle und/oder Planetenkugelmühle, mit wenigstens einer Mahlbecherhalterung (1'') für wenigstens einen mit einem Mahlbecherdeckel verschließbaren Mahlbecher, mit einer Verspanneinrichtung (2'') mit wenigstens einem Spannelement (7'') zum axialen Halten bzw. axialen Verspannen des Mahlbechers an der bzw. gegen die Mahlbecherhalterung (1'') und/oder zum axialen Entspannen des Mahlbechers, und, vorzugsweise, mit einer um eine Zentrumsachse drehbar gelagerten Trägervorrichtung, wobei die Mahlbecherhalterung (1'') um eine versetzte Planetenachse drehbar zur Trägervorrichtung gelagert ist und von dieser um die Zentrumsachse mitgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass im verspannten Zustand des Mahlbechers eine lediglich mantelseitige und/oder lediglich bodenseitige Beaufschlagung des Mahlbechers mit einer Verspannkraft und/oder Haltekraft für den Mahlbecher vorgesehen ist und/oder dass der Mahlbecherdeckel im verspannten Zustand des Mahlbechers unter Beibehaltung des Verspannungszustands von oben frei zugänglich ist.

8. Kugelmühle nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Spannelement (7'') zur mantelseitigen und/oder zur unterseitigen bzw. bodenseitigen Übertragung der Verspannkraft auf den Mahlbecher ausgebildet ist.

9. Kugelmühle nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Mahlbecherhalterung (1") wenigstens einen Anschlag (14", 20") als Widerlager für ein am äußeren Umfang des Mahlbechers ausgebildetes Haltemittel (13") des Mahlbechers aufweist, wobei der Mahlbecher über den Anschlag (14, 20) und das Haltemittel (13") in axialer Richtung und, vorzugsweise, in Umfangsrichtung bei der Übertragung der Verspannkraft an der bzw. gegen die Mahlbecherhalterung (1") verspannt wird.
10. Mahlbecher für eine Kugelmühle nach einem der Ansprüche 7, 8 oder 9 mit wenigstens einem mantelseitigen Haltemittel (13") für einen Anschlag (14", 20") an der Mahlbecherhalterung (1") der Kugelmühle.

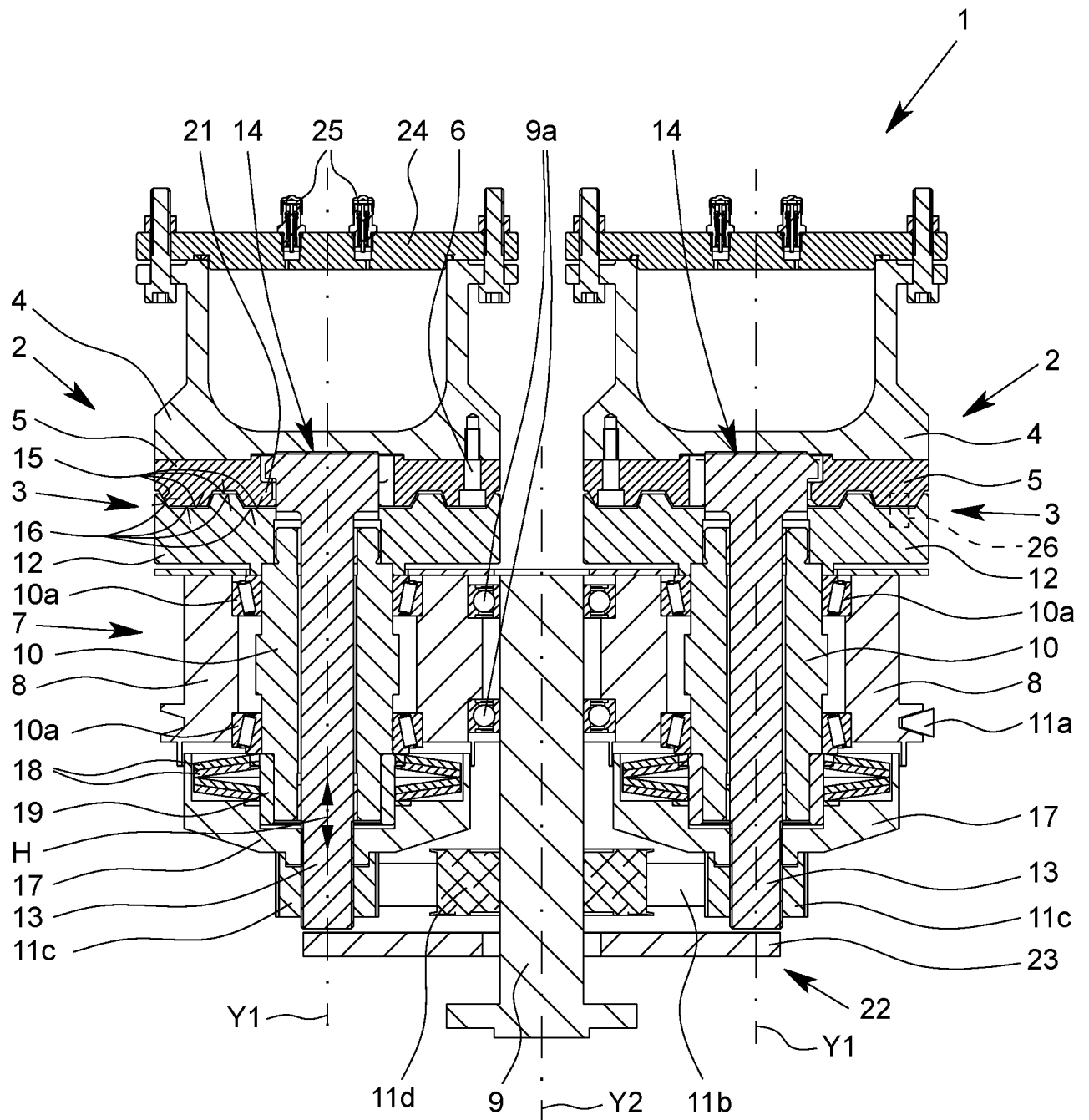
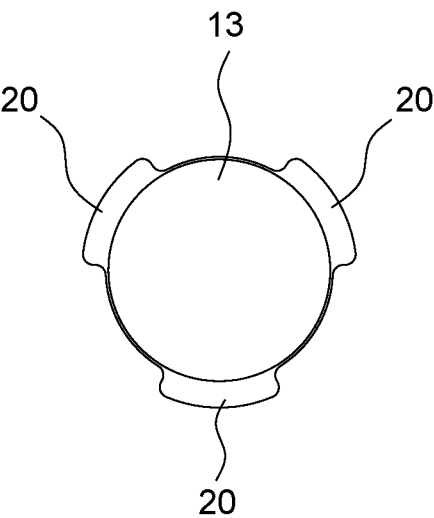
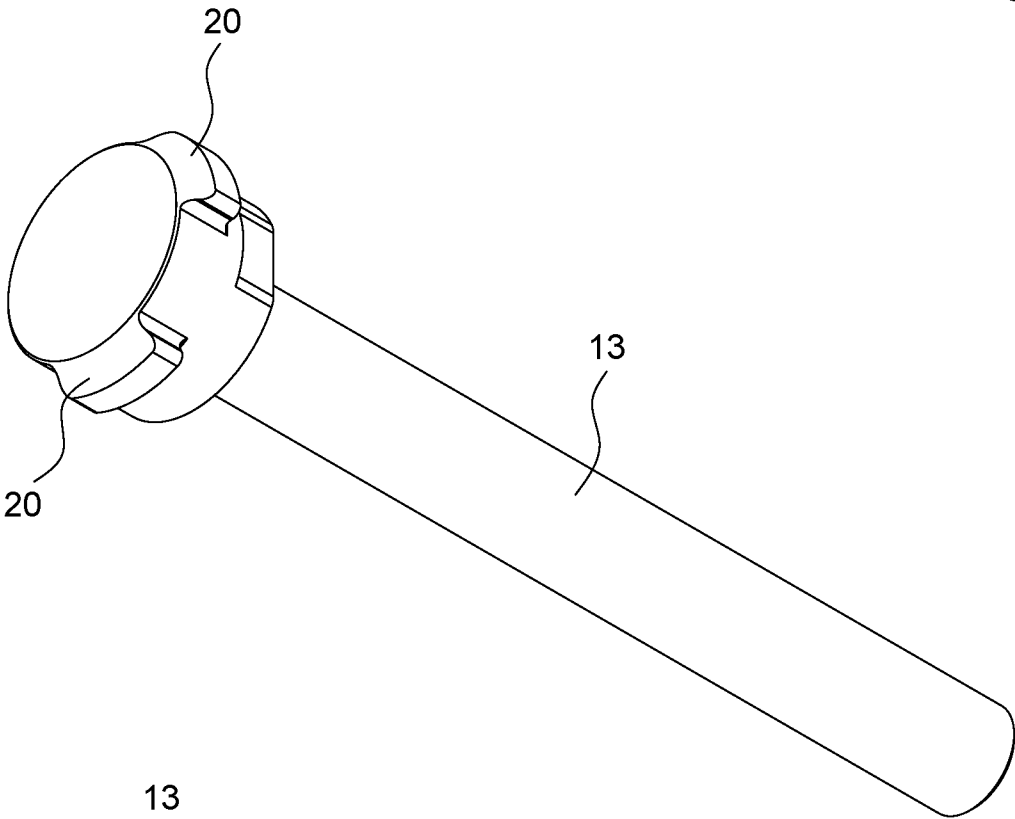
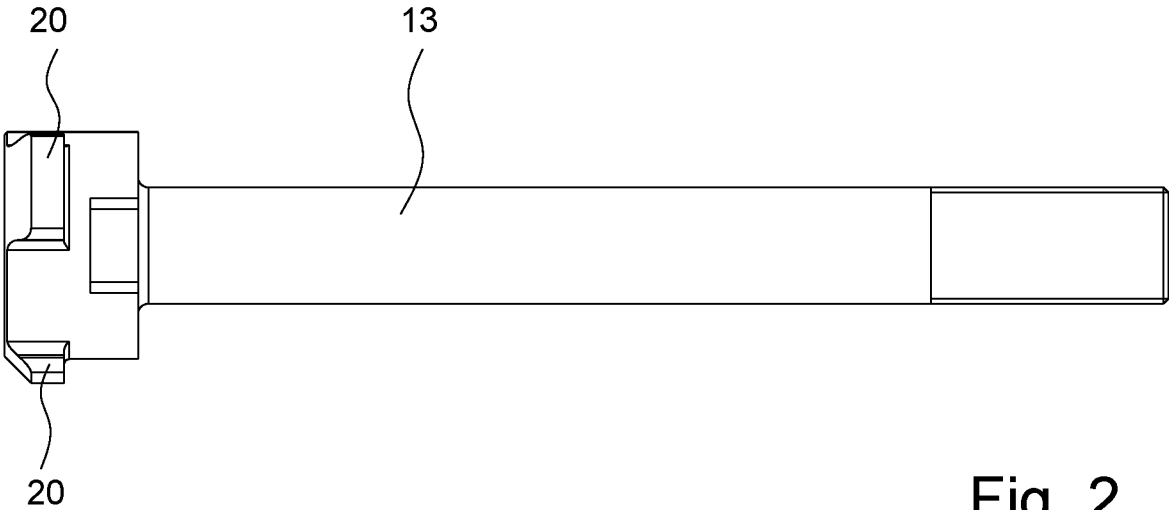


Fig. 1



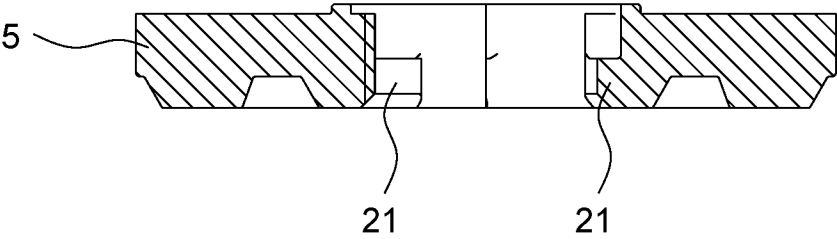


Fig. 5

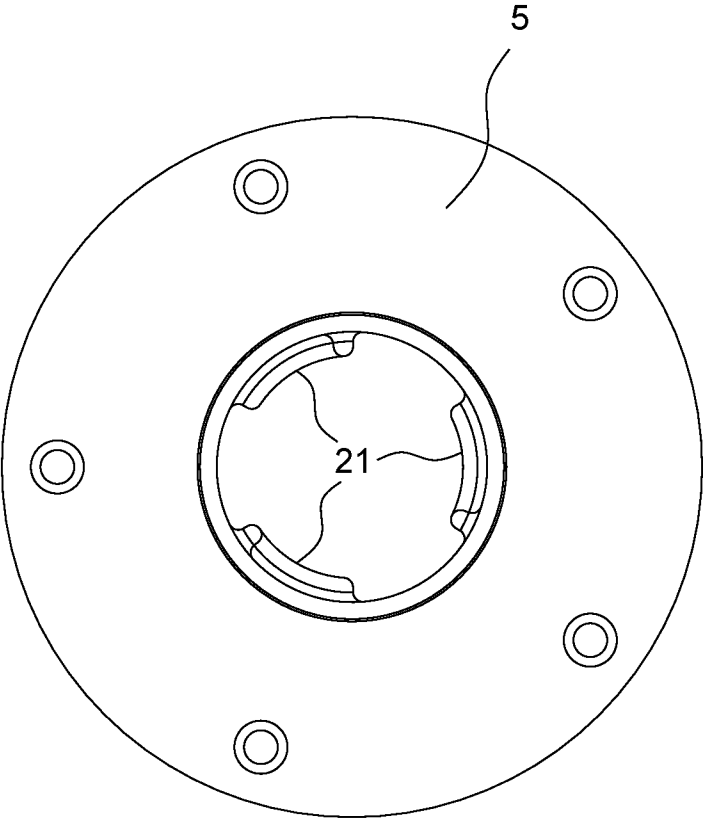


Fig. 6

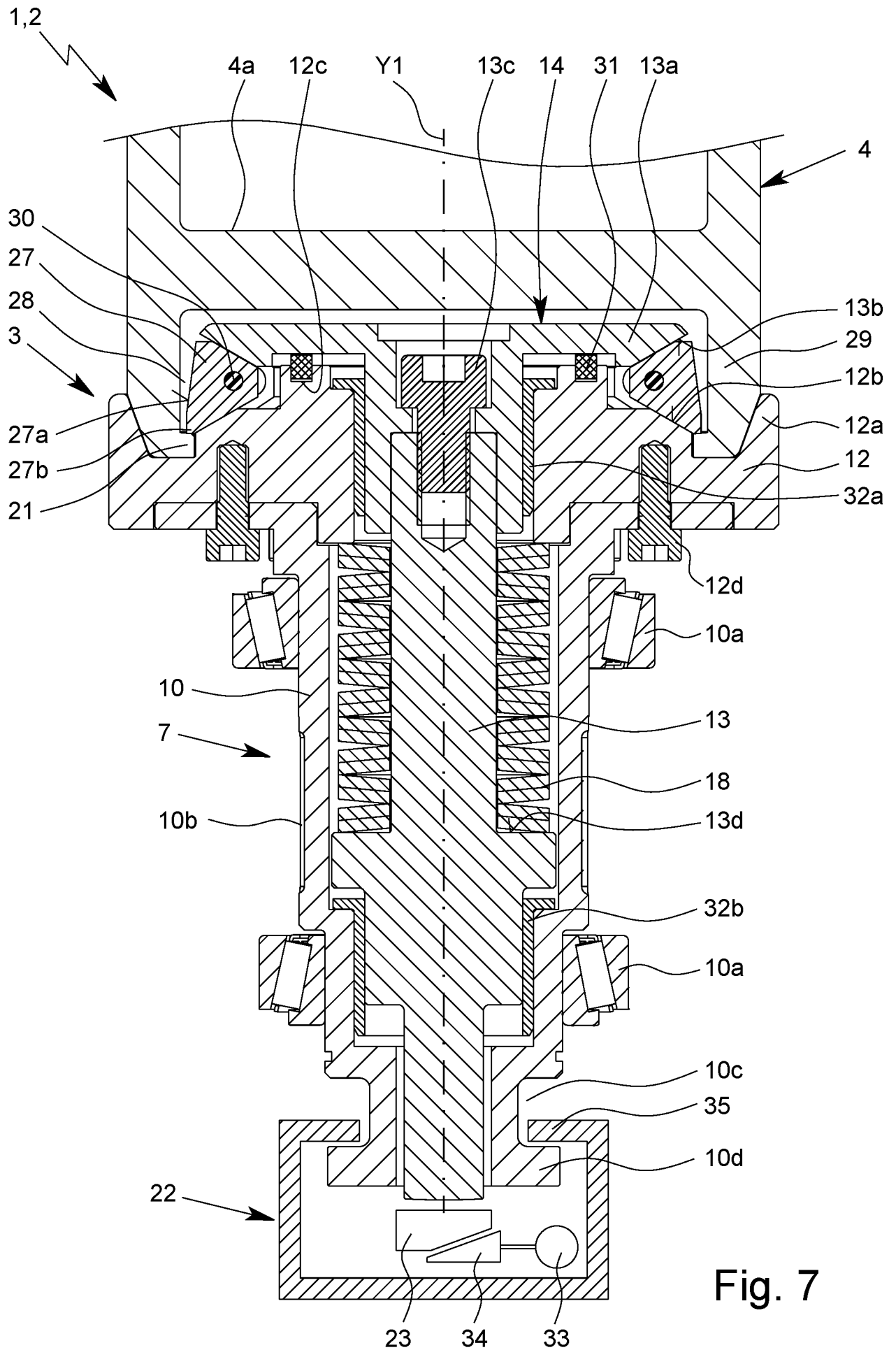


Fig. 7

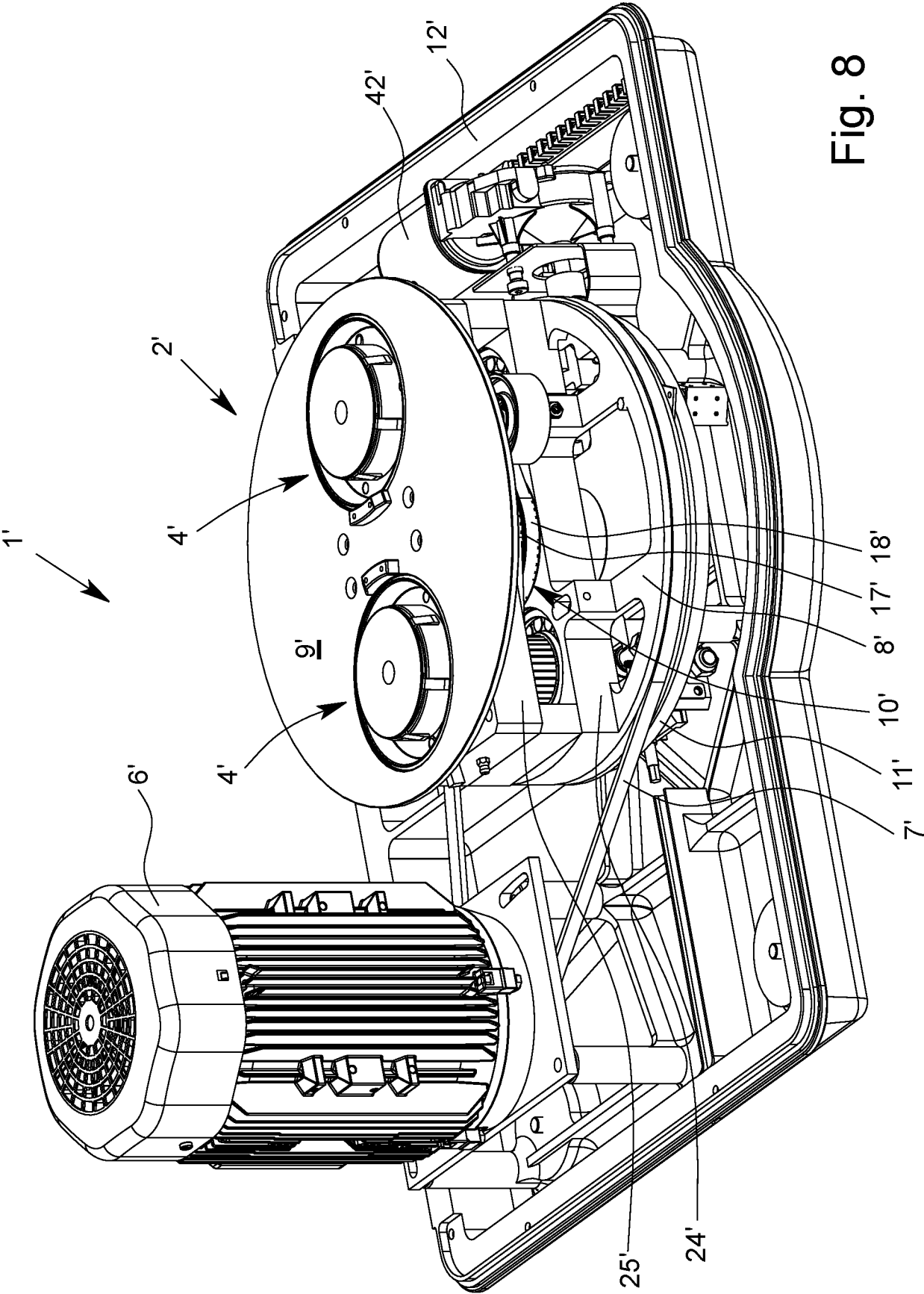


Fig. 8

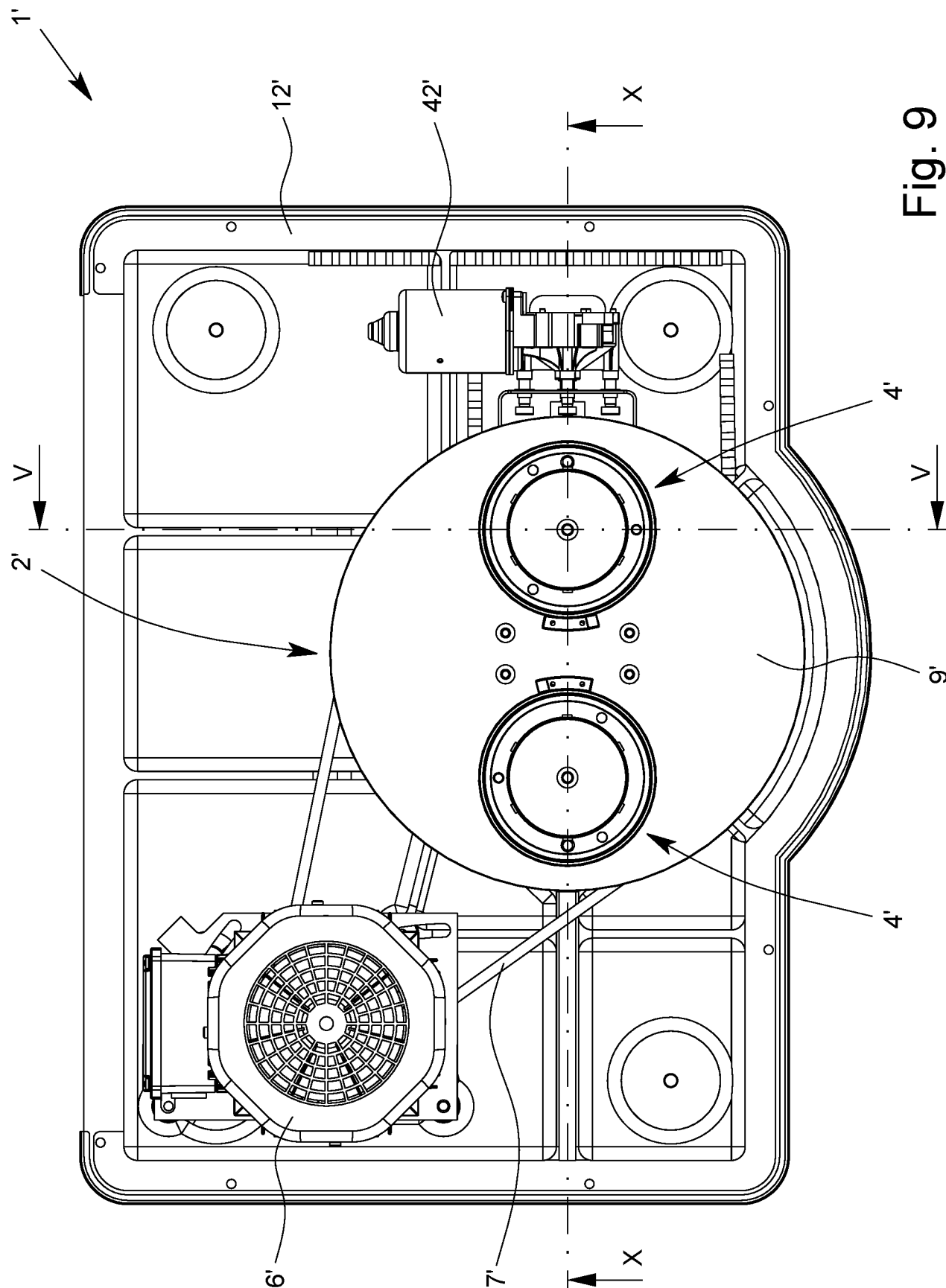


Fig. 9

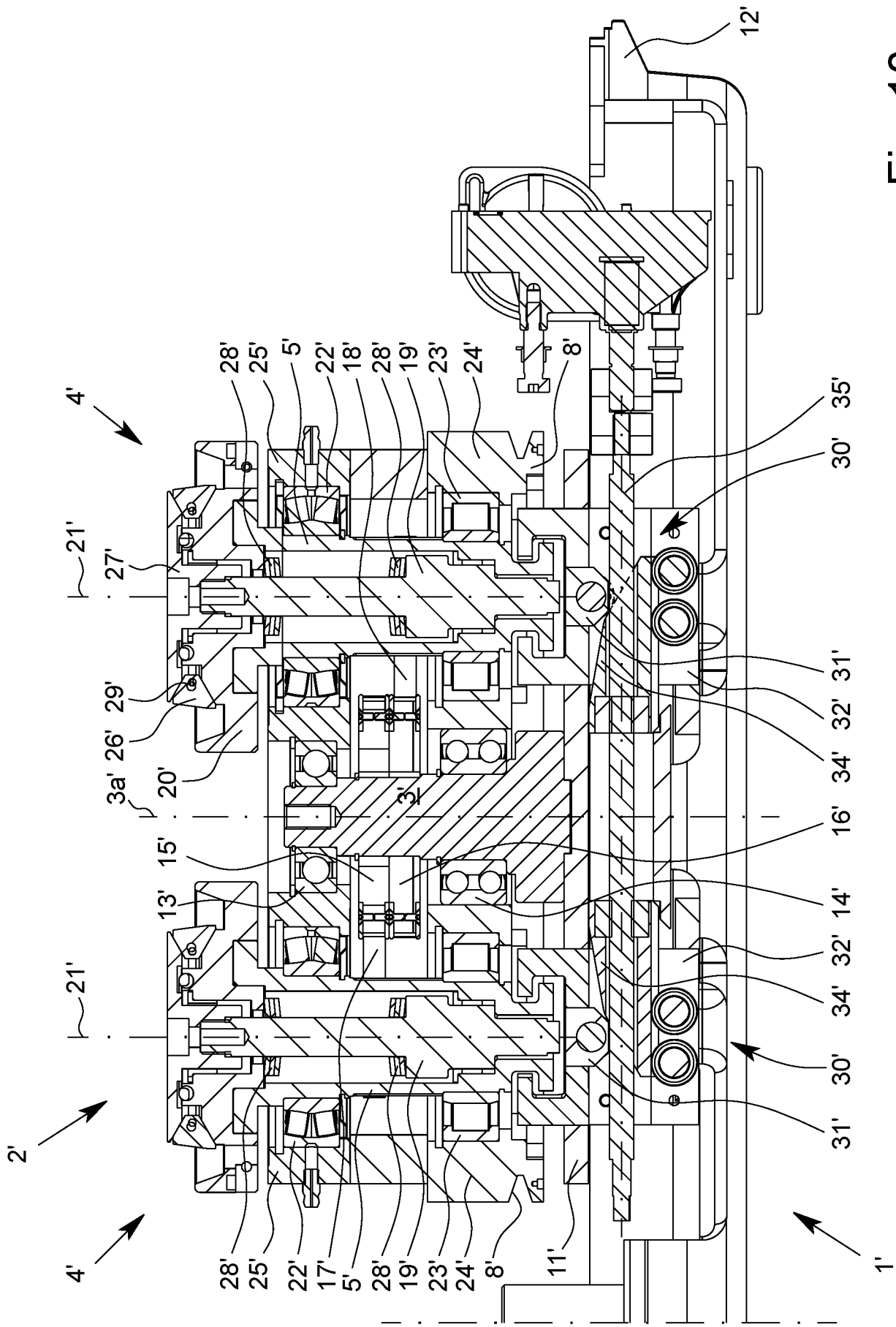


Fig. 10

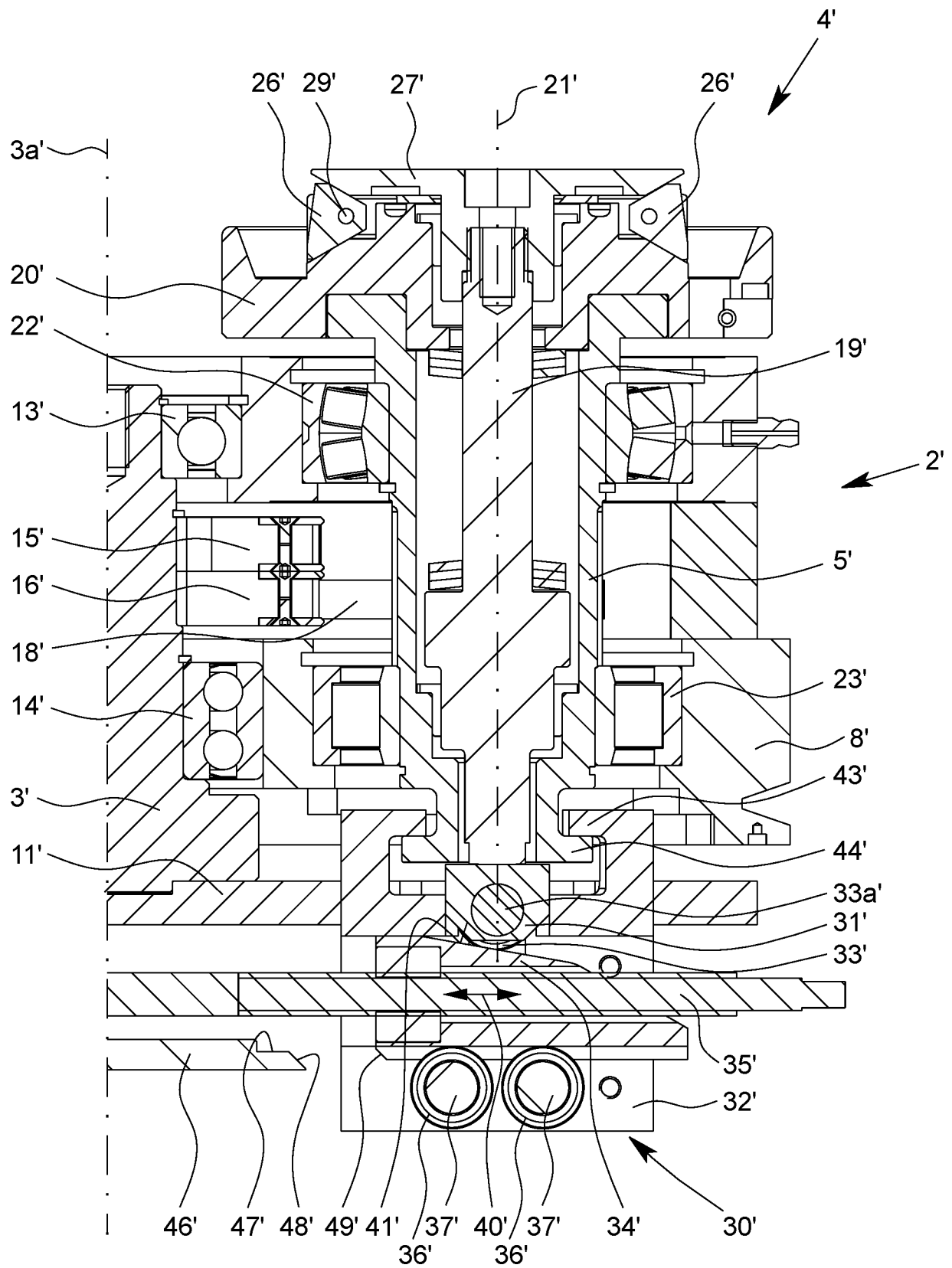
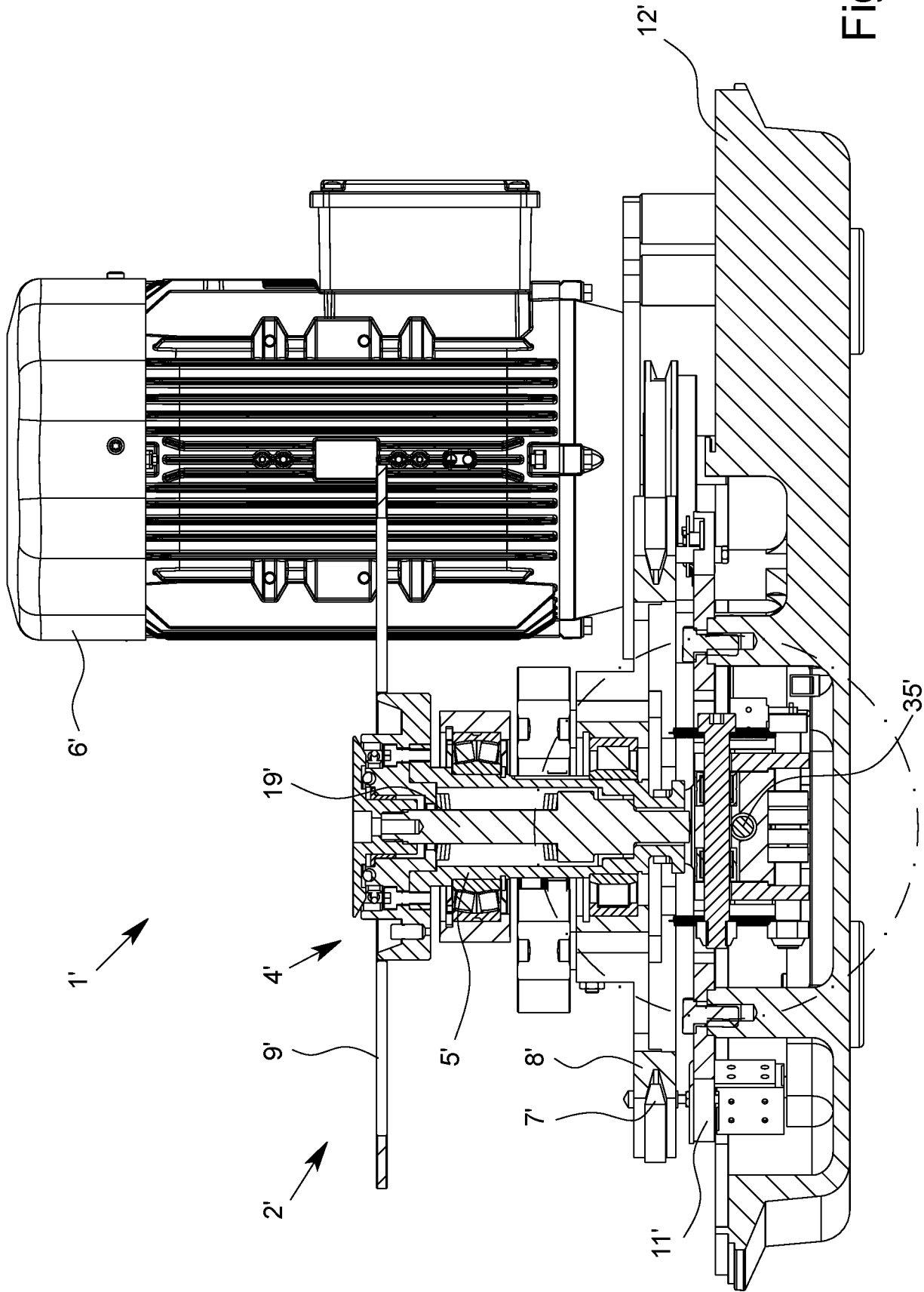


Fig. 11



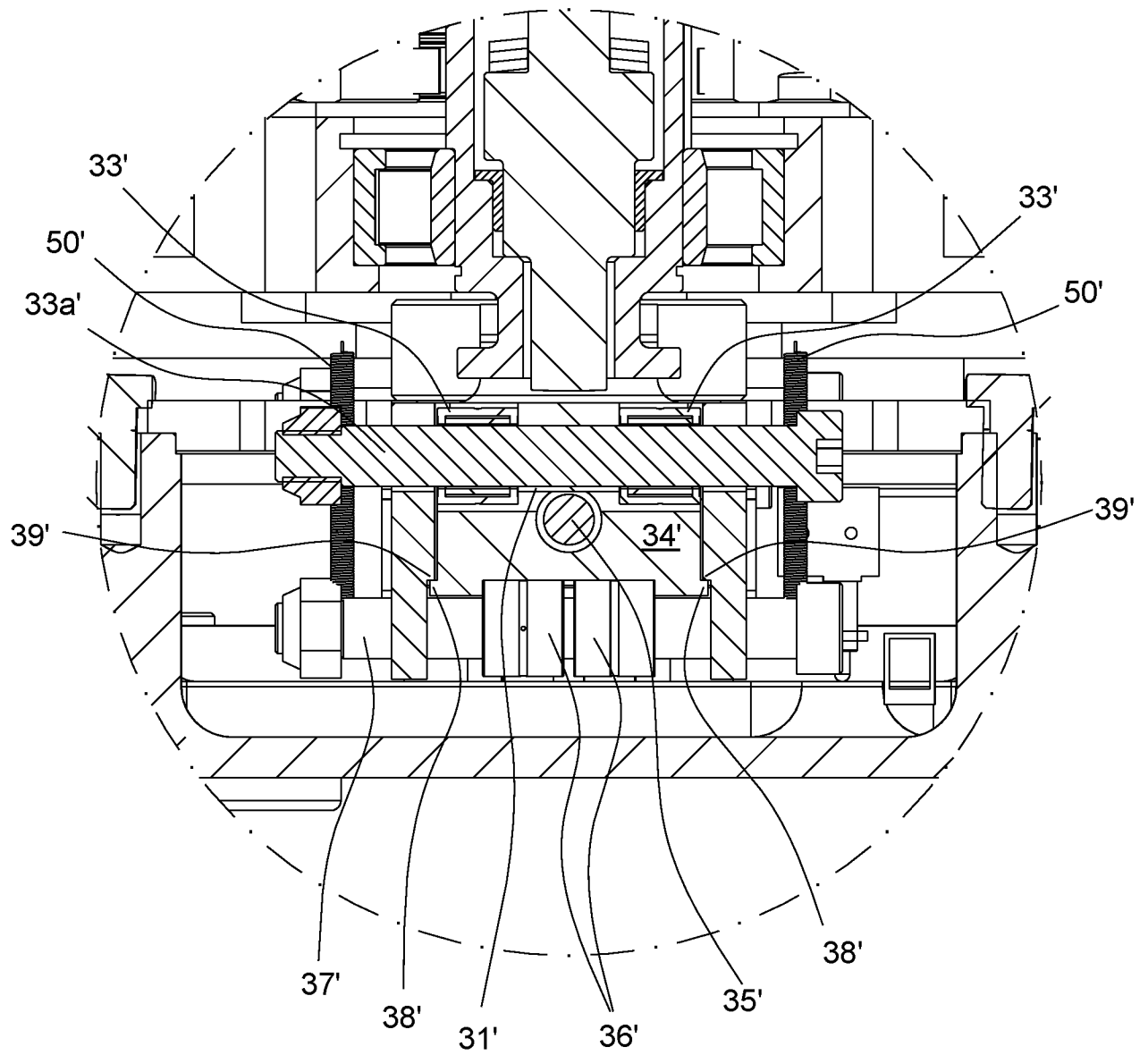


Fig. 13

11/16

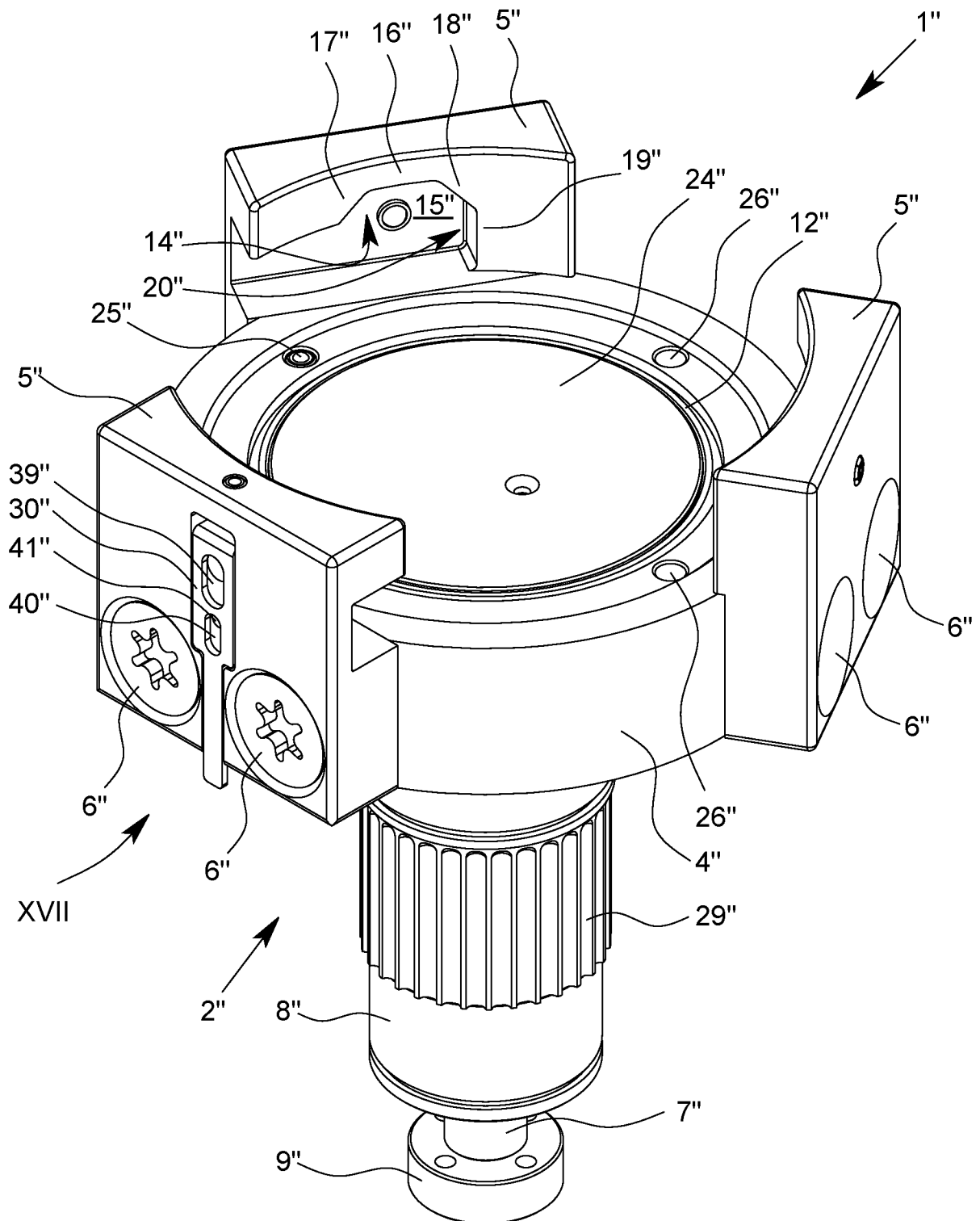


Fig. 14

12/16

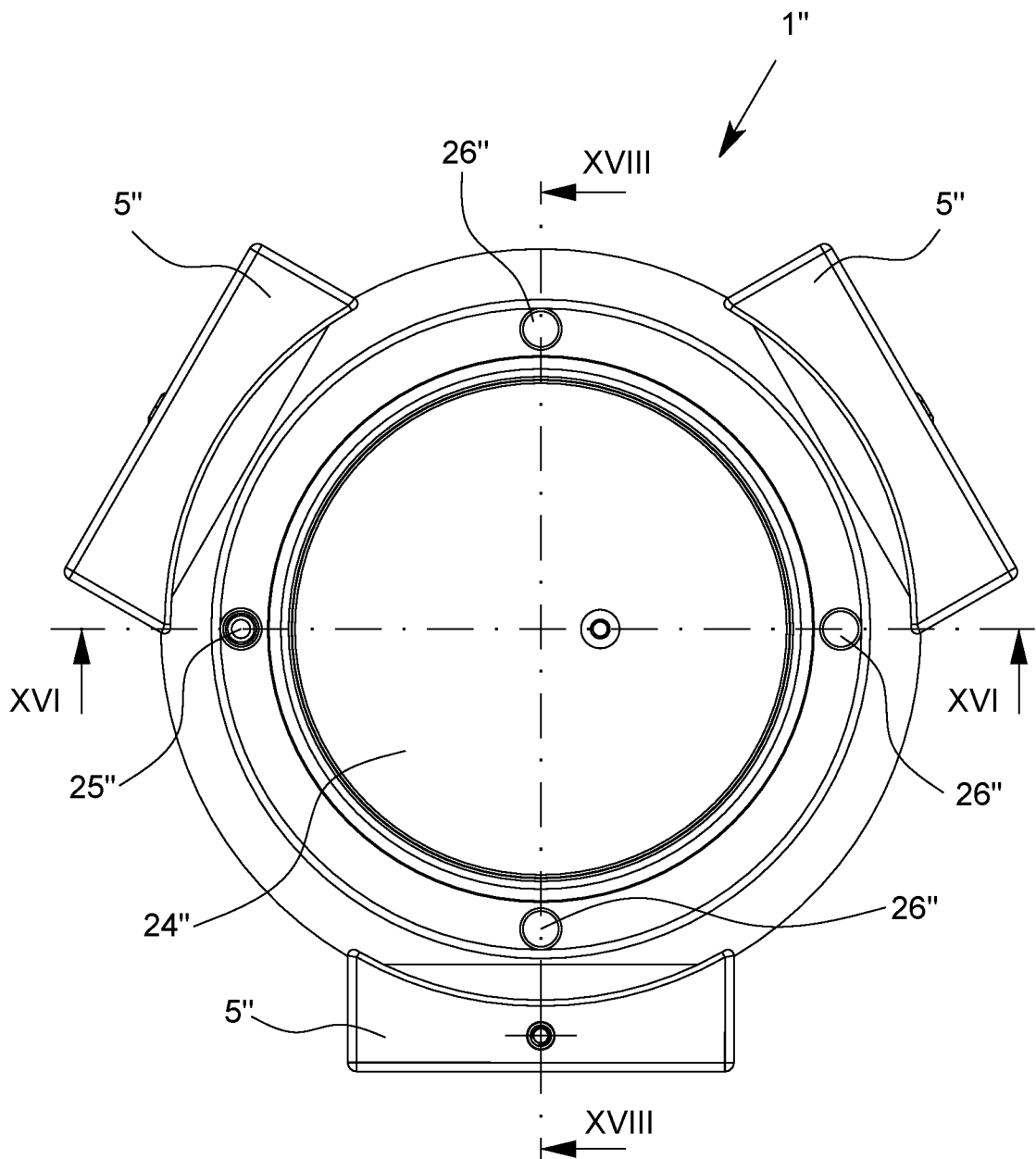


Fig. 15

13/16

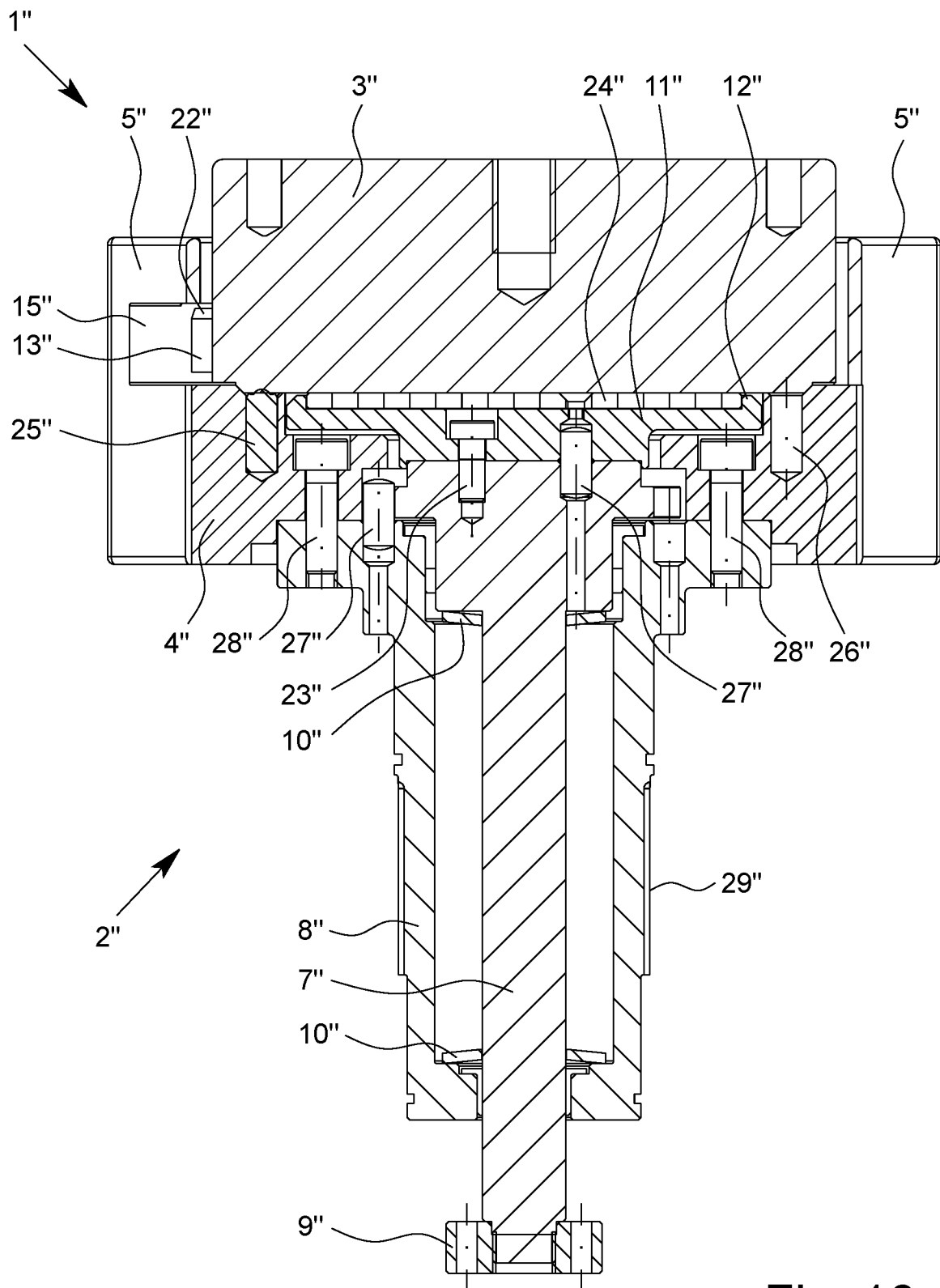


Fig. 16

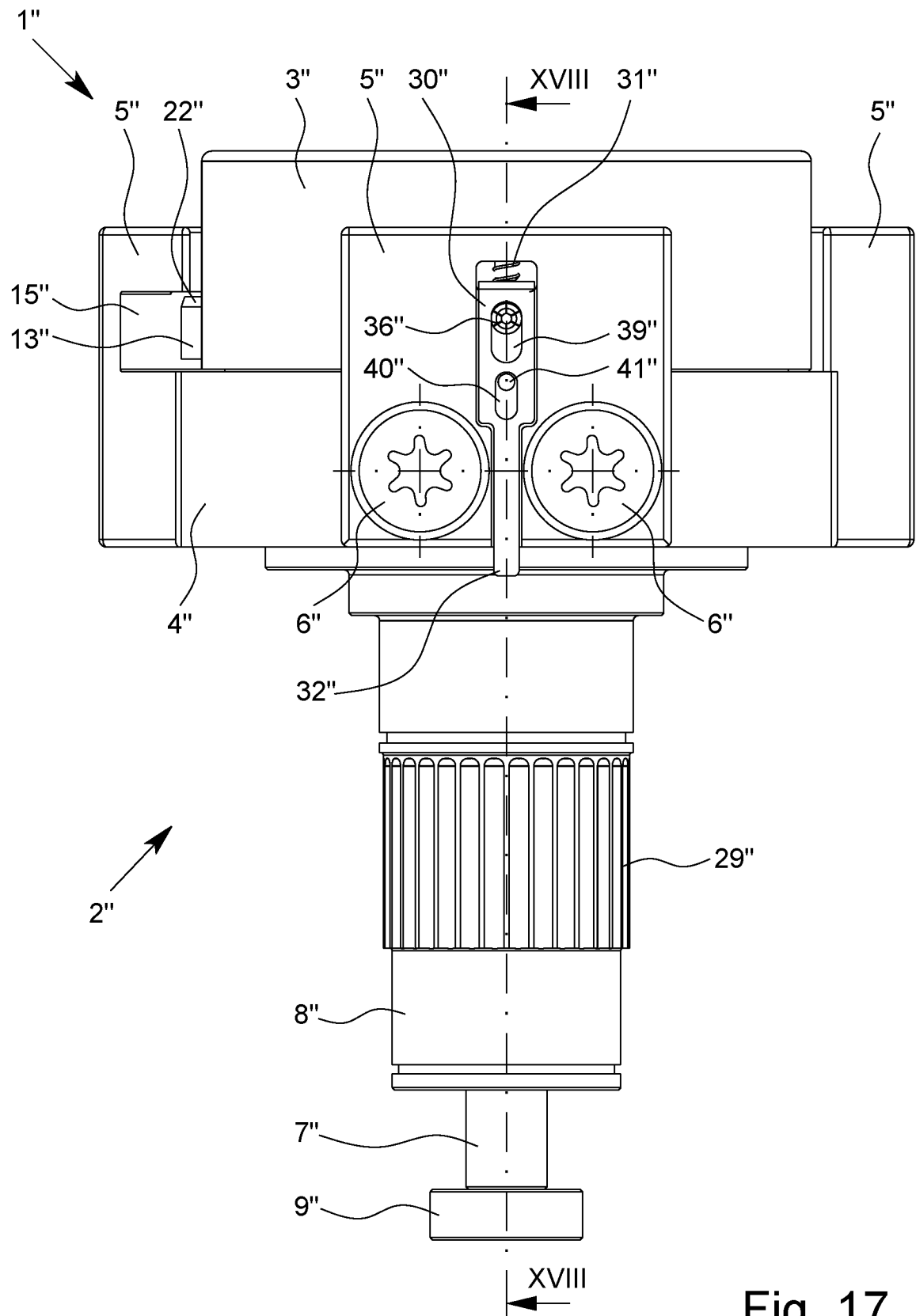


Fig. 17

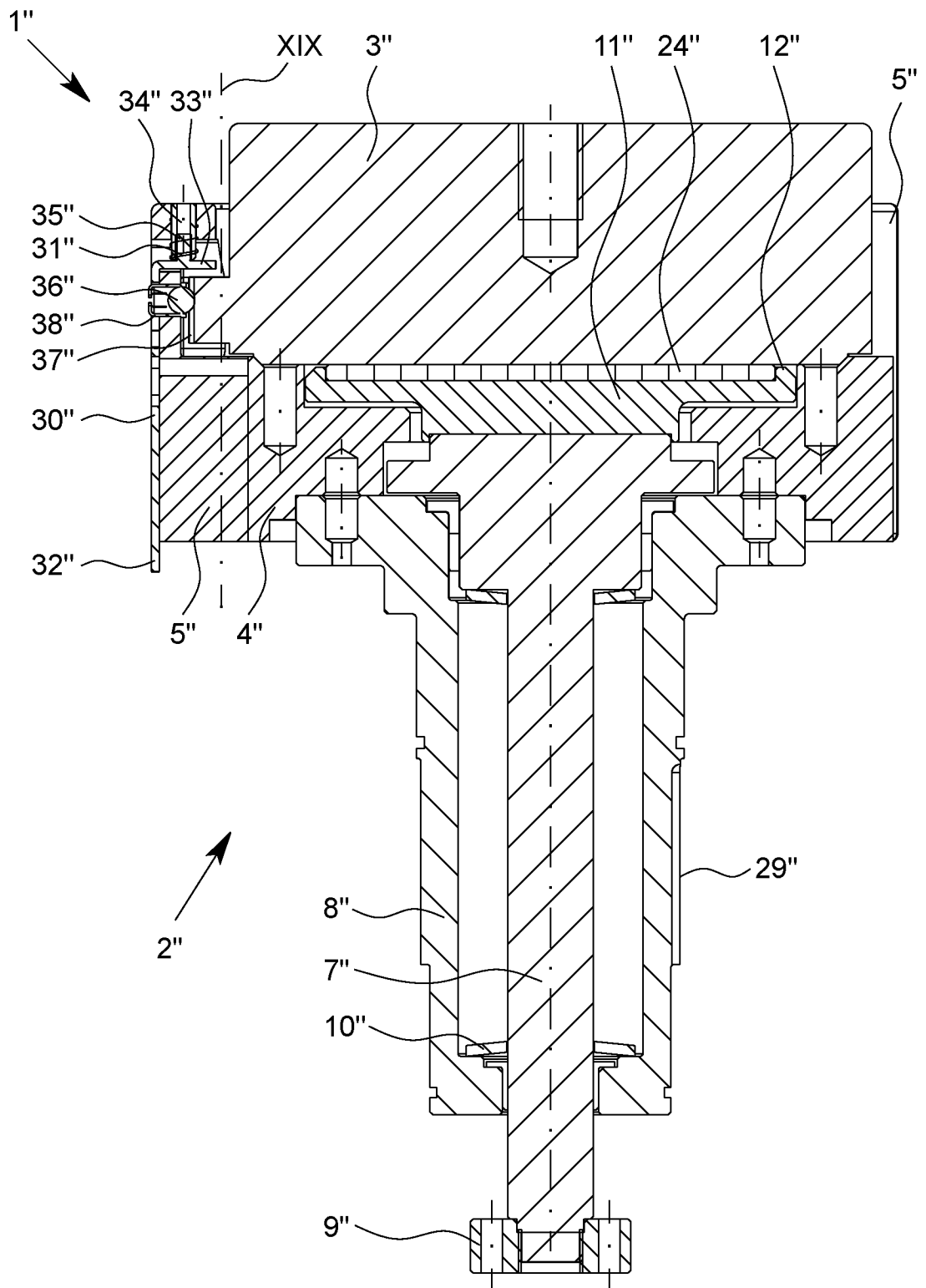


Fig. 18

16/16

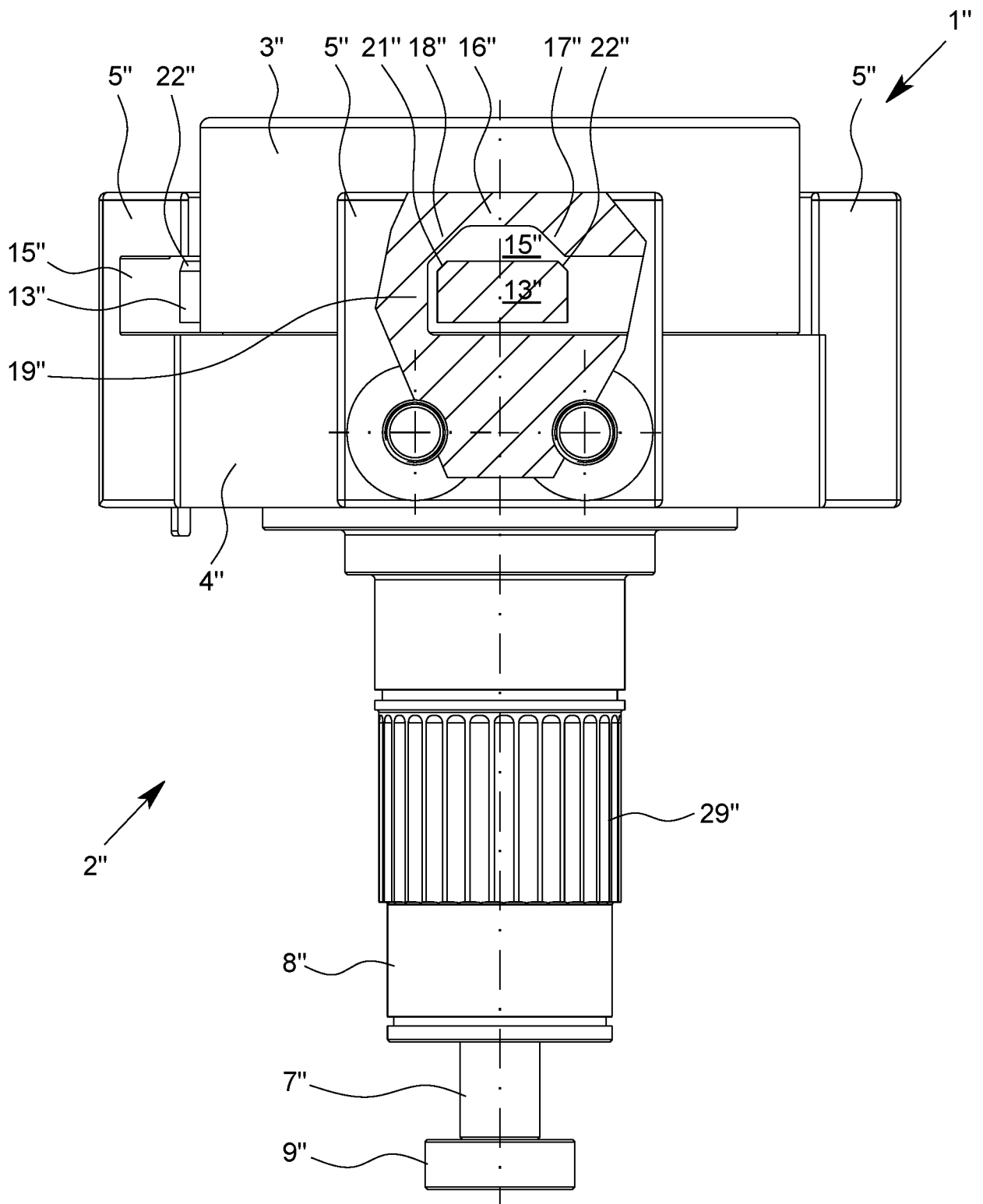


Fig. 19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/050986

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B02C 17/08**(2006.01)i; **B02C 17/18**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B02C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2007042203 A1 (FRITSCH GMBH [DE]; BUND MARKUS [DE] ET AL.) 19 April 2007 (2007-04-19)	1,4,7,8,10
A	page 20 - page 24; figure 2B	2,3,5,6,9
X	JP H0417838 U (.) 14 February 1992 (1992-02-14)	1,4,7,8
	figures 1-3	
X	CN 203886612 U (CHANGSHA TIANCHUANG POWDER TECHNOLOGY CO LTD) 22 October 2014 (2014-10-22)	4
	abstract; figures 1,2	
X	CN 100376327 C (UNIV SUN YAT SEN [CN]) 26 March 2008 (2008-03-26)	4
	abstract; figures 1,3	

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 March 2020

Date of mailing of the international search report

31 March 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Swiderski, Piotr

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/050986

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2007042203	A1	19 April 2007	EP	1933985	A1	25 June 2008
				WO	2007042203	A1	19 April 2007
JP	H0417838	U	14 February 1992	NONE			
CN	203886612	U	22 October 2014	NONE			
CN	100376327	C	26 March 2008	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B02C17/08 B02C17/18
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B02C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2007/042203 A1 (FRITSCH GMBH [DE]; BUND MARKUS [DE] ET AL.) 19. April 2007 (2007-04-19)	1,4,7,8, 10
A	Seite 20 - Seite 24; Abbildung 2B	2,3,5,6, 9
X	JP H04 17838 U (.) 14. Februar 1992 (1992-02-14) Abbildungen 1-3	1,4,7,8
X	CN 203 886 612 U (CHANGSHA TIANHUANG POWDER TECHNOLOGY CO LTD) 22. Oktober 2014 (2014-10-22) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2	4
X	CN 100 376 327 C (UNIV SUN YAT SEN [CN]) 26. März 2008 (2008-03-26) Zusammenfassung; Abbildungen 1,3	4



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. März 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

31/03/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Swiderski, Piotr

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/050986

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie			Datum der Veröffentlichung
WO 2007042203	A1	19-04-2007	EP	1933985 A1		25-06-2008
			WO	2007042203 A1		19-04-2007

JP H0417838	U	14-02-1992	KEINE			

CN 203886612	U	22-10-2014	KEINE			

CN 100376327	C	26-03-2008	KEINE			
