



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**25.03.2020 Patentblatt 2020/13**

(51) Int Cl.:  
**B02C 17/16 (2006.01) B02C 17/18 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **19193548.5**

(22) Anmeldetag: **26.08.2019**

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

(71) Anmelder: **NETZSCH-Feinmahltechnik GmbH 95100 Selb (DE)**

(72) Erfinder:  
 • **Enderle, Udo 95659 Arzberg (DE)**  
 • **Simon, Claus 63755 Alzenau (DE)**  
 • **Soria, Sergio 43711 Priorato de Baneras del Penedès (Tarragona) (ES)**

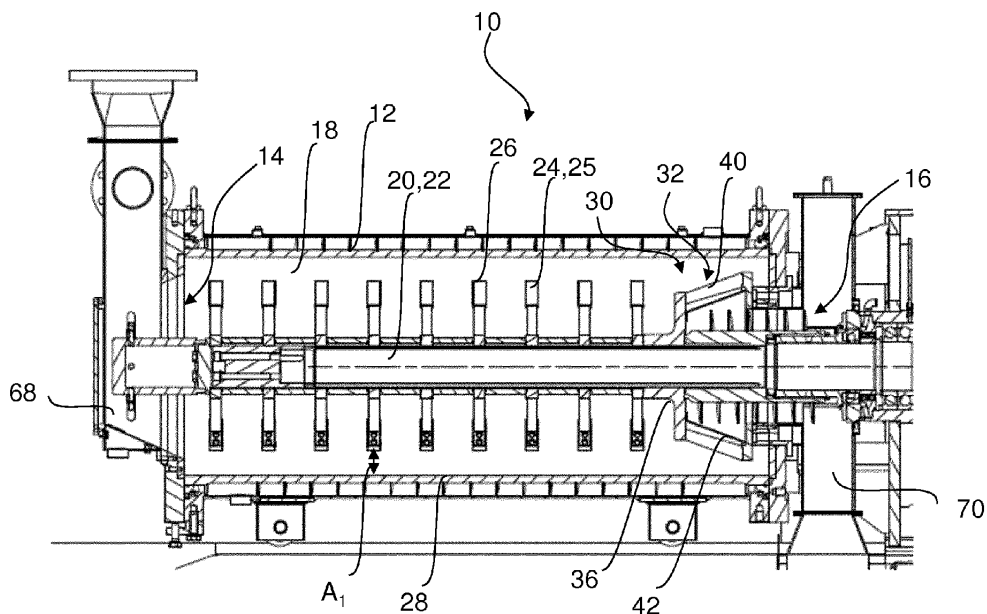
(30) Priorität: **20.09.2018 DE 102018123096**

(54) **RÜHRWERKSKUGELMÜHLE UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER RÜHRWERKSKUGELMÜHLE**

(57) Es sind eine Rührwerkskugelmühle (10) mit einem insbesondere horizontalen Mahlbehälter (12), der einen ersten Endbereich mit einem Mahlguteinlass (14) und einen zweiten Endbereich mit einem Mahlgutauslass (16) aufweist, und ein Verfahren zum Betreiben einer Rührwerkskugelmühle (10) offenbart. Die Rührwerkskugelmühle (10) umfasst eine im Mahlbehälter (12) bzw. im Mahlraum (18) mittels einer Antriebseinheit rotierbare Welle (20), welche zumindest abschnittsweise als Rühr-

welle (22) ausgebildet und mit Rührelementen (24) ausgestattet ist, sowie eine Trennvorrichtung (30). Die Trennvorrichtung (30) umfasst einen Klassierrotor (32), welcher auf der Rührwelle (22) axial beabstandet zum Mahlgutauslass (16) angeordnet ist und einen rotierbaren Rotorkäfig (34) besitzt, sowie eine innerhalb des Rotorkäfigs (34) angeordnete und am Klassierrotor (32) befestigte Siebeinheit (42).

Fig. 1



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine insbesondere horizontale Rührwerkskugelmühle sowie ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Rührwerkskugelmühle gemäß den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche.

### Stand der Technik

**[0002]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine insbesondere horizontale Rührwerkskugelmühle zur Vermahlung von trockenem Produkt. Bei einer Rührwerkskugelmühle handelt es sich um eine Maschine zur Grob-, Fein- und Feinstzerkleinerung oder Homogenisierung von Mahlgut. Eine Rührwerkskugelmühle besteht aus einem nicht drehbaren Mahlbehälter mit einer darin meist achsparallel und mittig angeordneten Rührwelle, einer Lagerung und einer Antriebseinheit. Der Mahlbehälter ist meist zylindrisch ausgebildet und in der Regel zu 70% bis 90% mit Mahlkörpern gefüllt. Innerhalb des Mahlbehälters ist ein Rührwerk vorgesehen, welches sich aus einer drehbar gelagerten Rührwelle mit daran angeordneten Rührelementen zusammensetzt und für eine intensive Bewegung der Mahlkörper sorgt. Bekannte Rührwerkskugelmühlen werden durch eine zentrale Öffnung in einer der Stirnwände beschickt. Der Produkteinlass kann alternativ auch direkt radial oder tangential über den Mahlzylinder erfolgen. Das Mahlgut wird kontinuierlich in und durch den Mahlraum gefördert. Dabei werden die Feststoffe durch Prall- und Scherkräfte zwischen den Mahlkörpern zerkleinert bzw. dispergiert. Der Austrag des fertigen Produkts ist von der Bauform abhängig und erfolgt beispielsweise am Mühlenende. Bei relativ feinen und gut fließenden, meist sphärischen Produktpartikeln kann der achsiale Produktransport im Mahlzylinder alleine durch Gravitationskräfte erfolgen. In der Regel wird das Produkt aber mittels eines Fluides, welches vorzugsweise als Transport-Luftstrom ausgebildet ist, durch den Mahlzylinder gefördert, wobei beim Ausleiten des Produkts und des Fluides aus der Rührwerkskugelmühle die Mahlkörper im Mahlraum der Rührwerkskugelmühle verbleiben sollen. Dies wird insbesondere durch eine gezielte Abtrennung der Mahlkörper innerhalb der Rührwerkskugelmühle erreicht, beispielsweise durch Verwendung einer geeigneten Trennvorrichtung.

**[0003]** Durch die DE 10 2013 021 757 A1 ist eine Rührwerkskugelmühle mit einem fliegend gelagerten Rotor offenbart. Der Rotor hat eine Rotationsachse und ist an einem Lager fliegend gelagert, von dem aus längs der Rotationsachse A ein freies, im Weiteren ungelagertes Rotorende definiert ist. An der Rührwelle ist eine Vielzahl von zueinander beabstandet angeordneten Rührelementen vorgesehen, mittels welchen die im Mahlraum der Rührwerkskugelmühle befindlichen Mahlkörper in Rotation versetzt werden. Zwischen der Rotorstirnseite und der Rotorgegenseite bzw. dem Gehäuse als Stator wird ein Spalt ausgebildet. Sobald das Mahlgut fertig ge-

mahlen ist, kann es über den Spalt in den Mahlgutauslass gelangen und damit den Mahlraum verlassen. Nachteilig jedoch ist, dass das fliegend gelagerte Ende am Mahlgutauslass und das lagerseitige Ende am Mahlguteinlass angeordnet ist. Zudem besteht die Gefahr, dass neben Mahlgut ggf. auch die Mahlkörper als solche durch den Spalt den Mahlraum verlassen.

**[0004]** Durch die DE 10 2015 112 760 B4 die ist eine Rührwerkskugelmühle mit einer Trennvorrichtung bekannt, die vor dem Mahlgutauslass angeordnet ist. Die Trenneinrichtung umfasst eine ortsfest angeordnete Siebeinheit, welche zumindest Partikel mindestens eines Bestandteils des Produkt-/Mahlkörpergemisches bis zu einem bestimmten Durchmesser passieren können. Die Trennvorrichtung umfasst weiter einen Klassierrotor, der eine starr auf der Rührwelle der Rührwerkskugelmühle aufsitzende Stützplatte mit gekoppelten Aufsätzen besitzt. Die Aufsätze bilden einen Rotorkäfig, welcher um die ortsfest vor dem Mahlgutauslass angeordnete Siebeinheit rotiert. Der Rotorkäfig mit den Aufsätzen trägt dazu bei, die Siebeinheit vor den im Mahlraum befindenden Mahlkörpern zu schützen sowie ein bestimmtes Strömungsverhalten des Produkt-/Fluidgemisches im Bereich der Siebeinheit zu bewirken. Eine vergleichsweise ähnliche Rührwerkskugelmühle ist durch die DE 10 2012 013 279 A1 offenbart.

**[0005]** Bei der aus dem Stand der Technik bekannten Trennvorrichtung ist es problematisch, dass durch Rotation der Rührwelle die Mahlkörper in Richtung der Innenwand des Mahlbehälters gedrängt werden, so dass sich diese axial entlang der Innenwand des Mahlbehälters konzentrieren. Dies führt naturgemäß mit der überlagerten internen Fließrichtung des Produkt-Fluidgemisches und den damit verbundenen Schleppkräften auf die Mahlkörper zu einer überhöhten Konzentration der Mahlkörper im Bereich um die Stützplatte des Klassierrotors und folglich zu einem Verstopfen des Produktaustrages sowie zu einem erhöhten Verschleiß.

### Beschreibung

**[0006]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Rührwerkskugelmühle und ein Verfahren zum Betreiben einer Rührwerkskugelmühle zur Verfügung zu stellen, bei welcher der Mahlgutaustrag gegenüber den bekannten Lösungen verbessert werden kann sowie bei welcher der Verschleiß an der Siebeinheit reduziert sowie ein Verdichten der im Mahlraum befindenden Mahlkörpern verhindert werden kann.

**[0007]** Die obige Aufgabe wird durch eine Rührwerkskugelmühle sowie durch ein Verfahren zum Betreiben einer Rührwerkskugelmühle mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den jeweils abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0008]** Zur Lösung der genannten Aufgabe schlägt die Erfindung eine, insbesondere horizontale, Rührwerkskugelmühle mit einem insbesondere zylindrisch ausgebil-

deten Mahlbehälter, der einen Mahlguteinlass und einen Mahlgutauslass aufweist, vor. Insbesondere ist an einem ersten Endbereich des Mahlbehälters der Mahlguteinlass vorgesehen und an einem gegenüberliegenden zweiten Endbereich des Mahlbehälters der Mahlgutauslass ausgebildet.

**[0009]** Vorzugsweise kann im Mahlbehälter bzw. im Mahlraum gegenüber der Atmosphäre ein Unterdruck herrschen, welcher durch entsprechende Vakuumpumpen, Sauggebläse oder dergleichen erzeugt und eingestellt werden kann.

**[0010]** Der Mahlbehälter bzw. der Mahlraum kann vorzugsweise zu 70% bis 90% mit Mahlkörpern befüllt sein, welche beispielsweise sphärisch ausgebildet sind. Wahlweise können die Mahlkörper auch jegliche andere Form aufweisen. Die Mahlkörper sind für die Zerkleinerung des über den Mahlguteinlass zugeführten Mahlgutes essentiell und fungieren als Zerkleinerungswerkzeug. Die Mahlkörper können vorzugsweise kleiner als 20 mm, insbesondere kleiner als 12 mm ausgebildet sein.

**[0011]** Die Rührwerkskugelmühle umfasst eine im Mahlbehälter bzw. im Mahlraum mittels einer Antriebseinheit rotierbare Welle, welche zumindest abschnittsweise als Rührwelle ausgebildet und mit Röhrelementen ausgestattet ist. Die Welle kann sich zumindest abschnittsweise entlang der Längserstreckung des Mahlbehälters und in den Mahlguteinlass und/oder in Mahlgutauslass erstrecken.

**[0012]** Die Antriebseinheit der Rührwelle kann vorzugsweise am zweiten Endbereich des Mahlbehälters mit dem Mahlgutauslass bzw. auf Seite des Mahlgutauslasses angeordnet sein. Vorzugsweise umfasst die Rührwelle eine Vielzahl von Röhrelementen, welche jeweils gleichmäßig beabstandet zueinander angeordnet sind. Insbesondere können sich die Röhrelemente radial von einer Außenmantelfläche der Rührwelle erstrecken, wobei jeweils ein Abstand zwischen einem freien Ende der Röhrelemente und einer Innenmantelfläche des Mahlbehälters, vorzugsweise vollumfänglich, mindestens dem zweieinhalbfachen Durchmesser der Mahlkörper beträgt. Der Abstand zwischen dem freien Ende der Röhrelemente und der Innenmantelfläche des Mahlbehälters kann auch als Mahlspace bezeichnet werden.

**[0013]** Die Röhrelemente können vorzugsweise verdrehsicher auf einer Außenmantelfläche der Rührwelle befestigt sein. Vorzugsweise können die Röhrelemente mittels Kraft- und/oder Formschluss an der Außenmantelfläche der Rührwelle befestigt sein. Die Röhrelemente können dazu dienen, die sich im Mahlraum befindlichen Mahlkörper in Bewegung zu versetzen und somit mit Energie zu versehen, die zum Zerkleinern des über den Mahlguteinlass zugeführten Mahlguts dient.

**[0014]** Insbesondere können die Mahlkörper in sogenannten Mahlzonen in Bewegung versetzt werden, welche Mahlzonen jeweils als Zwischenraum zwischen zwei Röhrelementen definiert sind. Das über den Mahlguteinlass zugeführte zu vermahlene Mahlgut kann jeweils diese Mahlzonen passieren und kann auf dem Weg vom

Mahlguteinlass bis zum Mahlgutauslass zerkleinert werden. Durch die Zuführung des zu vermahlenden Mahlguts und Abführung des fertig gemahlenden Mahlguts kann sich eine Strömung einstellen. Die Röhrelemente können beispielsweise in Form von Scheiben wie Vollscheiben, Lochscheiben mit oder ohne achsialen oder radialen Erhebungen, Stiften oder anderen Elementen ausgebildet sein.

**[0015]** Um das fertig zerkleinerte, insbesondere vermahlene, Mahlgut von den Mahlkörpern zu trennen, umfasst die Rührwerkskugelmühle eine Trennvorrichtung, welche vorzugsweise vor dem Mahlgutauslass angeordnet ist. Die Trennvorrichtung umfasst einen Klassierrotor, welcher auf der Rührwelle axial beabstandet zum Mahlgutauslass angeordnet ist und einen rotierbaren Rotorkäfig besitzt. Der Rotorkäfig kann dazu beitragen, dass die sich im Bereich der Trennvorrichtung befindenden Mahlkörper radial in Richtung Innenwand des Mahlbehälters bewegt und/oder geschleudert werden.

**[0016]** Zudem umfasst die Trennvorrichtung eine innerhalb des Rotorkäfigs angeordnete und am Klassierrotor befestigte Siebeinheit. Durch die Befestigung der Siebeinheit am Klassierrotor ist die Siebeinheit rotierend ausgebildet. Insbesondere kann die Siebeinheit gemeinsam mit dem Rotorkäfig rotieren, d.h. der Rotorkäfig und die Siebeinheit können mit gleicher Drehzahl rotieren, da die Drehzahl des Rotorkäfigs auf die Siebeinheit übertragen werden kann. Über die Siebeinheit kann folglich das fertig gemahlene Mahlgut mit einem bestimmten Durchmesser und alternativ zusätzlich auch eine Fluidströmung wie beispielsweise ein erster Fluidstrom bzw. zumindest ein Teil des ersten Fluidstromes, den Mahlbehälter bzw. Mahlraum verlassen, in dem dieses in den Mahlgutauslass gelangt, während die Mahlkörper im Mahlbehälter bzw. im Mahlraum verbleiben bzw. zurückgehalten werden.

**[0017]** Durch die mit dem Rotorkäfig rotierende Siebeinheit ergibt es sich vorteilhaft, dass sich die Mahlkörper zwischen Siebeinheit und Innenwand des Mahlbehälters nicht starr verdichten. Stattdessen werden die Mahlkörper permanent in Bewegung gehalten aufgelockert und radial in Richtung Innenwand des Mahlbehälters geschleudert. Dadurch können zugleich der Verschleiß und/oder Beschädigungen an der Siebeinheit reduziert werden.

**[0018]** Vorzugsweise kann der Rotorkäfig mit daran befestigter Siebeinheit über die Rührwelle angetrieben werden, so dass der Rotorkäfig mit der Siebeinheit und die Rührwelle mit gleicher Drehzahl angetrieben werden. Hierzu können beispielsweise Drehmomentübertragungseinrichtungen oder dergleichen vorgesehen sein, mittels welcher ein Drehmoment der Welle bzw. Rührwelle auf den Rotorkäfig übertragen werden kann. Alternativ kann dem Rotorkäfig eine eigene Antriebseinheit zugeordnet sein, so dass der Rotorkäfig mit der Siebeinheit unabhängig von der Rührwelle angetrieben werden kann, d.h. der Rotorkäfig mit daran befestigter Siebeinheit und die Rührwelle können mit unterschiedlichen oder

mit gleichen Drehzahlen angetrieben bzw. betrieben werden.

**[0019]** Die Siebeinheit kann beispielsweise kegelig oder sterngefaltet-kegelig ausgebildet sein. Dabei kann ein Innendurchmesser der Siebeinheit in Richtung Mahlgutauslass zunehmen, wobei ein maximaler Innendurchmesser kleiner als 95% des Mahlbehälterinnendurchmessers ausgebildet ist. Durch die kegelige Form der Siebeinheit kann eine große Sieboberfläche, insbesondere aber auch eine große Durchtrittsfläche im Bereich der Stützplatte des Klassierrotors für das fertig gemahlene Mahlgut bereitgestellt werden. Wahlweise kann die Siebeinheit in jeglicher weiterer Form ausgebildet sein, welche für den Einsatz in der erfindungsgemäßen Rührwerkskugelmühle zweckdienlich erscheint.

**[0020]** Es kann vorgesehen sein, dass der Rotorkäfig einen auf der Rührwelle aufsitzenden Flansch mit einer Stützplatte umfasst, d.h. es kann vorgesehen sein, dass ein Durchmesser des Klassierrotors in Richtung Mahlräumeauslass zunimmt. Bei der Stützplatte kann es sich insbesondere um eine Stirnseite des Klassierrotors mit dem kleinsten Durchmesser des Klassierrotors handeln. Auf der Stützplatte können wenigstens zwei Rotorfinger befestigt sein bzw. werden. Wahlweise können auch wenigstens drei, vier oder fünf oder mehrere Rotorfinger an der Stützplatte befestigt sein bzw. befestigt werden. Insbesondere sind die wenigstens zwei Rotorfinger jeweils mechanisch, vorzugsweise lösbar an der Stützplatte befestigt, so dass diese bei Bedarf ausgetauscht werden können. Dabei kann es vorgesehen sein, dass die wenigstens zwei Rotorfinger jeweils zumindest näherungsweise am Außenumfang der Stützplatte angeordnet sind. Ergänzend sei an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass der Rotorkäfig durch die Stützplatte mit den daran befestigten wenigstens zwei Rotorfingern gebildet wird.

**[0021]** Die wenigstens zwei Rotorfinger können in Längsrichtung gleich lang ausgebildet sein, wobei ein Durchmesser und/oder eine Breite und/oder eine Höhe der wenigstens zwei Rotorfinger entlang dessen Längserstreckung zunehmen kann oder identisch ist. Bei gleich großer Ausbildung in Längsrichtung bzw. gleicher Länge kann am freien Ende der wenigstens zwei Rotorfinger wenigstens ein Ringelement, beispielsweise in Form von einer Scheibe vorgesehen sein. Das wenigstens eine Ringelement kann eine zentrisch angeordnete Bohrung umfassen, deren Innendurchmesser größer als ein Außendurchmesser der Welle bzw. Rührwelle ist. Ein Außendurchmesser des wenigstens einen Ringelements kann zumindest einem Durchmesser bzw. einem Abstand zwischen den wenigstens zwei Rotorfingern entsprechend oder größer ausgebildet sein.

**[0022]** Weiter kann es vorgesehen sein, dass dem Rotorkäfig eine stationäre Basis zugeordnet ist, welche auf einer Innenseite des zweiten Endbereichs des Mahlbehälters angeordnet ist. Bei der stationären Basis kann es sich beispielsweise um ein kreisförmiges bzw. rohrförmiges Element handeln, welche/welches zumindest ab-

schnittsweise in den Mahlraum hineinragt/hineinragen. Vorzugsweise kann die stationäre Basis zumindest näherungsweise senkrecht von einer Innenseite des zweiten Endbereichs des Mahlbehälters in den Mahlraum hineinragen, d.h. die stationäre Basis kann sich zumindest abschnittsweise parallel zur Welle, insbesondere zum Klassierrotor, erstrecken.

**[0023]** Der Rotorkäfig, insbesondere das freie Ende der wenigstens zwei Rotorfinger oder die zum Mahlgutauslass zeigende Stirnseite des wenigstens einen Ringelements kann vorzugsweise derart zur stationären Basis angeordnet, insbesondere beabstandet angeordnet sein, dass ein Abstand bzw. ein Spalt kleiner als das 0,5 fache, vorzugsweise kleiner als 0,3 fache des Durchmessers der Mahlkörper ausgebildet ist. Aufgrund des ausgebildeten Abstandes kann verhindert werden, dass nicht fertig gemahlene Mahlgut und/oder Mahlkörper in den Mahlgutauslass gelangen und diesen verstopfen und/oder die Siebeinheit beschädigen.

**[0024]** Weiter kann es vorgesehen sein, dass der Klassierrotor im Bereich der Stützplatte einen kleineren Durchmesser als im Bereich des Ringelements aufweist.

**[0025]** Weiter kann es vorgesehen sein, dass die Siebeinheit an der Stützplatte des Flansches fixiert ist. Insbesondere kann die Siebeinheit an der Stützplatte kraft-, form- und/oder stoffschlüssig, vorzugsweise lösbar befestigt sein, d.h. die Siebeinheit kann bei Verschleiß auf einfache Art und Weise ausgetauscht werden. Über die Fixierung der Siebeinheit an die Stützplatte kann ein Drehmoment des Rotorkäfigs auf die Siebeinheit übertragen werden, d.h. der Rotorkäfig und die Siebeinheit können gemeinsam, insbesondere mit gleicher Drehzahl, rotieren. Folglich kann der Rotorkäfig somit als eine Art Drehmomentübertragungseinrichtung fungieren.

**[0026]** Damit das fertig gemahlene Mahlgut über die Siebeinheit in den Mahlgutauslass gelangen kann, kann die Siebeinheit eine Vielzahl von Öffnungen umfassen. Die Öffnungen können einen runden, ovalen, eckigen oder unregelmäßigen Querschnitt aufweisen. Vorzugsweise können die Öffnungen in Form von axialen Langlöchern ausgebildet sein. Die Größe der Öffnungen der Siebeinheit sollte dabei jeweils so gewählt werden, dass die Öffnungen jeweils kleiner als 70% des Durchmessers der Mahlkörper ausgebildet sind, d.h. die Öffnungen können maximal die 0,7-fache Öffnungsbreite des Mahlkörperdurchmessers und/oder Mahlkörperhöhe und/oder der Mahlkörperlänge aufweisen. Auf diese Weise kann verhindert werden, dass Mahlkörper in den Mahlgutauslass gelangen.

**[0027]** Weiter kann es vorgesehen sein, dass die Siebeinheit auf der dem Mahlguteinlass zugewandten Seite einen kleineren umhüllenden Außendurchmesser aufweist als auf der dem Mahlgutauslass bzw. der lagerseitigen Mahlräumebegrenzung zugewandten Seite.

**[0028]** Weiter kann es vorgesehen sein, dass dem Mahlguteinlass ein Mahlguteinlassraum vorgeordnet ist. Anders ausgedrückt, kann der Mahlguteinlassraum in ein dem Mahlguteinlassraum nachgeordneten Mahlgutein-

lass münden. Der Mahlguteinlass kann beispielsweise in Form von einer Öffnung im ersten Endbereich des Mahlbehälters ausgebildet sein.

**[0029]** Weiter kann es vorgesehen sein, dass dem Mahlgutauslass ein Mahlgutauslassraum räumlich nachgeordnet ist, d.h. der Mahlgutauslass kann in ein dem Mahlgutauslass nachgeordneten Mahlgutauslassraum münden. Der Mahlgutauslass kann beispielsweise in Form von einer Öffnung im zweiten Endbereich des Mahlbehälters ausgebildet sein. Der Mahlgutauslassraum kann in einen Auffangbehälter münden, so dass das fertig gemahlene Mahlgut aufgefangen und bis zur weiteren Handhabung zwischengelagert werden kann.

**[0030]** Im weitesten Sinne kann es sich bei dem Mahlguteinlassraum um einen Teil des Mahlguteinlasses und der Mahlgutauslassraum um einen Teil des Mahlgutauslasses handeln. Wenn daher zuvor und auch nachfolgend die Rede ist, dass die Welle zumindest abschnittsweise in den Mahlguteinlass und/oder in den Mahlgutauslass hineinragt, soll damit auch umfasst bzw. nicht ausgeschlossen sein, dass sich die Welle auch in den Mahlguteinlassraum und/oder in den Mahlgutauslassraum erstrecken kann.

**[0031]** Der Mahlgutauslass kann zumindest abschnittsweise parallel und/oder senkrecht zur Welle angeordnet sein. Insbesondere kann im zweiten Endbereich des Mahlbehälters eine Öffnung vorgesehen sein, welche zumindest abschnittsweise parallel und/oder senkrecht zur Welle verläuft, d.h. der Mahlgutauslass kann unterhalb und/oder oberhalb der Mitte der Welle bzw. der Wellenmitte angeordnet sein und sich nach unten und/oder seitlich erstrecken.

**[0032]** Weiter kann es vorgesehen sein, dass sich die im Mahlbehälter angeordnete Welle zumindest abschnittsweise in den Mahlguteinlassraum und/oder in den Mahlgutauslassraum erstreckt. Die sich in den Mahlguteinlassraum erstreckende Welle kann zumindest abschnittsweise als erste Förderschnecke, insbesondere als erste Schneckenwendel, ausgebildet sein. Damit kann das Mahlgut kontinuierlich oder je nach Bedarf in den Mahlraum transportiert werden. Zugleich kann ein Verstopfen des Mahlguteinlasses mit verklebten und/oder verklumpten Mahlgut zumindest weitgehend entgegengewirkt werden.

**[0033]** Weiter kann es vorgesehen sein, dass die Welle innerhalb der Siebeinheit und/oder innerhalb des Mahlgutauslasses und/oder innerhalb des Mahlgutauslassraumes zumindest abschnittsweise als zweite Förderschnecke, insbesondere als zweite Schneckenwendel, ausgebildet ist. Mit Hilfe der zweiten Förderschnecke kann folglich das fertig gemahlene Mahlgut zumindest abschnittsweise entlang des Mahlgutauslasses bis zum Mahlgutauslassraum befördert werden, um ein Verstopfen des Mahlgutauslasses zu verhindern.

**[0034]** Eine vertikale Mahlraumanordnung ist bei trockenen Rückwerkskugelmühlen bekannt, hat jedoch das Problem, dass die Mahlkörper durch die Schwerkraft im unteren Bereich des Mahlzylinders verdichtet vorliegen

und einen Produkttransport verhindern. Mühlenausführungen mit einer Separierung des Produkt-/ Mahlkörpergemisches außerhalb des Mahlraumes haben den Nachteil, dass permanent Mahlkörper mit dem Produkt zu und abgeführt werden müssen, was die Energieeffizienz des Mahlkreislaufes verringert. Es ist daher vorgesehen, dass der Mahlbehälter horizontal liegend angeordnet ist. Bei den bekannten Rührwerkskugelmühlen mit horizontal liegenden Mahlbehälter und mit vor dem Mahlgutauslass stationär angeordneter Siebeinheit ergab sich bisher die Problematik, dass sich die Mahlkörper im Bereich des Mahlgutauslasses und Siebeinheit verdichten, so dass folglich die Siebeinheit beschädigt und im schlimmsten Fall nicht mehr für das fertig gemahlene Mahlgut passierbar ist. Durch die mit dem Rotorkäfig rotierende Siebeinheit können die Mahlkörper permanent in Bewegung gehalten werden, so dass die Siebeinheit für das fertig gemahlene Mahlgut zu jeder Zeit zugänglich ist und nicht durch verdichtete Mahlkörper beschädigt wird.

**[0035]** Auch kann es vorgesehen sein, dass die Welle im Mahlbehälter fliegend gelagert ist. Insbesondere können der Mahlguteinlass am fliegenden Ende der Welle und der Mahlgutauslass am lagerseitigen Ende der Welle angeordnet sein. Vorzugsweise können das fliegende Ende am ersten Endbereich und das lagerseitige Ende der Welle am zweiten Endbereich des Mahlbehälters angeordnet sein. Wahlweise wäre auch eine umgekehrte Lagerung der fliegenden Welle denkbar, wonach das fliegend gelagerte Ende am Mahlgutauslass und das lagerseitige Ende am Mahlguteinlass angeordnet ist.

**[0036]** Weiter kann es vorgesehen sein, dass dem Mahlguteinlass und/oder dem Mahlguteinlassraum eine erste Fluideinlassöffnung zugeordnet ist, über welche in den Mahlguteinlass bzw. Mahlguteinlassraum und damit in den Mahlraum des Mahlbehälters eine erste Fluidströmung wie beispielsweise ein erster Luftvolumenstrom oder ein inertes oder reaktives Gas zuführbar ist bzw. zugeführt wird. Die erste Fluidströmung kann derart in den Mahlguteinlass bzw. in den Mahlguteinlassraum zugeführt werden, so dass sich dieser mit dem Mahlgut vermischt und ein erster Mahlgut-Fluidstrom ausgebildet wird. Die erste Fluidströmung kann somit als Transportströmung dienen, und das Mahlgut vom Mahlguteinlass bzw. vom Mahlguteinlassraum in den Mahlraum tragen. Es wäre auch denkbar, dass zumindest ein Teil der ersten Fluidströmung auch entlang des Mahlraums strömt und das dort zu vermahlene Mahlgut und/oder das fertig gemahlene Mahlgut bis zum Mahlgutauslass trägt. Auf diese Weise kann zusammen mit dem fertig gemahlene Mahlgut auch ein Teil der ersten Fluidströmung über den Mahlgutauslass den Mahlraum verlassen.

**[0037]** Weiter kann es vorgesehen sein, dass dem Mahlgutauslass und/oder dem Mahlgutauslassraum eine zweite Fluideinlassöffnung zugeordnet ist, so dass dem Mahlgutauslass bzw. dem Mahlgutauslassraum eine zweite Fluidströmung, beispielsweise ein zweiter Luftvolumenstrom oder ein inertes oder reaktives Gas zu-

fürbar ist. Die zweite Fluidströmung kann derart in den Mahlgutauslass bzw. den Mahlgutauslassraum zugeführt werden, so dass sich dieser mit dem fertig gemahlene Mahlgut vermischt und ein zweiter Mahlgut-Fluidstrom ausgebildet wird. Die zweite Fluidströmung kann dazu dienen, das fertig gemahlene Mahlgut entlang des Mahlgutauslasses zu tragen und zu transportieren.

**[0038]** Weiter und/oder zusätzlich kann es vorgesehen sein, dass das rohrförmige Element Kanäle und/oder Bohrungen umfasst, durch welche die zweite Fluidströmung strömen kann.

**[0039]** Gemäß einem alternativen Ausführungsbeispiel kann es sich bei den Kanälen und/oder Bohrungen des rohrförmigen Elements um eine dritte Fluideinlassöffnung handeln, durch welche eine dritte Fluidströmung wie beispielsweise ein dritter Luftvolumenstrom oder ein inertes Gas oder dergleichen strömen kann. Die dritte Fluidströmung kann den Mahlraum insbesondere über den Mahlgutauslass verlassen.

**[0040]** Vorzugsweise können die zweite und/oder dritte Fluidströmung derart durch den zwischen stationärer Basis und der Rotorfingern ausgebildeten Abstand bzw. Spalt gespült werden, so dass kein oder kaum fertig gemahlene Mahlgut in den Spalt eindringen kann. Zusätzlich können die zweite und/oder die dritte Fluidströmung als Spülfluid fungieren, mittels welcher die Siebeinheit gereinigt und ausgeblasen werden kann.

**[0041]** Die erste, zweite und/oder dritte Fluidströmung können jeweils durch eine separate oder externe Fluidquelle wie beispielsweise durch eine separate oder externe Luftquelle oder durch eine gemeinsame externe Fluidquelle wie beispielsweise durch eine gemeinsame externe Luftquelle oder dergleichen erzeugt werden.

**[0042]** Auch kann es vorgesehen sein, dass der ersten und/oder zweiten und/oder dritten Fluideinlassöffnung jeweils zumindest ein Regelement zugeordnet ist, so dass die erste und/oder zweite und/oder die dritte Fluidströmung reguliert werden können. Beispielsweise kann mittels des Regelements ein Querschnitt der ersten und/oder zweiten und/oder dritten Fluideinlassöffnung variiert werden, wodurch die erste und/oder zweite und/oder dritte Fluideinlassöffnung eingestellt werden. Insbesondere kann das zumindest eine Regelement derart eingestellt werden, dass der im Mahlraum herrschende Unterdruck bestehen bleibt.

**[0043]** Weiter kann es vorgesehen sein, dass die durch den Mahlguteinlass entlangströmende erste Fluidströmung größer als 50% des gesamten Fluidstromes ist, wobei sich insbesondere der gesamte Fluidstrom aus dem ersten, zweiten und/oder dritten Fluidstrom zusammensetzen kann.

**[0044]** Vorzugsweise kann es vorgesehen sein, dass der zweite und/oder dritte Fluidstrom, welcher durch die stationäre Basis und den zwischen stationärer Basis und den Rotorfingern ausgebildeten Abstand strömt, kleiner als 25% des gesamten Fluidstromes ausgebildet ist.

**[0045]** Die Erfindung umfasst weiter ein Verfahren zum Betreiben einer vorbeschriebenen Rührwerkskugelmüh-

le. Die Rührwerkskugelmühle umfasst einen Mahlbehälter, der einen ersten Endbereich mit einem Mahlguteinlass und einen zweiten Endbereich mit einem Mahlgutauslass aufweist. Weiterhin umfasst die Rührwerkskugelmühle eine im Mahlbehälter bzw. im Mahlraum mittels einer Antriebseinheit rotierbare Welle, welche zumindest abschnittsweise als Rührwelle ausgebildet und mit Rührelementen ausgestattet ist.

**[0046]** Zum Abtrennen des fertig gemahlene Mahlguts von den Mahlkörpern wird eine Trennvorrichtung bereitgestellt, welche vorzugsweise axial zum Mahlgutauslass angeordnet ist. Die Trennvorrichtung umfasst einen Klassierrotor, welcher auf der Rührwelle axial beabstandet zum Mahlgutauslass angeordnet ist und einen rotierbaren Rotorkäfig besitzt. Innerhalb des Rotorkäfigs ist eine Siebeinheit angeordnet und am Klassierrotor befestigt. Bei Ansteuerung des Klassierrotors wird der Rotorkäfig in Rotation versetzt. Da die Siebeinheit am Klassierrotor und insbesondere am Rotorkäfig befestigt ist, wird ein Drehmoment des Rotorkäfigs auf die Siebeinheit übertragen, so dass Rotorkäfig und Siebeinheit mit gleicher Drehzahl gemeinsam rotieren. Das Rotieren des Rotorkäfigs dient dazu, dass die im Mahlbehälter bzw. im Mahlraum befindenden Mahlkörper radial in Richtung Innenwand des Mahlbehälters geschleudert werden, während hingegen das fertig gemahlene Mahlgut über die Siebeinheit in den Mahlgutauslass gelangen kann. Diese Trenn- und Transportfunktion wird insbesondere dann unterstützt, wenn die Mahlkörper ein höheres spezifisches Gewicht als das zu mahlende Produkt aufweisen, da dann das fertig gemahlene Mahlgut durch den Dichteunterschied nach innen durch das Sieb in den Mahlgutauslass ausweicht.

**[0047]** Während sich bei einer ortsfest angeordneten bzw. feststehenden Siebeinheit die Mahlkörper zwischen Siebeinheit und Innenwand des Mahlbehälters verdichten und verkleben können, wodurch folglich die Siebeinheit beschädigt und der Mahlgutaustrag über die Siebeinheit aus dem Mahlbehälter verhindert bzw. verstopft werden kann, verhindert die Anordnung der Siebeinheit an der Rührwelle eine solche Verdichtung der Mahlkörper, wodurch die Rührwerkskugelmühle weniger anfällig gegen Verstopfungen im Bereich des Mahlgutaustrags ist. Der Aufwand zur Wartung der Rührwerkskugelmühle und/oder die Produktionsausfälle, zur Reinigung der Rührwerkskugelmühle ist/sind deutlich reduziert.

**[0048]** Es sei an dieser Stelle ausdrücklich erwähnt, dass alle Aspekte und Ausführungsvarianten, die im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung erläutert wurden, gleichermaßen Teilaspekte des erfindungsgemäßen Verfahrens betreffen oder sein können. Wenn daher an einer Stelle bei der Beschreibung oder auch bei den Anspruchsdefinitionen zur erfindungsgemäßen Vorrichtung von bestimmten Aspekten und/oder Zusammenhängen und/oder Wirkungen die Rede ist, so gilt dies gleichermaßen für das erfindungsgemäße Verfahren. In umgekehrter Weise gilt dasselbe, so dass auch alle Aspekte und Ausführungsvarianten, die im Zusam-

menhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erläutert wurden, gleichermaßen Teilaspekte der erfindungsgemäßen Vorrichtung betreffen oder sein können. Wenn daher an einer Stelle bei der Beschreibung oder auch bei den Anspruchsdefinitionen zum erfindungsgemäßen Verfahren von bestimmten Aspekten und/oder Zusammenhängen und/oder Wirkungen die Rede ist, so gilt dies gleichermaßen für die erfindungsgemäße Vorrichtung.

#### Figurenbeschreibung

**[0049]** Im Folgenden sollen Ausführungsbeispiele die Erfindung und ihre Vorteile anhand der beigefügten Figuren näher erläutern. Die Größenverhältnisse der einzelnen Elemente zueinander in den Figuren entsprechen nicht immer den realen Größenverhältnissen, da einige Formen vereinfacht und andere Formen zur besseren Veranschaulichung vergrößert im Verhältnis zu anderen Elementen dargestellt sind.

Figur 1 zeigt eine schematische Ansicht eines Längsschnitts einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Rührwerkskugelmühle.

Figur 2 zeigt eine schematische Detailansicht des Mahlguteinlasses von der in Figur 1 gezeigten Rührwerkskugelmühle.

Figur 3 zeigt eine schematische Detailansicht des Mahlgutauslasses mit der davor angeordneten Trennvorrichtung aus der in Figur 1 gezeigten Rührwerkskugelmühle.

**[0050]** Für gleiche oder gleich wirkende Elemente der Erfindung werden identische Bezugszeichen verwendet. Ferner werden der Übersicht halber nur Bezugszeichen in den einzelnen Figuren dargestellt, die für die Beschreibung der jeweiligen Figur erforderlich sind. Die dargestellten Ausführungsformen stellen lediglich Beispiele dar, wie die erfindungsgemäße Vorrichtung ausgestaltet sein kann und stellen keine abschließende Begrenzung dar.

**[0051]** Figur 1 zeigt eine schematische Ansicht eines Längsschnitts einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Rührwerkskugelmühle 10. Die Rührwerkskugelmühle 10 umfasst einen Mahlbehälter 12, welcher zylindrisch ausgebildet und horizontal gelagert ist. Im Mahlbehälter 12 bzw. im Mahlraum 18 herrscht ein Unterdruck, welcher durch eine geeignete hier nicht dargestellte Vakuumpumpe oder dergleichen im Mahlbehälter 12 bzw. im Mahlraum 18 eingestellt wird.

**[0052]** Der Mahlbehälter 12 weist einen Mahlguteinlass 14 und einen Mahlgutauslass 16 auf, welche durch entsprechende Öffnungen im Mahlbehälter 12 gebildet sind. Der Mahlguteinlass 14 ist an einem ersten Endbereich des Mahlbehälters 12 (links in der Figur 1) und der Mahlgutauslass 16 ist an einem gegenüberliegenden zweiten Endbereich (rechts in der Figur 1) vorgesehen.

Dem Mahlguteinlass 14 ist ein Mahlguteinlassraum 68 räumlich vorgeordnet (vgl. Figur 2). Darüber hinaus ist dem Mahlgutauslass 16 ein Mahlgutauslassraum 70 räumlich nachgeordnet (vgl. Figur 3). Im weitesten Sinne handelt es sich bei dem Mahlguteinlassraum 68 um einen Bereich des Mahlguteinlasses 14 und bei dem Mahlgutauslassraum 70 um einen Bereich des Mahlgutauslasses 16.

**[0053]** Der Mahlbehälter 12 ist vorzugsweise zu 70% bis 90% mit Mahlkörpern gefüllt, welche vorzugsweise sphärisch ausgebildet sind, aber auch beispielsweise zylindrisch ausgebildet sein können. Die Mahlkörper sind für die Zerkleinerung des über den Mahlguteinlass 14 zugeführten Mahlgutes essentiell und fungieren als Zerkleinerungswerkzeug. Die Mahlkörper sind vorzugsweise kleiner als 12 mm ausgebildet.

**[0054]** Die Rührwerkskugelmühle 10 umfasst eine mittels einer hier nicht dargestellten Antriebseinheit rotierbare Welle 20, welche im Mahlbehälter 12 angeordnet ist. Die Antriebseinheit der rotierbaren Welle 20 befindet sich vorzugsweise im Bereich des Mahlgutauslasses 16 bzw. am zweiten Endbereich des Mahlbehälters 12.

**[0055]** Die Welle 20 ist fliegend gelagert, wobei das lagerseitige Ende der Welle 20 im Bereich des Mahlgutauslasses 16 bzw. Mahlgutauslassraums 70 und das fliegende Ende der Welle 20 im Bereich des Mahlguteinlasses 14 bzw. Mahlguteinlassraums 68 angeordnet ist, d. h. die Welle 20 erstreckt sich zumindest entlang der Längserstreckung des Mahlbehälters 12 vom Mahlguteinlassraum 68 bzw. Mahlguteinlass 14 bis zum Mahlgutauslassraum 70 bzw. Mahlgutauslass 16.

**[0056]** Die rotierbare Welle 20 ist zumindest abschnittsweise als Rührwelle 22 ausgebildet und mit Rührelementen 24 ausgestattet. Die Rührelemente 24 erstrecken sich jeweils radial von einer Außenmantelfläche der Rührwelle 22, wobei die Rührelemente 24 jeweils verdrehsicher, insbesondere mechanisch, an die Außenmantelfläche der Rührwelle 22 befestigt sind. Insbesondere sind die Rührelemente 24 gleichmäßig beabstandet zueinander auf der Außenmantelfläche der Rührwelle 22 angeordnet.

**[0057]** Gemäß vorliegender Ausführungsform sind die Rührelemente 24 als Stifte 25 ausgebildet. Es wäre jedoch auch denkbar, die Rührelemente 24 in Form von Mahlscheiben oder dergleichen auszubilden. Die Rührelemente 24 dienen jeweils dazu, die im Mahlraum 18 befindenden Mahlkörper in Bewegung zu versetzen und somit mit Energie zu versehen, die zum Zerkleinern des über den Mahlguteinlass 14 zugeführten Mahlguts dient. Insbesondere werden die Mahlkörper in sogenannten Mahlzonen in Bewegung versetzt, welche Mahlzonen jeweils als Zwischenraum zwischen zwei Stiften definiert ist. Das über den Mahlguteinlass 14 zugeführte zu vermahlene Mahlgut passiert jeweils diese Mahlzonen und wird auf dem Weg vom Mahlguteinlass 14 bis zum Mahlgutauslass 16 zerkleinert. Durch die Zuführung des zu vermahlenden Mahlguts und Abführung des fertig gemahlenden Mahlgutes stellt sich die Strömung des Mahlguts

vom Mahlguteinlass 14 in Richtung Mahlgutauslass 16 ein.

**[0058]** Die Rührelemente 24 weisen jeweils ein freies Ende 26 auf, welches jeweils beabstandet zu einer Innenwand 28 des Mahlbehälters 12 angeordnet ist. Der erste Abstand  $A_1$  zwischen dem freien Ende 26 der Rührelemente 24 und der Innenwand 28 des Mahlbehälters 12 entspricht mindestens dem zweieinhalbfachen mittleren Durchmesser der Mahlkörper. Der erste Abstand  $A_1$  zwischen dem freien Ende und der Innenwand 28 des Mahlbehälters 12 ist deshalb erforderlich, damit die Mahlkörper diesen Bereich ungehindert passieren können, ohne zu verdichten und/oder zu verkleben, wie es ansonsten bei einem zu klein gewählten Abstand zwischen freiem Ende der Rührelemente und Innenwand 28 des Mahlbehälters 12 der Fall wäre.

**[0059]** Um das fertig gemahlene Mahlgut von den Mahlkörpern zu trennen bzw. um zu gewährleisten, dass die Mahlkörper im Mahlraum 18 verbleiben, während das fertig gemahlene Mahlgut den Mahlraum 16 verlässt, ist eine Trennvorrichtung 30 vorgesehen, welche Trennvorrichtung 30 vorzugsweise axial vor dem Mahlgutauslass 16 angeordnet ist. Die Trennvorrichtung 30 umfasst einen Klassierrotor 32, welcher auf der Rührwelle 22 axial beabstandet zum Mahlgutauslass 16 angeordnet ist, und einen rotierbaren Rotorkäfig 34 besitzt. Der Rotorkäfig 34 besitzt einen auf der Rührwelle 22 aufsitzenden Flansch 36 mit einer Stützplatte 38 (vergleiche Figur 3). Aus der Figur 1 bzw. anhand des in Figur 1 gezeigten Flansches 36 wird deutlich, dass ein Durchmesser des Klassierrotors 32 in Richtung Mahlgutauslass 16 zunimmt. Ein kleinster Durchmesser des Klassierrotors 32 wird durch die Stützplatte 38 des Flansches 36 ausgebildet. Am Außenumfang der Stützplatte 38 sind wenigstens zwei Rotorfinger 40 mechanisch gekoppelt.

**[0060]** Die Rotorfinger 40 sind in Längsrichtung gleich groß bzw. gleich lang ausgebildet, wobei sich vorzugsweise deren radiale Erstreckung über deren Länge ändert, d.h. ein Durchmesser der Rotorfinger 40 nimmt entlang dessen Längserstreckung zu. Dabei kann gelten, dass ein erster Durchmesser  $D_1$  des Rotorfingers 40 kleiner als zweiter Durchmesser  $D_2$  des Rotorfingers 40 ist. Insbesondere erstrecken sich die Rotorfinger 40 von der Stützplatte 38 in Richtung Mahlgutauslass 16. Am freien Ende der Rotorfinger 40 ist wenigstens ein Ringelement 44 in Form von einer Scheibe 46 vorgesehen. Die Scheibe 46 umfasst eine zentrisch angeordnete Bohrung, dessen Innendurchmesser größer als ein Außendurchmesser der Welle 20 bzw. der Rührwelle 22 ist. Ein Außendurchmesser der Scheibe 46 entspricht vorzugsweise dem Durchmesser bzw. Abstand zwischen den wenigstens zwei Rotorfingern 40. Ein größter Durchmesser des Klassierrotors 32 wird durch die Scheibe 46 ausgebildet.

**[0061]** Zudem umfasst die Trennvorrichtung 30 eine innerhalb des Rotorkäfigs 34 angeordnete und am Klassierrotor 32 befestigte Siebeinheit 42, über welche das fertig gemahlene Mahlgut den Mahlraum 18 verlassen kann und die Mahlkörper im Mahlraum 18 zurückgehal-

ten werden. Aufgrund der Befestigung der Siebeinheit 42 am Klassierrotor 32 dreht sich der Rotorkäfig 34 mit der daran befestigten Siebeinheit 42 mit gleicher Drehzahl wie die Rührwelle 22. Durch die Rotationsbewegung des Rotorkäfigs 34 werden Strömungen und Kräfte erzeugt, so dass die Mahlkörper radial in Richtung Innenwand 28 des Mahlbehälters 12 bewegt bzw. geschleudert werden. Auf diese Weise wird der Bereich um den Mahlgutauslass 16 von den Mahlkörpern freigehalten.

**[0062]** Die Siebeinheit 42 umfasst eine Vielzahl von hier nicht dargestellte Öffnungen. Die Öffnungen sind vorzugsweise in Form von axialen Langlöchern ausgebildet. Die Langlöcher weisen jeweils einen Querschnitt kleiner als die Mahlkörper auf, so dass ausschließlich das fertig gemahlene Mahlgut die Öffnungen der Siebeinheit 42 passieren kann, während hingegen die Mahlkörper im Mahlraum 18 bleiben. Insbesondere haben die Öffnungen einen Querschnitt, welcher kleiner als 70% des Durchmessers der Mahlkörper ausgebildet ist.

**[0063]** Die Siebeinheit 42 ist kegelig ausgebildet und derart innerhalb des Rotorkäfigs 34 angeordnet, dass ein Außendurchmesser der Siebeinheit 42 in Richtung Mahlgutauslass 16 zunimmt, wobei ein maximaler Außendurchmesser der Siebeinheit 42 kleiner als 95% des Mahlbehälterinnendurchmessers ausgebildet ist. Durch die kegelige Form der Siebeinheit 42 wird eine große Oberfläche, insbesondere eine große Durchtrittsfläche für das fertig gemahlene Mahlgut bereitgestellt. Selbstverständlich kann die Siebeinheit 42 zur Erhöhung der Oberfläche z.B. aus einem sternförmig gefalteten Siebblech bestehen, dessen äußere Hüllfläche kegelig ausgeführt ist.

**[0064]** Vorzugsweise weist die zur Stützplatte 38 zeigende Stirnseite der Siebeinheit 42 zwei Stege 48, 48' auf, welche an der Stützplatte 38 mechanisch fixiert sind. Auf diese Weise ist die Siebeinheit 42 an die Stützplatte 38 fixiert. Die Befestigung der Siebeinheit 42 über die zwei Stege 48, 48' an die Stützplatte 38 kann wie eine Art Drehmomentübertragungseinrichtung fungieren, d.h. bei Versetzen des Rotorkäfigs 34 in Rotation wird automatisch ein Drehmoment des Rotorkäfigs 34 auf die Siebeinheit 42 übertragen, d.h. die Siebeinheit 42 rotiert automatisch mit gleicher Drehzahl wie der Rotorkäfig 34.

**[0065]** Dem Rotorkäfig 34 ist darüber hinaus eine stationäre Basis 50 zugeordnet, welche auf einer Innenseite des zweiten Endbereichs des Mahlbehälters 12 angeordnet ist. Bei der stationären Basis 50 handelt es sich um kreisförmiges Element bzw. rohrförmiges Element 52, welches senkrecht vom zweiten Endbereich des Mahlbehälters 12 zumindest abschnittsweise in den Mahlraum 18 hineinragt. Das kreisförmige bzw. rohrförmige Element 52 weist eine Bohrung auf, durch welche die Welle 20 hindurchgeführt ist. Zwischen dem mahlraumseitigen freien Ende bzw. Stirnseite des kreisförmigen bzw. rohrförmigen Elements 52 und der Scheibe 46 wird ein axialer, zweiter Abstand  $A_2$  bzw. Spalt ausgebildet, welcher vorzugsweise kleiner als dem 0,3 fachen des Durchmessers der Mahlkörper ist, d.h. der zweite

Abstand  $A_2$  bzw. Spalt ist derart ausgebildet, dass keine Mahlkörper und/oder nicht fertig gemahlene Mahlgut unberechtigt in den Mahlgutauslass 16 gelangen.

**[0066]** Figur 2 zeigt eine schematische Detailansicht des Mahlguteinlasses 14 von der in Figur 1 gezeigten Rührwerkskugelmühle 10. Das zu vermahlende Mahlgut ist in einem Vorratsbehälter 72 gelagert, welcher trichterförmig ausgebildet ist und über einen Mahlguteinlassraum 68 mit dem Mahlguteinlass 14 verbunden ist. An der tiefsten Stelle des Vorratsbehälters 72 ist ein Schieber 74 vorgesehen, um das im Vorratsbehälter 72 gelagerte Mahlgut über dem Mahlguteinlassraum 68 dem Mahlguteinlass 14 in den Mahlraum 18 zuzuführen. Insbesondere wird das Mahlgut mittels Schwerkraft dem Mahlguteinlass 14 zugeführt.

**[0067]** Um die Zuführung des Mahlguts zu kontrollieren und zu unterstützen, ist dem Mahlguteinlass 14, insbesondere dem Mahlguteinlassraum 68, eine erste Fluideinlassöffnung 54 zugeordnet, über welche in den Mahlguteinlass 14 und damit in den Mahlraum 18 eine erste Fluidströmung 56, (dargestellt durch Pfeile) wie beispielsweise ein erster Luftvolumenstrom zugeführt wird. Alternativ wäre es auch denkbar, ein inertes oder reaktives Gas zu verwenden. Die erste Fluidströmung 56 kann sich mit dem Mahlgut vermischen, so dass ein erster Mahlgut-Fluidstrom, insbesondere ein erster Mahlgut-Luftvolumenstrom, ausgebildet wird. Die erste Fluidströmung 56 ist so dosiert, dass der im Mahlbehälter 12 bzw. im Mahlraum 18 herrschende Unterdruck nicht beeinträchtigt wird, jedoch zum Transport des Mahlguts in den Mahlbehälter 12 ausreichend ist. Die erste Fluidströmung 56 wird über eine hier nicht dargestellte externe Fluidquelle wie beispielsweise eine Luftquelle erzeugt.

**[0068]** Wahlweise kann vorgesehen sein, dass die erste Fluideinlassöffnung 54 zumindest ein hier nicht dargestelltes Regelelement umfasst, so dass die erste Fluidströmung 56 dosiert bzw. reguliert werden kann. Beispielsweise kann mittels des zumindest einen Regelements ein Querschnitt der ersten Fluideinlassöffnung 54 verändert werden.

**[0069]** Um den Transport des Mahlguts in den Mahlraum 18 zu unterstützen und ein Verstopfen des Mahlguteinlasses 14 zu verhindern, ist die im Mahlguteinlass 14, insbesondere in den Mahlguteinlassraum 68, hineinragende Welle 20 zumindest abschnittsweise als erste Förderschnecke 58, insbesondere als erste Schneckenwendel 66, ausgebildet.

**[0070]** Figur 3 eine schematische Detailansicht des Mahlgutauslasses 16 mit der davor angeordneten Trennvorrichtung 30 aus der in Figur 1 gezeigten Rührwerkskugelmühle 10. In Figur 3 wird deutlich, dass die innerhalb der Siebeinheit 42 und in den Mahlgutauslass 16 hineinragende Welle 20 zumindest abschnittsweise als zweite Förderschnecke 64, insbesondere als zweite Schneckenwendel 67 ausgebildet ist. Damit wird das durch die Siebeinheit 42 durchgelassene und fertig gemahlene Mahlgut von der Siebeinheit 42 entlang des Mahlgutauslasses 16 bzw. aus dem Mahlgutauslass 16

bewegt und gefördert.

**[0071]** Der Mahlgutauslass 16 erstreckt sich zumindest abschnittsweise parallel ober- und/oder unterhalb zur Welle 20, insbesondere zur zweiten Förderschnecke 64 hin, und mündet in einem dem Mahlgutauslass 16 räumlich nachgeordneten Mahlgutauslassraum 70. Der Mahlgutauslassraum 70 steht mit einem hier nicht dargestellten Auffangbehälter für das fertig gemahlene Mahlgut in Verbindung.

**[0072]** Dem Mahlgutauslass 16, insbesondere dem Mahlgutauslassraum 70, ist eine zweite Fluideinlassöffnung 60 zugeordnet, über welche in den Mahlgutauslass 16 und damit auch in den Mahlgutauslassraum 70 eine zweite Fluidströmung 62 (dargestellt durch Pfeile) wie beispielsweise ein zweiter Luftvolumenstrom zugeführt wird. Alternativ wäre es auch denkbar, ein inertes oder reaktives Gas zu verwenden. Die zweite Fluidströmung 62 dient einerseits als Transportmedium, welches sich mit dem fertig gemahlene Mahlgut vermischt, so dass ein zweiter Mahlgut-Fluidstrom, insbesondere ein zweiter Mahlgut-Luftvolumenstrom, ausgebildet wird. Mittels der zweiten Fluidströmung 62 wird folglich der Transport des fertig gemahlene Mahlguts entlang des Mahlgutauslasses 16 und des Mahlgutauslassraumes 70 unterstützt. Zugleich wird ein Verstopfen des Mahlgutauslasses 16 mit Mahlgut verhindert.

**[0073]** Wie bereits in Figur 1 erwähnt, wird zwischen dem mahlraumseitigen freien Ende bzw. Stirnseite des kreisförmigen bzw. rohrförmigen Elements 52 und der Scheibe 46 ein axialer, zweiter Abstand  $A_2$  bzw. Spalt ausgebildet, welcher vorzugsweise kleiner als dem 0,3 fachen des Durchmessers der Mahlkörper ist. Dieser Spalt wird vorzugsweise durch hier nicht dargestellte Kanäle und/oder Bohrungen im rohrförmigen Element 52 durch die zweite Fluidströmung und/oder wahlweise durch eine dritte Fluidströmung (hier nicht dargestellt) wie beispielsweise ein dritter Luftvolumenstrom gespült, so dass kein oder kaum fertig gemahlene Produkt in den Spalt eindringen kann.

**[0074]** Zusätzlich fungiert die zweite Fluidströmung 62 und/oder dritte Fluidströmung auch als Spülfluid, insbesondere als Spülfluid, mittels welcher die Siebeinheit 42 gereinigt werden kann. Mit Hilfe des Spülfluids können insbesondere auch die hier nicht dargestellten Öffnungen der Siebeinheit 42 gereinigt und ausgeblasen werden.

**[0075]** Die zweite Fluidströmung 62 wird über eine hier nicht dargestellte externe weitere Fluidquelle, insbesondere durch eine Luftquelle, erzeugt. Wahlweise kann es sich bei der externen Fluidquelle um die gleiche Fluidquelle handeln, welche zur Erzeugung der ersten Fluidströmung 56 dient.

**[0076]** Die dritte Fluidströmung kann beispielsweise über eine hier nicht dargestellte Fluidquelle, wie beispielsweise Luftquelle bereitgestellt werden. Bei der dritten Fluidquelle kann es sich separate oder externe weitere Fluidquelle, insbesondere Luftquelle, handeln. Wahlweise kann es sich bei dieser Fluidquelle um die

gleiche Fluidquelle handeln, welche zur Erzeugung der ersten und/oder zweiten Fluidströmung 56, 62 dient.

**[0077]** Wahlweise kann es vorgesehen sein, dass die zweite Fluideinlassöffnung 60 zumindest ein hier nicht dargestelltes weiteres Regelelement umfasst, so dass die zweite Fluidströmung 62 dosiert bzw. reguliert werden kann. Beispielsweise kann mittels des Regelements ein Querschnitt der zweiten Fluideinlassöffnung 60 verändert werden. Insbesondere sei jedoch darauf zu verweisen, dass die zugeführte zweite Fluidströmung 62 jeweils so gewählt ist, dass der im Mahlbehälter 12 herrschende Unterdruck nicht beeinträchtigt wird, jedoch ausreichend ist, um das fertig gemahlene Mahlgut zu transportieren.

**[0078]** Die Ausführungsformen, Beispiele und Varianten der vorhergehenden Absätze, die Ansprüche oder die folgende Beschreibung und die Figuren, einschließlich ihrer verschiedenen Ansichten oder jeweiligen individuellen Merkmale, können unabhängig voneinander oder in beliebiger Kombination verwendet werden. Merkmale, die in Verbindung mit einer Ausführungsform beschrieben werden, sind für alle Ausführungsformen anwendbar, sofern die Merkmale nicht unvereinbar sind.

**[0079]** Wenn auch im Zusammenhang der Figuren generell von "schematischen" Darstellungen und Ansichten die Rede ist, so ist damit keineswegs gemeint, dass die Figurendarstellungen und deren Beschreibung hinsichtlich der Offenbarung der Erfindung von untergeordneter Bedeutung sein sollen. Der Fachmann ist durchaus in der Lage, aus den schematisch und abstrakt gezeichneten Darstellungen genug an Informationen zu entnehmen, die ihm das Verständnis der Erfindung erleichtern, ohne dass er etwa aus den gezeichneten und möglicherweise nicht exakt maßstabsgerechten Größenverhältnissen der Rührwerkskugelmühle und/oder Teilen der Rührwerkskugelmühle oder anderer gezeichneter Elemente in irgendeiner Weise in seinem Verständnis beeinträchtigt wäre. Die Figuren ermöglichen es dem Fachmann als Leser somit, anhand der konkreter erläuterten Umsetzungen des erfindungsgemäßen Verfahrens und der konkreter erläuterten Funktionsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung ein besseres Verständnis für den in den Ansprüchen sowie im allgemeinen Teil der Beschreibung allgemeiner und/oder abstrakter formulierten Erfindungsgedanken abzuleiten.

**[0080]** Die Erfindung wurde unter Bezugnahme auf eine bevorzugte Ausführungsform beschrieben. Es ist jedoch für einen Fachmann vorstellbar, dass Abwandlungen oder Änderungen der Erfindung gemacht werden können, ohne dabei den Schutzbereich der nachstehenden Ansprüche zu verlassen.

#### Bezugszeichenliste

#### **[0081]**

10 Rührwerkskugelmühle

12	Mahlbehälter
14	Mahlguteinlass
16	Mahlgutauslass
18	Mahlraum
5 20	Welle
22	Rührwelle
24	Rührelement
25	Stift
26	Freies Ende
10 28	Innenwand des Mahlbehälters
30	Trennvorrichtung
32	Klassierrotor
34	Rotorkäfig
36	Flansch
15 38	Stützplatte
40	Rotorfinger
42	Siebeinheit
44	Ringelement
46	Scheibe
20 48	Steg
48'	Steg
50	Stationäre Basis
52	Kreisförmiges bzw. rohrförmiges Element
54	Erste Fluideinlassöffnung
25 56	Erste Fluidströmung
58	Erste Förderschnecke
60	Zweite Fluideinlassöffnung
62	Zweite Fluidströmung
64	Zweite Förderschnecke
30 66	Erste Schneckenwendel
67	Zweite Schneckenwendel
68	Mahlguteinlassraum
70	Mahlgutauslassraum
72	Vorratsbehälter
35 74	Schieber
A <sub>1</sub>	Erster Abstand
A <sub>2</sub>	Zweiter Abstand
D <sub>1</sub>	Erster Durchmesser
40 D <sub>2</sub>	Zweiter Durchmesser

#### **Patentansprüche**

- 45 1. Rührwerkskugelmühle (10) mit einem insbesondere horizontalen Mahlbehälter (12), der einen ersten Endbereich mit einem Mahlguteinlass (14) und einen zweiten Endbereich mit einem Mahlgutauslass (16) aufweist, umfassend
- 50 - eine im Mahlbehälter (12) bzw. im Mahlraum (18) mittels einer Antriebseinheit rotierbare Welle (20), welche zumindest abschnittsweise als Rührwelle (22) ausgebildet und mit Rührelementen (24) ausgestattet ist,
- 55 - eine Trennvorrichtung (30) umfassend
- einen Klassierrotor (32), welcher auf der

- Rührwelle (22) axial beabstandet zum Mahlgutauslass (16) angeordnet ist und einen rotierbaren Rotorkäfig (34) besitzt, so wie
- eine innerhalb des Rotorkäfigs (34) angeordnete und am Klassierrotor (32) befestigte Siebeinheit (42).
2. Rührwerkskugelmühle nach Anspruch 1, bei welcher der Rotorkäfig (34) einen auf der Rührwelle (22) aufsitzenden Flansch (36) mit einer Stützplatte (38) umfasst, auf welcher wenigstens zwei Rotorfinger (40) befestigt sind bzw. befestigbar sind.
  3. Rührwerkskugelmühle nach Anspruch 2, bei welcher die wenigstens zwei Rotorfinger (40) in Längsrichtung gleich lang ausgebildet sind, wobei ein Durchmesser und/oder eine Breite und/oder eine Höhe der wenigstens zwei Rotorfinger (40) entlang dessen Längserstreckung zunimmt oder identisch ausgebildet ist.
  4. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher dem Rotorkäfig (34) eine stationäre Basis (50) zugeordnet ist, welche auf einer Innenseite des zweiten Endbereichs des Mahlbehälters (12) angeordnet ist und zumindest abschnittsweise in den Mahlraum (18) hineinragt.
  5. Rührwerkskugelmühle nach Anspruch 3, bei welcher der Klassierrotor (32) im Bereich der Stützplatte (38) einen kleineren Durchmesser als im Bereich des Ringelements (44) aufweist.
  6. Rührwerkskugelmühle nach einem der Ansprüche 2 bis 4, bei welcher die Siebeinheit (42) an der Stützplatte (38) des Flansches (36) fixiert ist.
  7. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher die Siebeinheit (42) Öffnungen umfasst, welche maximale die 0,7-fache Öffnungsbreite des Mahlkörperdurchmessers und/oder der Mahlkörperlänge und/oder der Mahlkörperhöhe aufweisen.
  8. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher die Siebeinheit (42) auf der dem Mahlguteinlass (14) zugewandten Seite einen kleineren umhüllenden Außendurchmesser aufweist als auf der dem Mahlgutauslass (16) bzw. der lagerseitigen Mahlraumbegrenzung zugewandten Seite.
  9. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher dem Mahlguteinlass (14) ein Mahlguteinlassraum (68) räumlich vorgeordnet ist und/oder bei welcher dem Mahlgutauslass (16) ein Mahlgutauslassraum (70) räumlich nachgeordnet
- ist.
10. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher sich die im Mahlbehälter (12) angeordnete Welle (20) zumindest abschnittsweise in den Mahlguteinlass (14) bzw. Mahlguteinlassraum (68) und/oder in den Mahlgutauslass (16) Mahlgutauslassraum (70) erstreckt.
  11. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher die Welle (20) innerhalb des Mahlguteinlasses (14) und/oder Mahlguteinlassraumes (68) zumindest abschnittsweise als erste Förderschnecke (58), insbesondere als Schneckenwendel (66), ausgebildet ist und/oder bei welcher die Welle innerhalb der Siebeinheit (42) und/oder des Mahlgutauslasses (16) und/oder des Mahlgutauslassraums (70) zumindest abschnittsweise als zweite Förderschnecke (64), insbesondere als Schneckenwendel, ausgebildet ist.
  12. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher die Welle (20) fliegend gelagert ist, wobei insbesondere der Mahlguteinlass (14) am fliegenden Ende der Welle und der Mahlgutauslass (16) am lagerseitigen Ende der Welle angeordnet sind.
  13. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher dem Mahlguteinlass (14) und/oder dem Mahlguteinlassraum (68) eine erste Fluideinlassöffnung (54) zugeordnet ist, über welche dem Mahlguteinlassraum (68) und/oder dem Mahlguteinlass (14) eine erste Fluidströmung (56) zuführbar ist.
  14. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher dem Mahlgutauslass (16) und/oder dem Mahlgutauslassraum (70) eine zweite Fluideinlassöffnung (60) zugeordnet ist, über welche dem Mahlgutauslassraum (70) und/oder dem Mahlgutauslass (16) eine zweite Fluidströmung zuführbar ist.
  15. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher der ersten und/oder zweiten Fluideinlassöffnung (54, 60) jeweils zumindest ein Regelement zugeordnet ist, so dass ein Querschnitt der ersten und/oder zweiten Fluideinlassöffnung (54, 60) einstellbar ist und damit die erste und/oder zweite Fluidströmung (56, 62) regulierbar ist.
  16. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher die erste Fluidströmung durch den Mahlguteinlassraum größer als 50% des gesamten Fluidstromes ist.

17. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher ein durch die stationäre Basis (50) hindurchtretender dritter Fluidstrom kleiner als 25% des gesamten Fluidstromes ist.

5

18. Verfahren zum Betreiben einer Rückwerkskugelmühle (10) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 17.

10

15

20

25

30

35

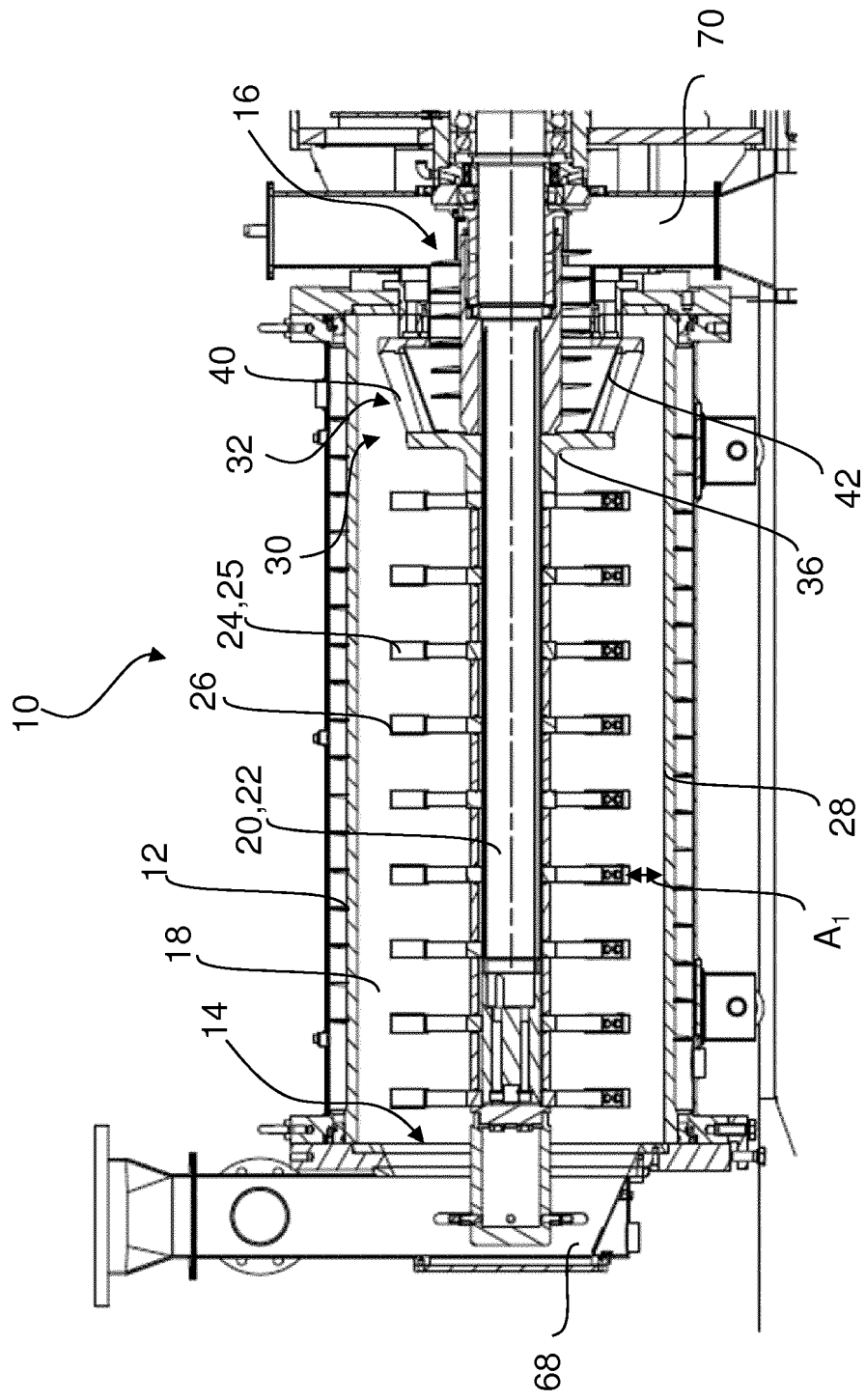
40

45

50

55

Fig. 1



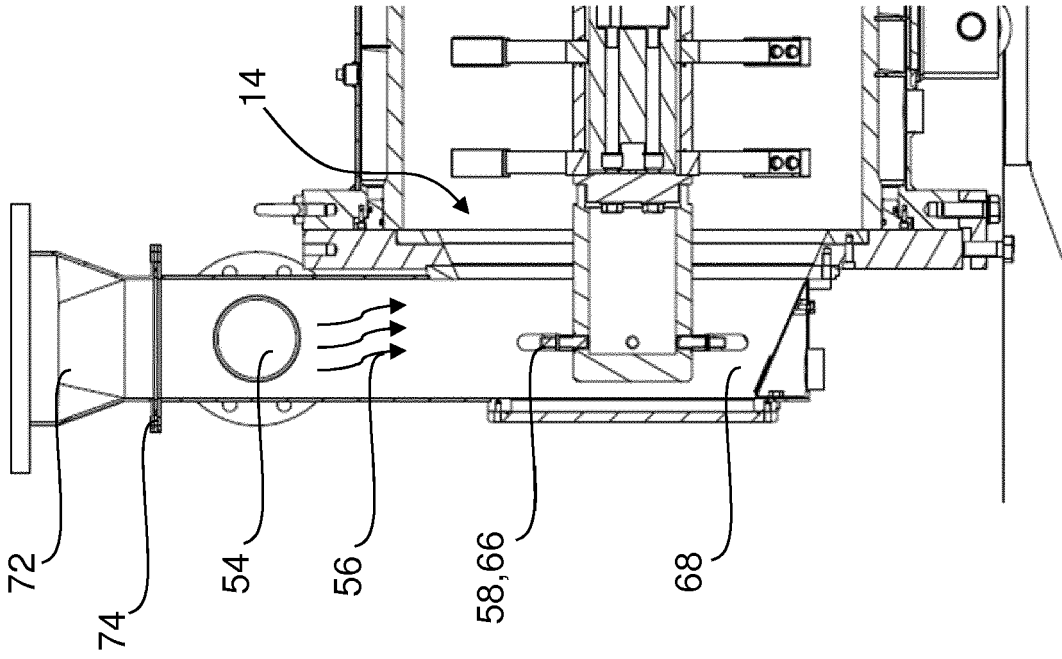
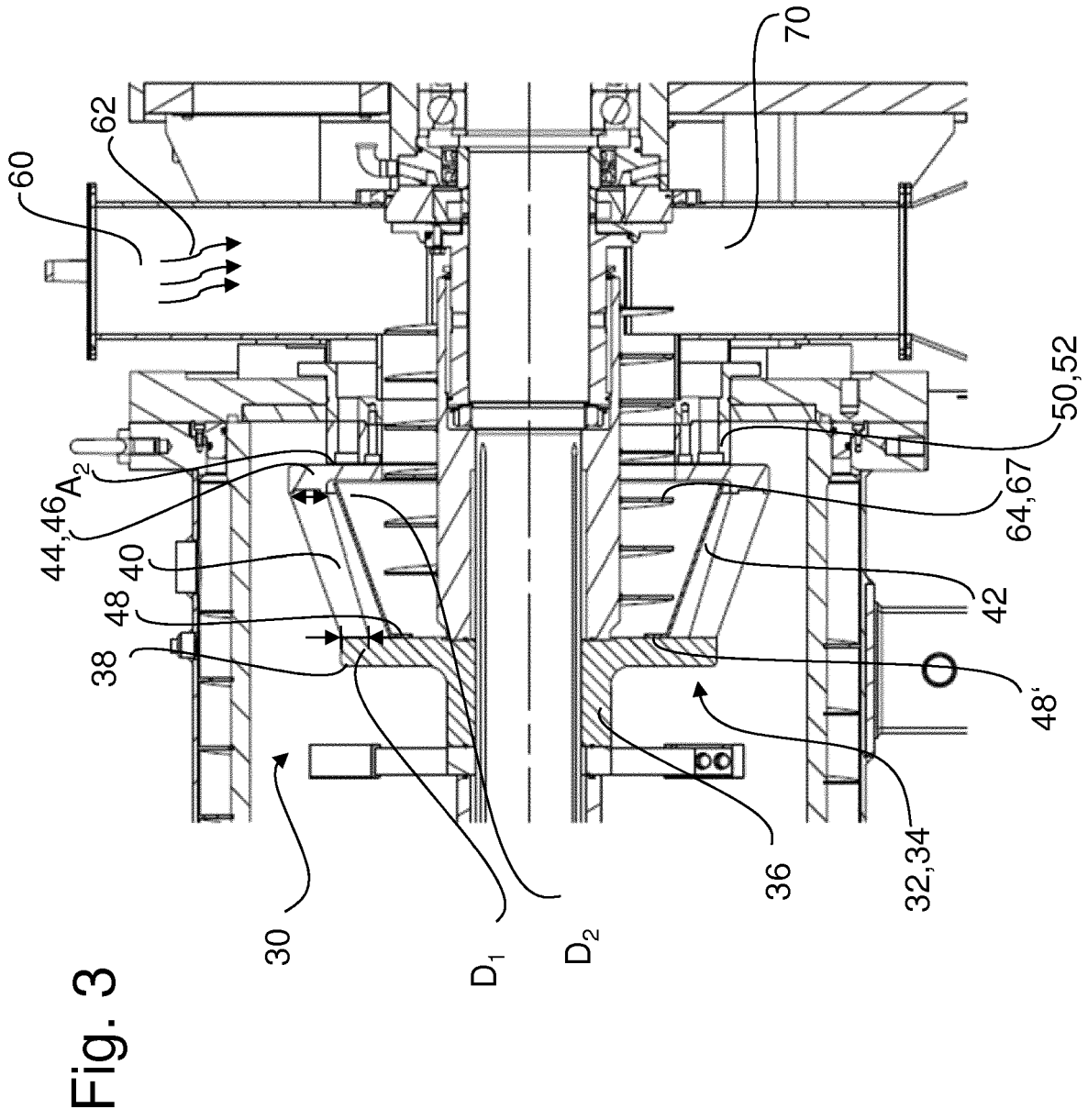


Fig. 2



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102013021757 A1 **[0003]**
- DE 102015112760 B4 **[0004]**
- DE 102012013279 A1 **[0004]**