



19



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 682465 A5

51 Int. Cl.⁵: B 02 C 17/16

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 2082/89

22 Anmeldungsdatum: 02.06.1989

30 Priorität(en): 09.06.1988 DE 3819642
23.11.1988 DE 3839526
27.01.1989 DE 3902493

24 Patent erteilt: 30.09.1993

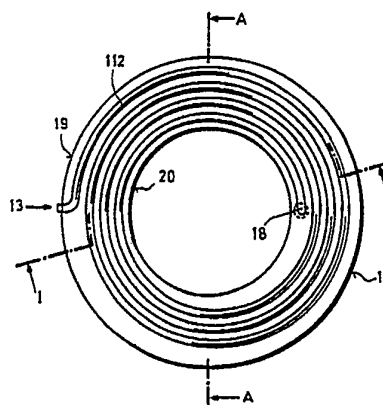
45 Patentschrift
veröffentlicht: 30.09.1993

73 Inhaber:
Bühler AG, Uzwil

72 Erfinder:
Geiger, Armin, Bichwil

54 Rührwerksmühle.

57 Eine Rührwerksmühle besitzt einen scheibenförmigen, gekühlten Körper (11), der als Werkzeug und/oder Deckel und/oder Mahlbehälterteil dient. Zur Verbesserung der Kühlung ist dieser Körper (11) von einem länglichen am Zufluss (13) und Abfluss (18) angeschlossenen Kanalsystem (112) durchzogen. Dieses Kanalsystem (112) besteht gegebenenfalls aus geradlinigen Kanälen, die vorzugsweise mit Stopfen zum Umlenken des Kühlmittels versehen sind. Die Kühlkanäle des Mahlbehälterteils sind gegebenenfalls teilweise durch gummielastische Wände abgeschlossen, so dass beispielsweise radiale Wärmeausdehnungsunterschiede zwischen Aussen- und Innenmantel kompensiert werden können.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Rührwerksmühle nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Rührwerksmühle der eingangs genannten Art zu schaffen, bei der eine gleichmässige Kühlung sichergestellt ist, wärmebedingte Zug- und Druckspannungen auf ein Minimum herabgesetzt sind und der Mahlkörperumlauf zur gleichmässigeren Mahlkörperverteilung im Vergleich zu den Pumpabschnitten möglichst wenig Bremsabschnitte aufweist.

Die Aufgabe wird nach der Erfindung durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Die Erfindung betrifft ferner eine Rührwerksmühle nach dem Oberbegriff des Anspruchs 2. Derartige Rührwerksmühlen sind in verschiedenster Ausführung bekannt geworden. Ein Beispiel zeigt etwa die DE-OS 2 047 244, bei der der scheibenförmige Teil den den Mahlraum abdeckenden Deckel bildet. Ein anderes Beispiel ist der DE-PS 2 445 631 zu entnehmen, die gekühlte Rotorscheibe in verschiedener Anordnung zeigt. Schliesslich ist etwa der DE-OS 3 245 825 3in3 Ausführungsform zu entnehmen, bei der am Stator ringscheibenförmige Statorwerkzeuge angeordnet und mit einem von Kühlflüssigkeit durchzogenen Hohlraum versehen sind.

Allen diesen Vorschlägen ist gemeinsam, dass der Scheibenkörper praktisch lediglich einen ummantelten Hohlraum darstellt. Dies bedeutet, dass das zugeführte Kühlmittel in diesem relativ weitläufigen Hohlraum im allgemeinen den kürzesten Weg vom Zufluss zum Abfluss nehmen wird, wogegen alle nebenher angeordneten Räume zu Toträumen werden, in denen sich mit der Zeit Kesselstein u.dgl. ablagern wird. Nun kann man diese Ablagerungen teilweise verhindern, wenn die Durchflussrate des Kühlmittels stark vergrössert wird. In diesem Falle besteht einerseits die Gefahr, dass es zu örtlichen Überkühlungen kommt, was besonders Rotorscheiben zu der unangenehmen Erscheinung einer Schichtbildung rund um die entsprechende Stelle führt, andererseits ist damit auch die Regelbarkeit des Kühlmittelflusses in Frage gestellt, da jedes – vom Verfahren her erforderliche – Absenken des Kühlmitteldurchflusses wieder zu jenen Ablagerungen führen muss. Deshalb und auch wegen der mit der erhöhten Strömung mitgetragenen grösseren Menge an gelöstem Kesselstein werden sich also die erwähnten Ablagerungen nicht vermeiden lassen. Dies führt aber dann gerade zum Gegenteil des angestrebten Effektes, nämlich einer relativ schlechten Wärmeleitung und einem ungleichmässigen und uneffizienten Kühleffekt.

Zwar wurde dies im Falle der beiden zuletzt genannten Literaturstellen wohl schon erkannt und versucht, durch Umlenkungen (scheibenförmige Zwischenwände) die Stömung besser unter Kontrolle zu bringen, doch gelang dies nur unvollkommen.

Eine Rührwerksmühle der genannten Art mit einem gleichmässigen Kühleffekt unter kontrollierten Bedingungen wird in überraschend einfacher Weise durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 2 erreicht.

Dadurch, dass für die Kühlung nun ein längliches Kanalsystem vorgesehen wird, wird die Kühlmittelströmung gezwungen, relativ rasch zu fliessen, wobei ein gewisser Selbstreinigungseffekt entsteht. Darüberhinaus lässt sich auf diese Weise leicht erreichen, dass das Kühlmittel alle jene Orte erreicht, wo eine Kühlung angestrebt wird, so dass der gesamte Kühlvorgang besser unter Kontrolle gehalten werden kann.

An sich wäre es durchaus möglich, dem Deckel einen gesonderten, parallel zum Kühlkreislauf des Stators liegenden Kühlkreislauf zuzuordnen. Einfacher, vor allem im Falle einer Regelung des Kühlkreislaufes ist es jedoch, wenn die Merkmale des Anspruchs 9 vorgesehen sind.

Häufig werden Anschlüsse (wie etwa der Produktauslass einer Rührwerksmühle) schräg angebracht, was jedoch im Falle eines Deckels dazu führen müsste, dass der Anschluss über eine der Kanten desselben angebracht werden müssten. Günstiger ist es, wenn nach Anspruch 10 vorgegangen wird. Obwohl dies die aus der späteren Beschreibung ersichtlichen Vorteile mit sich bringt, kann alternativ oder zusätzlich auch Anspruch 13 verwirklicht sein, dessen Merkmale eine kompakte Bauweise begünstigen und im Falle des Durchlasses die Kühlung des Mahlgutes von seinem Eintritt in die Mühle und/oder bis zu seinem Austritt (vorzugsweise ist mindestens das letztere vorgesehen) sichern.

Um die Herstellung und Reinigung des nach der Erfindung vorzusehenden Kanalsystems zu erleichtern, ist dieses vorzugsweise entsprechend Anspruch 14 ausgebildet.

Eine an sich unabhängig vom länglichen Kanalsystem zu realisierende besonders dichte und einfache Herstellung des Kühlhohlraumes für den Stator lässt sich allerdings in günstiger Weise mit dem länglichen Kanalsystem für den Deckel kombinieren: Gemeint ist die Ausbildung nach Anspruch 40.

In diesem letzteren Falle ist es für den rauen Alltagsbetrieb einer Mühle günstig, wenn sie im Sinne des Anspruchs 22 ausgebildet ist.

Die Erfindung betrifft insbesondere auch eine Rührwerksmühle nach den Oberbegriffen der Patentansprüche 26, 46 und 61.

Bei solchen, einen inneren Mahlkörperumlauf aufweisenden Rührwerksmühlen werden die Mahlkörper innerhalb des Mahlbehälters in einem Kreislauf geführt, ohne den Mahlbehälter zu verlassen. Das Mahlgut wird im allgemeinen in Form einer Suspension über die Einlass-Trenneinrichtung in den Mahlbehälter eingebracht, den es während des Rühr- und Mahlvorgangs im wesentlichen axial durchströmt, um ihn am anderen Ende über die Auslass-Trenneinrichtung zu verlassen. Der vorgesehene innere Mahlkörperumlauf dient in erster Linie der Sicherung einer möglichst gleichmässigen Mahlkörperverteilung im Mahlbehälter.

Bei einer aus der DE-OS 2 811 899 bekannten Rührwerksmühle ist ein Glockenrotor mit einem Ringkonus vorgesehen, dessen mit ihm umgebenen Statorwänden den Mahlraum begrenzende Wände eine relativ grosse Steilheit aufweisen. Bedingt durch die relativ grosse Steilheit der Stator-

und Rotorwände ist die den Mahlkörpern durch die auftretenden Fliehkräfte in Umlaufrichtung verliehene Bewegungsenergie insgesamt äusserst gering. Der radial innenliegende, relativ eng bemessene Mahlraumabschnitt bewirkt zudem, dass die Mahlkörper unter dem Einfluss der auftretenden Fliehkräfte dazu neigen, an der Rotorinnenwand festzukleben. Darüber hinaus sind lediglich relativ kurze Schleuderkanäle vorgesehen, in welchen die auftretenden Fliehkräfte einen Antrieb der Mahlkörper in Umlaufrichtung bewirken. Demnach sind insgesamt die bremsenden Kräfte relativ gross, während die Pumpkräfte klein bleiben.

Dies trifft auch auf die in der DE-PS 3 716 587 beschriebene Rührwerksmühle zu, bei welcher in einem zylindrischen Mahlbehälter ein zylindrischer Rotor eingesetzt ist und eine Pumpwirkung lediglich in am einen Ende des Rotors vorgesehenen, radial nach aussen führenden Kanälen auftritt. Der radial innere Umlaufabschnitt wird wiederum über die gesamte axiale Länge hinweg einseitig durch Statorwände begrenzt, die die Mahlkörper entsprechend abbremmen. Andererseits neigen die Mahlkörper aufgrund der auftretenden Fliehkräfte dazu, an der Rotorinnenwand festzukleben. Dieser Umstand wirkt sich insbesondere wiederum daher als nachteilig aus, da die Bremswege relativ lang, die Pumpabschnitte dagegen relativ kurz sind.

Bei einer aus der EP-O 249 879 A2 bekannt gewordenen Rührwerksmühle ist der magnetisch angetriebene Rotor schwimmend im Mahlbehälter gelagert. Im Innern des hohlen Rotors ist ein Stator vorgesehen, so dass die Mahlkörper über einen relativ langen Abschnitt hinweg der Bremswirkung des Stators ausgesetzt sind. Um dieser Bremswirkung entgegenzuwirken, ist für die Mahlkörper eine Zwangsförderung mittels einer am Rotor angeordneten Schnecke vorgesehen. Eine derartige schwimmende Rotorlagerung ist jedoch allgemein weniger zuverlässig als eine ortsfeste Lagerung. Ferner kann die Bemessung der Ganghöhe der Schnecke insoweit relativ kritisch sein, als es bei fehlender Übereinstimmung mit der Grösse der Mahlkörper leicht zu einem Klemmen kommen kann.

Eine Rührwerksmühle der genannten Art, welche bei einfachem und zuverlässigem Aufbau einen inneren Mahlkörperumlauf mit einem deutlich günstigeren Verhältnis von Pumpwirkung zur Bremswirkung aufweist und damit infolge der gleichmässigeren Mahlkörperverteilung zu einem besseren Mahlergebnis führt, wird gemäss einem ersten Lösungsweg durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 26 geschaffen.

Nachdem der radial innere Umlaufabschnitt, in dessen Verlauf die Mahlkörper über eine bestimmte axiale Länge des Rührwerksrotors hinweg zurückgeführt werden, nicht mehr durch Statorwände, sondern ausschliesslich durch Rotorwandungen begrenzt ist, ergibt sich eine beträchtliche Reduzierung der auf die Mahlkörper ausgeübten Bremswirkung und damit eine Erhöhung des für eine gleichmässige Mahlkörperverteilung massgeblichen Verhältnisses von Pumpwirkung zur Bremswirkung.

Aufgrund des Fehlens innerer Statorwände ergibt sich insbesondere für einen zur Rotorachse coaxialen Rückführkanalabschnitt zwangsläufig auch ein vergrösserter Durchschnittsquerschnitt für die Mahlkörper, so dass diese in geringerem Masse in Drehrichtung des Rotors mitgenommen werden und die auftretenden Fliehkräfte damit gering bleiben. Aufgrund der geringeren Fliehkräfte ist auch die Gefahr beseitigt, dass die Mahlkörper während eines Durchgangs durch den radial inneren Umlaufabschnitt an den angrenzenden Rotorwandungen kleben bzw. eine erhöhte Bremswirkung auftritt.

Bevorzugt ist der radial innere Umlaufabschnitt zumindest über einen Teil seiner axialen Länge durch einen zentralen, zur Rotorachse coaxialen Rückführkanal gebildet.

Statt eines einzigen Rückführkanals kann der radial innere Umlaufabschnitt zweckmässigerweise auch mehrere, um die Rotorachse verteilte und zur Bildung von Pumpabschnitten von der Rotorachse weg schräg nach aussen verlaufende Rückführkanäle umfassen. Diese schräg nach aussen verlaufenden Rückführkanäle münden mit ihren in Umlaufrichtung der Mahlkörper betrachteten vorderen Enden vorzugsweise in den zentralen, zur Rotorachse coaxialen Rückführkanal. Bevorzugt ist in diesem Falle der zentrale, zur Rotorachse coaxiale Rückführkanal lediglich als zentrale Vertiefung ausgebildet, welche sich im wesentlichen nur bis zum Mündungsbereich der schräg verlaufenden Rückführkanäle in die betreffende Rotorstirnseite hinein erstreckt.

Aufgrund der allseitigen Begrenzung dieses zentralen Kanalgebildes wird stets sichergestellt, dass die Mahlkörper gegen die Wände des Kanalsystems getrieben und dann über die Schrägkanäle ausgeschleudert werden, welche über die gesamte Länge für eine Pumpwirkung sorgen. Auf diese Weise wird insbesondere auch die Länge eines pumpwirkungsfreien radial inneren Abschnitts effektiv verkürzt.

Die genannten Schrägkanäle weisen demnach eine solche Schräglage zur Rotorachse auf, dass einerseits die auftretenden Fliehkräfte eine auf die Mahlkörper in Umlaufrichtung wirkende Antriebskraft erzeugen und andererseits eine gegebene axiale Strecke des Rotors durchlaufen wird. Ein optimaler Kompromiss angesichts dieser beiden Forderungen ist vorteilhafterweise dadurch gegeben, dass insbesondere bei Vorliegen lediglich eines einzigen Rotorwerkzeugs die schräg nach aussen verlaufenden Rückführkanäle mit der Rotorachse einen Winkel im Bereich von 45° einschliessen.

Eine beträchtliche Erhöhung der sich insgesamt einstellenden Pumpwirkung lässt sich erfindungsgemäss dadurch erzielen, dass im in Umlaufrichtung der Mahlkörper betrachtet hinteren Bereich des radial inneren Umlaufabschnitts zumindest im wesentlichen radial nach aussen führende, Pumpabschnitte bildende Schleuderkanäle vorgesehen sind, welche durch Rotorwandungen begrenzt sind und einerseits mit dem bzw. den Rückführkanälen verbunden sind und andererseits in den Mahlraum münden.

Diese Schleuderkanäle stellen eine Art Zellenrad dar, in dessen Zellen die Mahlkörper in Drehrichtung mitgenommen und schliesslich durch die dabei entstehenden Fliehkräfte radial nach aussen in den Mahlraum ausgeschleudert werden. Vorzugsweise ist ein solches Zellenrad durch den Rührwerksrotor selbst gebildet bzw. drehfest mit diesem verbunden und damit mit dem Rührwerksrotor antreibbar.

Grundsätzlich ist es jedoch auch denkbar, ein solches Zellenrad getrennt vom Rührwerksrotor auszubilden und unabhängig von diesem anzutreiben.

Bei einer einfachen Ausgestaltung der erfindungsgemässen Rührwerksmühle sind die genannten Schleuderkanäle am in Umlaufrichtung der Mahlkörper betrachteten hinteren Ende des sich zumindest im wesentlichen über die gesamte axiale Länge des radial inneren Umlaufabschnitts erstreckenden zentralen, zur Rotorachse coaxialen Rückführkanals vorgesehen.

Umfasst der radial innere Umlaufabschnitt auch schräg nach aussen verlaufende Rückführkanäle, so sind die radial nach aussen führenden Schleuderkanäle vorzugsweise in Verlängerung dieser Schrägkanäle vorgesehen.

Eine weitere Ausführungsvariante der vorliegenden Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass mehrere, vorzugsweise zwei Rührwerksrotoren vorgesehen sind und dass im gemeinsamen Mahlbehälter jedem Rührwerksrotor ein Mahlkörperumlauf zugeordnet ist. Sind beispielsweise zwei Rührwerksrotoren vorgesehen, so können diese mit ihren in der jeweiligen Umlaufrichtung der Mahlkörper betrachteten vorderen Stirnseiten einander zugewandt sein, um zwischen sich einen für beide Mahlkörperumläufe gemeinsamen Umlaufabschnitt zu bilden. Die beiden Rotoren bzw. Rotorwerkzeuge können über getrennte Rotorwellen angetrieben sein. Es ist jedoch auch denkbar, dass lediglich einer der beiden Rotoren von einer Rotorwelle angetrieben ist und der andere Rotor mit dem ersten insbesondere magnetisch gekoppelt ist. Hierbei wäre darauf zu achten, dass lediglich nichtmagnetische Mahlkörper zum Einsatz kommen.

Ein weiterer Lösungsweg der Erfindung sieht vor, dass bei einer Rührwerksmühle der im Oberbegriff des Patentanspruchs 46 angegebenen Art der Pumpabschnitt des Mahlraums mit der Rotorachse einen Winkel im Bereich von 45° bis 90° , vorzugsweise 90° einschliesst.

Der Grundgedanke der Erfindung ist demnach darin zu sehen, dass durch eine Wahl des Winkels zwischen dem jeweiligen Pumpabschnitt des Mahlraums und der Rotorachse grösser als 45° Sorge dafür getragen wird, dass die von den auftretenden Fliehkräften erzeugte Kraftkomponente in Umlaufrichtung der Mahlkörper grösser ist als in Richtung der Normalen der Rotor bzw. Statorflächen, und damit insgesamt die Pumpwirkung beträchtlich erhöht wird. Schliesst ein jeweiliger Pumpabschnitt des Mahlraums mit der Rotorachse einen Winkel von 90° ein, so wirken die auftretenden Fliehkräfte ausschliesslich in Umlaufrichtung der Mahlkörper und damit als Antriebs- bzw. Pumpkraft.

Die über die Pumpabschnitte radial nach aussen

geschleuderten Mahlkörper sind vorzugsweise über sich an die Pumpabschnitte anschliessende Beruhigungsabschnitte des Mahlraums allgemein wieder radial nach innen geführt. In diesen Beruhigungsräumen sind die auf die Mahlkörper einwirkenden Fliehkräfte zweckmässigerweise dadurch reduziert, dass die den Mahlraum begrenzenden Rotor- und Statorflächen dort einen grösseren Abstand voneinander aufweisen als im Bereich der Pumpabschnitte.

Zweckmässigerweise kann dazu jedoch auch auf der dem Beruhigungsabschnitt zugewandten Seite des Rührwerksrotors in geringem Abstand eine den Beruhigungsraum gegenüber der betreffenden Rotorfläche abschirmende Statorplatte angeordnet sein. Eine solche Statorplatte kann beispielsweise an ihrem Aussenumfang in Abständen Öffnungen in Form von Schlitzten oder kreisrunden Löchern besitzen, durch die die Mahlkörper hindurchtreten können.

Die den Mahlraum begrenzenden Rotorflächen sind vorteilhafterweise zumindest abschnittsweise durch wenigstens zwei axial beabstandete, vorzugsweise scheibenförmige Rotorwerkzeuge gebildet. Die den Mahlraum begrenzenden Statorflächen können zumindest abschnittsweise durch wenigstens ein sich vom Mahlbehälter radial nach innen erstreckendes, vorzugsweise scheibenförmiges Statorwerkzeug gebildet sein.

Sind mehrere Rotorwerkzeuge beispielsweise an einer gemeinsamen Rotorwelle angeordnet, so kann sich der Mahlkörperumlauf über einen radial inneren Umlaufabschnitt schliessen, welcher sich zwischen den axial äusseren Rotorwerkzeugen erstreckt. Im Vergleich zur Anordnung zweier Rotoren bzw. Rotorwerkzeugen mit jeweils eigenem Mahlkörperumlauf weist im vorliegenden Falle der radial innere Umlaufabschnitt eine relativ grosse axiale Länge auf.

Demnach kann es zweckmässig sein, dass der durch einen zentralen, zur Rotorachse coaxialen Rückführkanal gebildete radiale innere Umlaufabschnitt mit einer bezüglich der Mahlkörper form-schlüssig wirkenden Fördereinrichtung, wie insbesondere einem Schneckengewinde oder dergleichen versehen ist.

Insbesondere bei genügend starker Pumpwirkung aufgrund von mit der Rotorachse einen Winkel von beispielsweise 90° einschliessenden Pumpabschnitten kann im zentralen, zur Rotorachse coaxialen Rückführkanal auch eine Statorwand angeordnet sein, entlang derer die im Bereich der Pumpabschnitte durch die Fliehkräfte angetriebenen Mahlkörper nach oben gefördert werden.

Insbesondere bei einer Anordnung mit mehreren Rotorwerkzeugen kann der Mahlgutstrom zumindest in einem Teil der Pumpabschnitte, in denen die Mahlkörper infolge der Fliehkräfte radial nach aussen getrieben werden, radial nach innen geführt sein. Es wird demnach zumindest abschnittsweise eine dem Mahlgutstrom entgegengerichtete Fliehkraft auf die Mahlkörper ausgeübt. Dabei wird von der Erkenntnis ausgegangen, dass der Mahlgutstrom aufgrund des hydrostatischen Druckes zu einer Bewegung entgegen der auch auf ihn wirken-

den Fliehkraft gezwungen wird, während die innerhalb des Mahlgutstroms frei beweglichen Mahlkörper der Fliehkraft entgegen der Strömungsrichtung des Mahlgutes folgen können. Auf diese Weise wirkt die Fliehkraft selektiv auf die Mahlkörper, während das Mahlgut der durch den hydrostatischen Druck erzwungenen Strömungsrichtung folgen muss.

Bei einer Rührwerksmühle der im Oberbegriff des Patentanspruchs 61 angegebenen Art ist gemäss einer weiteren erfindungsgemässen Ausführungsvariante eine Verstelleinrichtung für den axialen Abstand zwischen den den Mahlraum begrenzenden Stator und Rotorflächen und damit das Volumen der Pump- und/oder Beruhigungsabschnitte vorgesehen, wobei vorzugsweise der Rührwerksrotor ortsfest gelagert ist und die Verstelleinrichtung den axial verschiebbaren Mahlbhälter beaufschlagt.

Aufgrund der dadurch erzielten Variabilität im Hinblick auf die Volumina der Pump- und/oder Beruhigungsabschnitte kann die betreffende Rührwerksmühle und damit das gewünschte Mahlergebnis stets optimal eingestellt werden, wobei der ortsfest gelagerte Rührwerksrotor zudem den Vorteil einer im Aufbau äusserst einfachen Lagerung und zusätzlicher konstruktiver Freiheiten beispielsweise zur Anordnung eines Druckkolbens oder dergleichen mit sich bringt. Ein solcher Druckkolben ist im allgemeinen dann erforderlich, wenn eine Veränderung der Mahlraumvolumens bzw. der Mahlkörperdichte möglich sein soll.

Die Erfindung betrifft ferner eine Rührwerksmühle gemäss dem Oberbegriff der Patentansprüche 71, 92 und 99.

Bei derartigen Rührwerksmühlen sind insbesondere die den Mahlraum begrenzenden Rotor- und Statorwände sowie die Rührwerkzeuge durch das eingebrachte Mahlgut-Mahlkörpergemisch grössten Belastungen ausgesetzt. Es wurde daher bereits vorgeschlagen, flügelartige Rotorwerkzeuge sowie den Mahlbhälter aus keramischen oder Sintermaterialien herzustellen, die relativ hart und abriebfest sind (DE-OS 2 626 757). Trotz dieses relativ lange zurückliegenden Vorschlags sind bis heute nur relativ wenige aus derartigen Materialien gefertigte Rührwerksmühlen auf dem Markt erschienen. Massgeblich dafür dürften die im Zusammenhang mit der Verwendung von Mühlenteilen aus unterschiedlichem Material mit insbesondere unterschiedlichem Wärmeausdehnungskoeffizienten auftretenden Probleme sein. Harte Materialien sind nämlich im allgemeinen relativ spröde und weisen zudem einen von dem des Metalls abweichenden Wärmeausdehnungskoeffizienten auf. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die restlichen Teile der Rührwerksmühle in der Regel grösstenteils aus Metall bestehen und sämtliche Teile der Mühle während des Betriebs einer gewissen Wärmebeanspruchung ausgesetzt sind. Daraus folgt, dass zwischen den einzelnen Materialien unterschiedlicher Art Spannungen auftreten können, die u.U. zu Rissen oder Materialbrüchen führen. Dies gilt vor allem dann, wenn es sich um rotationssymmetrische Teile handelt.

Eine Rührwerksmühle der genannten Art, bei welcher die aufgrund der Verwendung unterschiedli-

cher Materialien bei Wärmebeanspruchung auftretenden Druckspannungen und/oder Zugspannungen durch einfache Mittel auf ein Minimum zurückgeführt sind, wird vorteilhafterweise dadurch geschaffen, dass zumindest ein zwischen zwei Mühlenteilen angeordnetes Ausgleichselement vorgesehen ist, dessen Material und Wärmeausdehnungskoeffizient zum Ausgleich von Wärmedehnungsunterschieden in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Materialien der Mühlenteile gewählt ist. Hierbei ist das Ausgleichselement vorzugsweise zwischen den betreffenden Mühlenteilen eingeklemmt, so dass diese dadurch druckbelastet sind.

Aufgrund dieser Ausbildung können insbesondere die unmittelbar dem im Mahlraum aufgenommenen Mahlgut-Mahlkörpergemisch ausgesetzten Mühlenteile aus hartem und im allgemeinen relativ sprödem Werkstoff wie insbesondere Keramik, Sintermaterial oder dergleichen gefertigt sein, ohne dass dies zu unerwünschten Wärmedehnungsunterschieden führt. Nachdem das bzw. die Ausgleichselemente aus einem Material bestehen, welches insbesondere im Hinblick auf den jeweiligen Wärmeausdehnungskoeffizienten im Sinne eines Dehnungsausgleichs gewählt ist, werden auf einfachste Weise während des Betriebs der Rührwerksmühle auftretende Druck und Zugspannungen weitgehend ausgeglichen bzw. spröde Werkstoffe, wie insbesondere Keramik, zuverlässig von unzulässig hohen Kräften freigehalten.

Vorteilhafterweise bestehen zumindest ein dem Mahlraum zugewandter Abschnitt des Stators und/oder Rotors und/oder die Rührwerkzeuge aus hartem Material wie insbesondere Keramik, Sintermaterial oder dergleichen, wobei das Ausgleichselement zum Ausgleich der insbesondere axialen Wärmedehnungsunterschiede zwischen diesem Material und dem insbesondere aus Metall bestehenden Material der angrenzenden anderen Mühlenteile vorgesehen ist. Ist der Stator bzw. Rotor mehrteilig und lediglich ein Teil des Stators bzw. Rotors aus dem harten Material gebildet, so stützt sich das Ausgleichselement vorzugsweise lediglich an diesem aus Hartmaterial bestehenden Teil und beispielsweise einem anderen, aus Metall bestehenden Mühlenteil ab. Grundsätzlich ist jedoch auch denkbar, dass der Stator bzw. Rotor zumindest im wesentlichen ganz aus einem solchen harten Material besteht und das betreffende Ausgleichselement beispielsweise zwischen diesen Rotor bzw. Stator und einen anderen Mühlenteil aus anderem Material eingespannt bzw. eingeklemmt ist.

Sowohl der Stator als auch der Rotor können demnach einteilig oder auch mehrteilig sein, und bei mehrteiligem Aufbau insbesondere einen Aussenmantel bzw. Innenmantel aus weichem Material und einen an diesem anliegenden mahlraumseitigen Innenmantel bzw. Aussenmantel aus Hartmaterial umfassen. Beispielsweise bei einem den Mahlbhälter bildenden Stator mit einem Aussenmantel und einem an diesem anliegenden mahlraumseitigen Innenmantel ist zweckmässigerweise vorgesehen, dass der Innenmantel und/oder dort ggf. vorgesehene Rührwerkzeuge aus hartem Material bestehen. In diesem Falle ist das Ausgleichselement

vorzugsweise zwischen einen Deckel der Mühle oder dergleichen und den Innenmantel geklemmt. Am dem Deckel gegenüberliegenden Ende des Innenmantels kann ein weiteres, zwischen diesen Innenmantel und ein axial angrenzendes Mühlenteil eingeklemmtes Ausgleichselement vorgesehen sein. Das axial angrenzende Mühlenteil besteht beispielsweise wiederum aus Metall mit einem von dem des Hartmaterials unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten.

Die Ausgleichselemente sind vorzugsweise als Druckringe bzw. Druckringscheiben ausgebildet.

Aufgrund des Umstands, dass die Ausgleichselemente aus relativ hartem Material gefertigt sind, weist zweckmässigerweise eines dieser Ausgleichselemente einen Mahlguteinlass und/oder einen Kühlwasserauslass oder -einlass auf.

Gemäss einer besonders vorteilhaften Weiterbildung ist der Aussenmantel aus weichem Material zugbelastet. Hierbei wird der Umstand ausgenutzt, dass weichere, insbesondere metallische Werkstoffe im Vergleich beispielsweise zu keramischen Stoffen bei Zugspannungen wesentlich höhere Verformungsgrade ertragen können, ehe in ihnen Brüche auftreten. Hierbei ist vorzugsweise zumindest eines der Ausgleichselemente mit dem Aussenmantel unter Erzeugung einer Zugspannung verbunden. Vorzugsweise ist vorgesehen, dass das betreffende Ausgleichselement den Aussenmantel radial aussen übergreift und sich mit einer radial innen liegenden Druckfläche am Innenmantel abstützt. Damit ist der aus hartem Material bestehende Innenmantel druckbelastet, während der aus weichem, beispielsweise metallischem Material bestehende Aussenmantel auf Zug belastet ist. Zweckmässigerweise ist hierzu der Aussenmantel kürzer als der Innenmantel, so dass beispielsweise eine besondere Abstufung des betreffenden Ausgleichselements entfallen kann.

Von besonderem Vorteil ist, zwischen dem Ausgleichselement und dem Aussenmantel eine elastisch nachgiebige Verbindung wie beispielsweise eine eine Tellerfeder umfassende Schraubverbindung oder dergleichen vorzusehen.

Die bisher beschriebenen Ausführungsvarianten sind grundsätzlich sowohl am Stator als auch am Rotor realisierbar, wobei der Rotor oder auch der Stator als zentraler Teil der Rührwerksmühle vorgesehen sein kann, welcher vom Stator bzw. Rotor umgeben ist. Beim zentralen Rotor bzw. Stator wäre der mahlraumseitige Aussenmantel aus hartem Material zu fertigen und durch das Ausgleichselement auf Druck zu belasten und der aus weichem Material bestehende Innenmantel ggf. auf Zug zu belasten.

Eine praktisch bevorzugte Ausführungsvariante zeichnet sich dadurch aus, dass insbesondere der Rotor einen vom Mahlraum abgewandten Innenmantel sowie dem Mahlraum zugewandt einen vorzugsweise aus einzelnen Umfangsringen zusammengesetzten, mit Rührwerkzeugen versehenen Aussenmantel umfasst, wobei der Aussenmantel und/oder die dort vorgesehenen Rührwerkzeuge aus hartem Material bestehen. Ein entsprechender mehrschichtiger Aufbau ist grundsätzlich auch wiederum insbesondere für den mahlraumseitigen In-

nenmantel eines äusseren Rotors bzw. eines den Mahlbehälter bildenden äusseren Stators denkbar.

Insbesondere bei einem zentralen Rotor ist vorzugsweise vorgesehen, dass ein Ausgleichselement zwischen einem Wellenflansch einer Rotorwelle und dem Aussenmantel des Rotors angeordnet ist. Hierbei weist der Wellenflansch zweckmässigerweise eine beispielsweise zylinderförmige Zentrier und Orientierungsfläche für das angrenzende Ausgleichselement auf. Darüber hinaus kann der Wellenflansch eine weitere, vorzugsweise wiederum zylinderförmige Zentrier und Orientierungsfläche für einen sich an das Ausgleichselement anschliessenden Umfangsring des Aussenmantels aufweisen.

Am der Rotorwelle gegenüberliegenden Ende des Rotors bzw. dessen Aussenmantels kann ein weiteres Ausgleichselement angeordnet sein. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn das erste ringförmige Ausgleichselement aufgrund dessen Beschaffenheit aus hartem Material gleichzeitig als Trennring eingesetzt wird, da dann der zweite Ring als Ersatz-Trennring dienen kann. Hierbei sind die beiden Ringe bzw. Ringscheiben möglichst gleich auszubilden.

In diesem Zusammenhang kann auch von Vorteil sein, wenn der Rotor bezüglich einer mittleren, quer durch seine Längsachse verlaufenden Ebene umkehrbar ist, falls sich über seine Länge eine ungleichmässige Abnutzung ergibt. Um diese Umkehrbarkeit des Rotors zu erreichen, kann dieser nach denselben Prinzipien ausgebildet sein, wie dies in der DE-OS 3 614 721 beschrieben ist.

Am der Rotorwelle abgewandten Ende des Rotors ist vorzugsweise ein über eine Wellenverlängerung mit der Rotorwelle verbundener Rotordeckel oder dergleichen vorgesehen, über den die einzelnen Bestandteile insbesondere des Aussenmantels des Motors einschliesslich des bzw. der Ausgleichselemente druckbelastbar sind. Die Wellenverlängerung dient hierbei als Anker für den beispielsweise mittels einer Schraube befestigbaren Rotordeckel, so dass die einzelnen Teile des Rotors auf einfachste Weise über diesen Deckel unter Druck setzbar sind.

Vorzugsweise ist der Innenmantel des Rotors mit der Rotorwelle verbunden. Zweckmässigerweise sind die druckbelasteten Bestandteile des Rotors ausschliesslich durch Reibschluss in Drehung versetzbar. Damit wird dem Umstand Rechnung getragen, dass bei den hier verwendeten Materialien die bisher üblichen ineinandergreifenden Keilverbindungen nicht ohne weiteres möglich sind. Denkbar sind jedoch reibungserhöhende Mittel, wie z.B. eine sanfte Oberflächenwellung der einzelnen Teile, die allerdings wieder so ausgebildet sein müsste, dass die Wellen genau ineinanderpassen. Eine spezielle Art einer formschlüssigen Drehungsmitnahme ist weiter unten angegeben.

Unabhängig oder in Kombination mit den zuvor genannten Massnahmen zum Ausgleich von Wärmedehnungsunterschieden ist erfindungsgemäss vorgesehen, dass der Stator und/oder Rotor jeweils einen Aussenmantel und Innenmantel aus unterschiedlichem Material umfasst und dass zum Ausgleich von radialen Wärmedehnungsunterschieden

zwischen Aussenmantel und Innenmantel ein elastischer Mantel, wie insbesondere ein Gummimantel, vorgesehen ist. Dieser elastische Mantel dient vorzugsweise gleichzeitig zur Abdichtung von im Rotor bzw. Stator vorgesehenen Kühlkanälen. Hierbei sind die durch die Rührwerkzeuge voneinander getrennten Kühlkanäle zweckmässigerweise über im elastischen Mantel vorgesehene Ausnehmungen miteinander verbunden. Damit wird der Umstand berücksichtigt, dass der zwischen dem elastischen Mantel und beispielsweise dem Aussenmantel des Rotors verbleibende Raum durch die scheibenartigen Rührwerkzeuge unterteilt wird und ein schraubenliniiger Verlauf der Kühlkanäle wie beispielsweise bei einem Mahlbehälter ohne Rührwerkzeuge nicht möglich ist. Die im elastischen Mantel vorgesehenen Ausnehmungen stellen trotz der vorhandenen Rührwerkzeuge einen ungestörten Kühlmittelfluss von einem Kanal zum anderen sicher.

Zweckmässigerweise sind auch die durch ggf. vorgesehene Ringrippen des Aussenmantels voneinander getrennte Kühlkanäle über wiederum im elastischen Mantel vorgesehene Ausnehmungen miteinander verbunden.

Die Ausnehmungen sind vorteilhafterweise schraubenlinienförmig versetzt über den Umfang des elastischen Mantels verteilt. Damit ist sichergestellt, dass das Kühlwasser jeweils den ganzen Ringkanal umrunden muss und nicht von einer Ausnehmung zur nächsten im Kurzschluss geführt ist.

Gemäss einer weiteren praktischen Ausführungsvariante verlaufen die Ausnehmungen bezüglich der jeweiligen Ringrippe schräg. Jede Ringrippe kann auf ihren beiden Seiten jeweils mit einer Leit- bzw. Trennwand versehen sein, wobei die beiden Trennwände auf den beiden gegenüberliegenden Seiten der betreffenden, schräg verlaufenden Ausnehmung angeordnet sind. Auf diese Weise kann das Kühlwasser von einem Kühlkanal zum nächsten und schliesslich in einen am einen Ende beispielsweise des zentralen Rotors vorgesehenen Verbindungsraum gelangen, von wo aus eine Verbindung in das Innere des Innenmantels besteht. Dieser Innenraum kann beispielsweise mit einer mittigen Bohrung bzw. dem Inneren eines Rohres der Rotorwelle in Verbindung stehen.

Bei einer Rührwerksmühle der im Oberbegriff des Patentanspruchs 99 genannten Art ist erfindungsgemäss eine wesentlich verbesserte Rotorgeometrie dadurch erzielbar, dass die Rührwerkzeuge an ihrem im Mahlraum liegenden freien Ende in Längsrichtung doppeltkonisch ausgebildet sind und die den Doppelkonus bildenden Rührwerkzeugwände einen Winkel $\alpha < 60^\circ$ einschliessen, welcher vorzugsweise 10° bis 30° und insbesondere 15° beträgt.

Aus der US-PS 4 175 871 ist zwar bekannt, dass sich bei einer doppelkegelförmigen Rotorgeometrie zwischen den einzelnen Stellen grössten Durchmessers jeweils ein Wirbeltorus rund um den Rotor ausbildet, welcher im Falle eines Mischers die Mischwirkung unterstützt. Es wurde auch bereits vorgeschlagen, eine solche doppelkegelförmige Rotorgeometrie bei einer Rührwerksmühle vorzusehen (DE-OS 3 404 985), wodurch sich ein leicht abge-

wandelter Effekt ergibt, nämlich eine Verbesserung der Verteilung der Mahlkörper über den Mahlraum.

Mehrere Untersuchungen haben jedoch ergeben, dass die in der US-PS 4 175 871 dargestellten Wirbel keineswegs beständig sind, sondern diese axial nebeneinanderliegenden Wirbel in ihrem Strömungsbild bis zu dessen Zerstörung ständig gestört sind. Aufgrund der erfindungsgemässen Ausbildung wird erreicht, dass die an sich sehr günstige Wirbelbildung äusserst beständig ist und deren Ausbildung unterstützt wird. Erfindungsgemäss wird zwischen den spitz zulaufenden Stellen grössten Durchmessers ein ausreichend grosser Raum zur ungehinderten Ausbildung der Wirbel geschaffen. Die Rührwerkzeuge können an ihren Enden abgerundet sein bzw. eine in Längsrichtung abgerundete Konusform aufweisen. Darüber hinaus ist von Vorteil, den vorzugsweise jeweils durch einen Umfangsring gebildeten Bereich des Rotors zwischen zwei scheibenartigen Rührwerkzeugen in Anpassung an die abgerundete Wirbelform konkav auszubilden.

Der den konisch ausgebildeten Zwischenbereich bestimmende Krümmungsradius BR ist zweckmässigerweise so gewählt, dass dieser Zwischenbereich zusammen mit den angrenzenden Konusflächen der betreffenden Rührwerkzeuge im Längsschnitt zumindest im wesentlichen eine Parabel ergibt. Der Krümmungsradius BR ist vorzugsweise grösser als der Radius Br der am Ende der Rührwerkzeuge vorgesehenen Rundung.

Eine insbesondere auch für harte und damit im allgemeinen spröde Materialien geeignete formschlüssige Drehungsmitnahme ist dadurch gegeben, dass am mit der Rotorwelle verbundenen Innenmantel des Rotors Mitnahmestifte befestigt sind, welche den elastischen Mantel durchsetzen und in in den Rührwerkzeugen und/oder den Ringrippen vorgesehene, vorzugsweise abgerundete Ausnehmungen eingreifen. Derartige Mitnahmestifte können über den Umfang des Rotors verteilt sein.

Weitere vorteilhafte Ausführungsvarianten der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert; in dieser zeigt:

Fig. 1 einen teilweisen Längsschnitt durch eine Rührwerksmühle, die entsprechend einem aus mehreren Druckschriften zusammengesetzten Stande der Technik ausgebildet ist;

Fig. 2 eine Draufsicht auf den in Fig. 1 veranschaulichten Deckel, jedoch entsprechend einer ersten Ausführungsform der Erfindung, zu der dann die Fig. 1 ein Schnitt nach der Linie I-I sein kann;

Fig. 3 eine erste Realisierungsform der anhand der Fig. 2 veranschaulichten Anordnung in einem Schnitt nach der Linie A-A der Fig. 2, jedoch erst nach dem Vergiessen der in Fig. 2 in Draufsicht gezeigten Rohrschlange;

Fig. 4 eine zweite Realisierungsform der Anordnung nach Fig. 2 in explodierter Darstellung, wobei Fig. 2 dann eine Draufsicht auf den Unterteil der Fig. ist;

Fig. 5 eine Ausführungsform mit geradlinigen Kanälen;

Fig. 6 ein Detail bei einer Ausführung nach den Fig. 5 oder 7;

Fig. 7 und 8 ein weiteres Ausführungsbeispiel, wobei Fig. 8 ein Schnitt nach der Linie VIII-VIII ist und Fig. 1 als Schnitt nach der Linie I-I der Fig. 7 gedacht werden kann,

Fig. 9 die Verbindung von Deckel und Stator Kühlkreislauf sowie eine besondere Statorausbildung gemäss bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung,

Fig. 10 einen Längsschnitt durch eine Rührwerksmühle mit einem inneren Mahlkörperumlauf, dessen radial innerer Umlaufabschnitt durch einen zentralen, zur Rotorachse coaxialen Rückführkanal gebildet ist,

Fig. 11 einen Längsschnitt einer Rührwerksmühle, welche einen axial verschieblichen Mahlbehälter mit einer diesem zugeordneten Verstelleinrichtung sowie eine Druckkolbeneinheit zur Variation des Volumens des Mahlraums aufweist,

Fig. 12 einen Längsschnitt einer Rotoranordnung einer Rührwerksmühle, deren Mahlkörperumlauf einen radial inneren Umlaufabschnitt mit schräg nach aussen verlaufenden Rückführkanälen umfasst,

Fig. 13 eine schematische Darstellung einer Rührwerksmühle mit einem im Längsschnitt im wesentlichen ovalen Rührwerksrotor, welcher wiederum einen zentralen, zur Rotorachse coaxialen Pückführkanal für die Mahlkörper aufweist, welcher durch Schrägkanäle verlängert ist,

Fig. 14 einen Längsschnitt durch eine Rührwerksmühle, bei der zwei von getrennten Rotorwellen angetriebene Rotorwerkzeuge in einem gemeinsamen Mahlbehälter untergebracht sind,

Fig. 15 einen Längsschnitt einer Rührwerksmühle mit zwei scheibenartigen, von einer gemeinsamen Rotorwelle angetriebenen Rotorwerkzeugen,

Fig. 16 einen Längsschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Rührwerksmühle,

Fig. 17 eine Ansicht, teilweise im Schnitt, entsprechend den Pfeilen II-II in Fig. 16,

Fig. 18 einen Fig. 16 vergleichbaren Längsschnitt durch eine weitere Ausführungsvariante der Rührwerksmühle, und

Fig. 19 einen Schnitt nach der Linie IV-IV in Fig. 18.

Fig. 1 zeigt den Oberteil einer Rührwerksmühle, wie sie aus der DE-PS 2 813 781 bekannt geworden ist, allerdings mit einigen, später zu besprechenden Veränderungen. Die aus dieser DE-PS bekannte Rührwerksmühle weist einen aus Ringen 1 zusammengesetzten Mahlbehälter 2 auf, wobei diese Ringe 1 an der Aussenseite wendelförmige Nuten besitzen, die der Hindurchführung eines Kühlmittels, insbesondere von Wasser, dienen und die durch einen äusseren Mantel 3 abgedeckt sind. An der Oberseite dieses Mahlbehälters 2 befindet sich ein Sitzring 4 sowie ein die Auslasskammer 5 umschliessender Lagerkörper 6.

In diesem Lagerkörper 6 ist eine Rotorwelle 7 gelagert, die innen hohl zur Hindurchführung von Kühlwasser ausgebildet ist und die an ihrer Unterseite ein angeschweisstes Führungsrohr 8 trägt. An

diesem Führungsrohr 8 sind einzelne Rotorringe 9 des Rotors 10 aufgefädelt und zentriert.

Abweichend von der Darstellung der genannten DE-PS 2 813 781 ist zur Abtrennung der Mahlkörper vom flüssigen Produkt ein aus der DE-PS 2 047 244 bekannter gekühlter Mahlraumdeckel 11 vorgesehen, der eine ringscheibenförmige Gestalt hat. Nach dem Stande der Technik ist in dieser Ringscheibe 11 ein Hohlraum 12 vorgesehen, der von Kühlmittel durchströmt werden soll. Über die Zufuhr dieses Kühlmittels in den Hohlraum 12 ist im Stande der Technik nichts ausgesagt, und man muss auf Grund der Darstellung eher annehmen, dass diese unabhängig von anderen Kühlkreisläufen erfolgt. Es sei schon jetzt vorweggenommen, dass für die Zwecke der vorliegenden Erfindung hierzu zweckmässig eine Zweigleitung 13 an die Aussenwendeln 14 des Stators 2 angeschlossen wird, denen das Kühlwasser über eine Zufuhrleitung 15 zuführbar ist.

Ferner ist eine, z.B. aus der DE-PS 2 932 783 bekannt gewordene Regeleinrichtung 16 für den Kühlkreislauf schematisch angedeutet, die an einer, an sich beliebigen Stelle, beispielsweise im Inneren der Kühlwendeln 14 mittels eines Temperaturfühlers 17 die Kühlwassertemperatur misst und den Zustrom an Kühlmittel über den Einlass 15 dementsprechend regelt. Wenn auch der Fühler 17 an einer relativ nahe zum Einlass 15 gelegenen Stelle dargestellt ist, so versteht es sich doch, dass dieser Fühler zweckmässig gegen die Auslassseite des Kühlkreislaufes hin angeordnet ist.

Betrachtet man nun die Darstellung der Fig. 1 soweit sie sich auch dem genannten Stande der Technik entnehmen lässt, so wird zunächst auffallen, dass der Hohlraum 12 im scheibenförmigen Körper 11 nicht ohne weiteres herstellbar sein wird. Stellt man sich ferner auch noch vor, dass der Hohlraum 12 (verglichen mit dem Querschnitt der Zufuhrleitung 13), aufgrund der scheibenförmigen Gestalt des Körpers 11 ein gegenüber der Leitung 13 stark vergrössertes Volumen besitzt, so wird klar werden, dass der Kühlmittelstrom innerhalb des Hohlraumes 12 seine Führung verlieren wird und sich somit Toträume bilden, in denen sich der Kesselstein ablagert. Das Resultat ist, dass gewisse Abschnitte des Deckelkörpers 11 nicht nur nicht gekühlt werden, sondern wegen der schlechten Wärmeleitfähigkeit des Kesselsteines sogar eine gewisse Wärmespeicherkapazität entwickeln, wobei die Flächenbereiche mit guter bzw. mit schlechter Kühlung absolut nicht voraussagbar sind und das Kühlresultat dem Zufall überlassen bleibt. Dies kann sogar so weit führen, dass bei starker Beeinflussung des Regelkreises 16 durch das im Hohlraum 12 aufgeheizte Kühlwasser dann die Kühlregelung selbst nur mehr mangelhaft funktioniert.

Um nun definierte Strömungsverhältnisse auch an einem so grossflächigen Körper wie einer Scheibe zu schaffen, kann nun die Ausbildung erfindungsgemäss entsprechend Fig. 2 getroffen sein. Dabei ist anstelle eines alle Bereiche mit Ausnahme einer relativ dünnen Wandung des scheibenförmigen Körpers 11 ausfüllenden Hohlraumes 12 der Hohlraum für die Kühlflüssigkeit als längliches Ka-

nalsystem 112 ausgebildet, das sich spiralenförmig praktisch über die gesamte Oberfläche (bzw. Volumen) des scheibenförmigen Körpers 11 erstreckt und so für eine gleichmässige Kühlung Sorge trägt. Dadurch, dass nun kein wesentlicher Querschnittsunterschied zwischen dem Zufuhrkanal 13 und dem Kanalsystem 112 mehr besteht, ist die Kühlflüssigkeit gezwungen, relativ rasch das Kanalsystem 112 zu durchheilen, wobei einerseits Ablagerungen aufgrund der hohen Strömungsgeschwindigkeit vermieden werden (Selbstreinigungseffekt) und andererseits durch die Anordnung dieses Kanalsystems 112 entsprechend einer Spirale ein vorhersehbarer und gleichmässiger Kühleffekt erreicht wird. Das Kühlwasser tritt sodann an einem lediglich strichliert angedeuteten Auslass 18 wieder aus, welcher Auslass 18 beispielsweise über den Lagerkörper 6 (Fig. 1) nach aussen geführt sein kann.

Die dargestellte Anordnung des Kanalsystems 112 wird sich selbstverständlich besonders dann eignen, wenn der scheibenförmige Körper 11 mit dem Stator 2 (Fig. 1) verbunden ist, d.h. den in Fig. 1 gezeigten Deckel 11 oder eine Statorringscheibe (als Werkzeug) bildet. In einem solchen Falle wird es besonders zweckmässig sein, wenn wenigstens die Zufuhr (Übergang des Kanals 13 zum System 112) von der Mantelfläche des scheibenförmigen Körpers 11 her erfolgt, und zwar von der Aussenmantelfläche 19. Umgekehrt wird es im Falle einer Rotorscheibe günstig sein, wenn die Zufuhr und/oder die Abfuhr des Kühlwassers von der Innenmantelfläche 20 her des scheibenförmigen Körpers 11 erfolgt.

Geht man also von Fig. 2 aus, so lässt sich die Darstellung des Deckels 11 in Fig. 1 als Schnittdarstellung entlang der Linie I-I vorstellen. Andererseits sind mit einer solchen spiralförmigen Anordnung noch nicht alle Probleme beseitigt, denn es fragt sich, wie eine solche Spirale hergestellt werden kann. Zwei Realisationsformen werden in der Folge anhand der Fig. 3 und 4 besprochen werden.

Gemäss Fig. 3 ist das Kanalsystem 112 als Kühlrohr ausgebildet, das beispielsweise auf eine plattenförmige Grundfläche aufgelegt und sodann an dieser Platte mit Metall 21 ausgegossen wird. Fig. 2 ist also dann als Darstellung des Kanalsystems 112 auf der Grundplatte vor dem Vergiessen anzusehen.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, dass in einem ringscheibenförmigen Körper 11' zunächst das Kanalsystem 112 eingefräst wird (auch andere Bearbeitungsvorgänge zur Formbildung sind denkbar, worauf das so gebildete Kanalsystem 112 durch einen Deckel 11" abgedeckt wird. Der Deckel 11" kann dann auf den Ringkörper 11' aufgeschraubt oder aufgeschweisst werden. Um die Gleichmässigkeit der Anlage der Oberfläche des Deckelkörpers 11" zu sichern, kann der Ringkörper 11' mit der aus Fig. 4 ersichtlichen Ausbauchung 22 versehen sein. Ferner kann es von Vorteil sein, an die Oberseite der Zwischenstege 23 Dichtungslippen 24 einzusetzen.

Die spiralförmige Anordnung gemäss Fig. 2 ist nun nicht unbedingt erforderlich, vielmehr kann eine gute und gleichmässige Kühlung auch mit geradi-

nig verlaufenden Kanälen erreicht werden, die leicht durch Bohren herstellbar sind. Ein Beispiel einer solchen Ausführung sei nun anhand der Fig. 5 beschrieben. Dabei besitzen Teile gleicher Funktion dieselben Bezugszeichen wie in den vorigen Figuren, Teile ähnlicher Funktion dieselben Bezugszeichen, jedoch mit einer Hunderterziffer versehen.

Gemäss Fig. 5 ist der scheibenförmige Körper 11 von einem Kanalsystem 212 durchzogen, das jeweils aus einzelnen, hier zweckmässig zueinander parallel verlaufenden Kanälen 25, 25', 25" bzw. 26, 26', 26" bzw. 27, 27', 27" usw. besteht. Diese Kanäle 25-30 können leicht entlang von die Sekanten zum scheibenförmigen Teil 11 bildenden Achsen a als geradlinige Bohrungen hergestellt werden, die dann etwa in einer durch den scheibenförmigen Körper 11 gelegten Ebene verlaufen. In Fig. 5 sind jeweils zueinander parallele Kanäle 25, 25', 25" bis 30, 30', 30" dargestellt, doch versteht es sich, dass je nach dem gewünschten Kanalquerschnitt und der Dimension des zu kühlenden scheibenförmigen Körpers 11 bzw. dem erforderlichen Kühleffekt die Anzahl der Kanäle 25 bis 30 variieren kann.

Wie ersichtlich, sind die Kanäle 25 bis 30 nach Art eines Vieleckes angeordnet, d.h. theoretisch könnte bereits eine Dreieckform ausreichend sein, doch wird die Verteilung der Kühlkanäle über die Ringfläche umso besser, je mehr sich die Vieleckform einem Kreise (vgl. die Spirale in Fig. 2) annähert, wobei auch auf die damit erforderliche Ausgestaltung der Zu- und Abfuhrkanäle Rücksicht zu nehmen ist. Jedenfalls wird es sich aufgrund der Vieleckform ergeben, dass die Bohrungen 25 bis 30 von einer Mantelfläche her, und zwar von der Aussenmantelfläche 19 her, gebohrt werden, und jeweils an einer anderen Stelle der Aussenmantelfläche 19 wiederum ausmünden. Dabei ergibt es sich, dass die geradlinig verlaufenden Kanäle jeweils miteinander einen Winkel θ einschliessen, da sie einander kreuzen.

Um daher eine definierte Strömung durch die Kanäle 25 bis 30 zu erhalten, ist es nötig, diejenigen Kreuzungsstellen zu blockieren, an denen das Kühlmedium umgeleitet bzw. am Austreten verhindert werden soll. Es versteht sich, dass bei einer gegebenen Anordnung von Kanälen 25 bis 30 man es in der Hand hat, durch Veränderung der Stellung einzelner Stopfen auch die Umleitungsstellen zu beeinflussen. Beispielsweise könnte es für eine sehr intensive Kühlung zweckmässig sein, für jeden der Kanäle 25 bis 30 einen eigenen Zufluss vorzusehen. Das Kanalsystem 212 sei aber nachstehend anhand einer anderen Anordnung beschrieben, bei der ein quasi spiralförmiger Verlauf erreicht wird.

Es sei angenommen, dass rund um den scheibenförmigen Körper 11 sechs Zuläufe, 13, 213, 313, 413, 513 vorgesehen sind, die jeweils dem Zuflusskanal 13 der Fig. 1 in etwa entsprechen. Wenn daher das Kühlwasser über den Zufluss 13 in den Kanal 25 eintritt, so gelangt es zunächst an dem den Kanal 25 schneidenden Kanal 30 vorbei, wobei die Verbindungsstelle durch einen Stopfen 31 abgeschlossen wird. Analog verfährt man an der nächsten Kreuzungsstelle, d.i. der Kreuzung zwischen den Kanälen 25 und 30, wo zu beiden Sei-

ten des Kanales 25 Stopfen 31 einzusetzen sind. Analoges gilt für die Kreuzungsstelle des Kanales 25 mit dem Kanal 30".

Nachdem der Kanal 25 die Hälfte seiner Lauflänge überschritten hat, kreuzt er sich mit dem Kanal 26", in den dementsprechend zu beiden Seiten des Kanales 25 Stopfen 31 einzusetzen sind. Da sich aber nun der Kanal 25 der Aussenmantelfläche 19 nähert, wird die Strömungsrichtung an der nächsten Kreuzung mit dem Kanal 26' umgelenkt, zu welchem Zwecke am Ende des Kanales 26' sowie am Ende des Kanales 25 je ein Stopfen 31 vorgesehen ist. Das Kühlmedium wird daher im Sinne des Pfeiles 32 aus dem Kanal 25 in den Kanal 26' umgelenkt, wo sie in einer etwas geringeren Entfernung vom Mittelpunkt des scheibenförmigen Körpers 11 weiterfliesst, als vorher. Da in diesem Bereiche der Umlenkstelle vom Kanal 25 auf den Kanal 26' ein weiterer Zufluss 113 in den Kanal 26 einmündet, von wo aus dann die Kühlflüssigkeit in analoger Weise in den Kanal 27' umgelenkt wird, muss auch die den Kanal 26' durchströmende Flüssigkeit nach dem Passieren der Kreuzungsstellen mit den Kanälen 25' und 25", die jeweils durch Stopfen 31 verschlossen sind, an der Kreuzungsstelle mit dem Kanal 27" in diesen umgelenkt werden. Hierzu sind entsprechende Stopfen 31 vorgesehen. Die Kühlflüssigkeit wird somit entsprechend dem Pfeil 33 in den radial innersten Kanal 27" umgelenkt, wo sie lediglich noch den Kanal 26" kreuzt, der durch entsprechende Stopfen 31 verschlossen ist. Am Ende des Kanales 27" ist eine weitere Umlenkung nicht mehr möglich. Es muss daher für einen entsprechenden Abfluss Sorge getragen werden, der entweder über die Innenmantelfläche 20 erfolgen kann, im dargestellten Ausführungsbeispiel jedoch über eine Bohrung 34 in der Stirnfläche des scheibenförmigen Körpers 11 erfolgt.

Nachdem also auf diese Weise eine über die Hälfte des Umfanges des scheibenförmigen Körpers 11 verlaufende, aus einzelnen geradlinigen Kanälen zusammengesetzte Spiralförmigkeit erzielt ist, versteht es sich, dass die übrigen Kühlkreisläufe ausgehend von den Zuflüssen 113, 213, 313, 413 und 513 jeweils analog ausgebildet sind. In jedem Falle wird durch die Geradlinigkeit der Kanäle 25 bis 30 erreicht, dass diese im Bedarfsfall leicht gereinigt werden können. Überdies sind sie auch relativ einfach herzustellen, wobei die Masshaltigkeit des scheibenförmigen Körpers 11 leichter zu sichern ist, als im Falle der Zusammensetzung desselben aus zwei Teilen 11', 11" (vgl. Fig. 4). Überdies kann eine solche Konstruktion leicht den Erfordernissen angepasst werden: es wurde ja bereits erwähnt, dass im Bedarfsfall für jeden einzelnen der Kanäle 25 bis 30 ein Zuflussrohr vorgesehen sein kann, es ist aber ebenso möglich, die jeweilige Abflussöffnung 3a wiederum mit einer Zuflussöffnung zu verbinden, um so einen Reihenschluss der Kanäle zu erreichen. Beispielsweise könnte die am unteren Ende der Fig. 5 gezeigte Öffnung 34 mit der benachbarten Zuflussöffnung 313 verbunden werden. Selbstverständlich sind auch beliebige Durchflusskombinationen möglich, die für den Konstrukteur jeweils entsprechend den Erfordernissen wählbar

sind. Auf diese Weise ist es möglich, die scheibenförmigen Körper 11 in grösseren Stückzahlen herzustellen und dann durch entsprechendes Einsetzen der Stopfen 31 an die jeweils geforderten Verhältnisse anzupassen.

Nun können die Stopfen 31 an sich auf beliebige Weise hergestellt werden, beispielsweise auch von einer eingesetzten Klebe- bzw. Dichtungsmasse gebildet sein. Allerdings sind zwei Erfordernisse zu berücksichtigen. Einerseits sollten die Stopfen 31 zu Reinigungszwecken gegebenenfalls auch wieder entfernbar sein, andererseits sollte gesichert werden, dass sie auch mit hoher Positioniergenauigkeit an die jeweils gewünschte Stelle eingesetzt werden können. Um diese Anforderungen zu erfüllen, sind die Kanäle 25 bis 30 wenigstens über einen Teil ihrer Länge, insbesondere gegen die Mantelfläche 19 zu mit einem aus Fig. 6 ersichtlichen Innengewinde 35 versehen, in das die Stopfen 31 in Form von Wurmschrauben einschraubbar sind. Die Abdichtung zwischen den einzelnen Kanälen 25 bis 30 (Fig. 5) ist sicherlich nicht sehr kritisch, doch kann gewünschtenfalls im Zusammenhang mit den Wurmschrauben 31 auf aus der Installationstechnik geläufige Dichtungsmittel zurückgegriffen werden. In jedem Falle, ist es durch Verwendung solcher geradliniger Kanäle mit beliebig einsetzbaren Stopfen 31 leicht möglich, den vorgefertigten scheibenförmigen Körper 11 an beliebige Verhältnisse anzupassen, bzw. durch Herausschrauben der Stopfen 31 eine Reinigung nötigenfalls durchzuführen. Die scheibenförmigen Teile 11 können dann in grösserer Stückanzahl hergestellt und dann der endgültige Verlauf der Kühlkanäle je nach den Anforderungen durch entsprechendes Einsetzen der Stopfen 31 den jeweiligen Umständen angepasst werden.

Während bei einer vieleckförmigen Anordnung gemäss Fig. 5 relativ lange Bohrungen entlang der Achsen a auszuführen sind, gelingt es mit verhältnismässig kurzen Bohrungen auszukommen, wenn diese Bohrungen wenigstens teilweise eine Radialrichtung zur Zentralachse des scheibenförmigen Körpers 11 besitzen oder um einen kleineren Winkel als 45° von einer solchen Radialrichtung abweichen. In jedem Falle gelangt man dann zu einer etwa sternförmigen Anordnung der Einzelkanäle des Kanalsystems, und es soll nachstehend anhand der Ausführung gemäss den Fig. 7 und 8 ein mögliches Ausführungsbeispiel (unter vielen denkbaren anderen sternförmigen Anordnungen) besprochen werden.

Das aus Fig 7 ersichtliche Kanalsystem 312 besitzt einen radial verlaufenden Zuflusskanal 36, dessen Achse a zur Achse a' eines weiteren Kanalabschnittes 37 einen Winkel θ' einschliesst. Dies bedeutet, dass die über den Kanal 35 eintretende Kühlflüssigkeit in den Kanal 37 umgeleitet wird, der mit der Radialen einen kleineren Winkel als 45° einschliesst. Sodann strömt das Kühlmedium radial auswärts den Kanal 37 entlang, der jedoch an seinem Ende mit einem Stopfen 31 verschlossen ist. Der Kanal 37 schliesst mit einem weiteren Kanal 38 einen Winkel θ'' ein, wobei der zur Aussenmantelfläche 19 führende Endabschnitt des Kanales 38 wiederum durch einen Stopfen 31 verschlossen ist.

Sodann schliesst an den Kanal 38 ein weiterer Kanalabschnitt an, der nach Lage und Länge dem Kanal 37 entspricht und daher dasselbe Bezugszeichen trägt. Dazwischen liegt ein Winkel θ'' .

Sternförmig ergibt sich so eine Aufeinanderfolge von Kanalabschnitten 37 und 38, deren Enden jeweils durch Stopfen 31 verschlossen werden können, bis das Kühlmittel letzten Endes durch einen Abflusskanal 39 austreten kann, dem ein entsprechender Abfluss im Stator gegenüberliegt. Selbstverständlich lässt sich auch hier wiederum gewünschtenfalls durch Verändern der Lage der Stopfen 31 erreichen, dass gewünschtenfalls mehrere Kühlkreisläufe parallel zueinander getrieben werden. Im allgemeinen wird dies jedoch nicht erforderlich sein.

Die Ausföhrung nach den Fig. 7 und 8 zeigt aber auch noch eine weitere Besonderheit, die eine kompaktere und kostengünstigere Herstellung der Röhrrwerksmühle erlaubt. Wenn nämlich der Deckel 11 gleichzeitig entweder selbst oder über einen einsetzbaren Trennring 40 die Begrenzung des Trennpaltes bildet, wie dies gemäss der DE-PS 2 047 244 bereits vorgeschlagen wurde, so kann das an der Oberseite dieses Trennrings 40 austretende und fertig gemahlene Produkt unmittelbar über eine im gekühlten Deckel 11 vorgesehene Auslassöffnung 41 abgeföhrt werden. Während bei der Ausföhrung nach Fig. 1 also die Auslassöffnung 141 oberhalb des Deckels 11 vorgesehen ist und so die Bauhöhe vergrössert wird, kann bei einer Ausföhrung gemäss den Fig. 7 und 8 nicht nur an Bauhöhe eingespart werden, sondern es wird auch gesichert, dass das Produkt bis zu seinem Austritt aus der Mühle mit Sicherheit unter dem Einfluss der Kühlanordnung steht, was mit den bisherigen Ausföhrungen nach dem Stande der Technik nur in unvollkommener Weise erreicht werden konnte. Die Auslassöffnung 41 wird sich dabei vorzugsweise innerhalb der Begrenzungsebenen des scheibenförmigen Körpers 11 erstrecken, doch wäre auch eine schräge Anordnung bzw. eine Anordnung von Stirnfläche zu Stirnfläche denkbar. Letztere Ausföhrung wird insbesondere dann zweckmässig sein, wenn eine Aussentrennung der Mahlkörper vom Mahlgut erwünscht ist. Selbstverständlich ergibt sich der Vorteil der kompakteren Konstruktion auch dann, wenn der scheibenförmige Körper 11 im Bereiche des Einlasses für das Mahlgut angeordnet ist und der Kanal 41 die Einlassöffnung bildet, doch wird dann der Trennring 40 – in Strömungsrichtung gesehen – dahinter liegen. Andererseits ist eine gute Kühlung auslassseitig besonders von Vorteil, weshalb die Ausbildung des Kanals 41 als Auslassöffnung bevorzugt ist.

Da nun aber aus der obigen Beschreibung ersichtlich ist, dass bei einer erfindungsgemässen Ausbildung mindestens ein, oft aber sogar mehrere Kanalanschlüsse genau zu positionieren sind, ist es für jeden solchen scheibenförmigen Körper 11 von Vorteil, wenn ihm Orientierungseinrichtungen zugeordnet sind, die bei der Montage von vorneherein das stellungsrichtige Einsetzen des Körpers 11 sichern. Eine solche Orientierungseinrichtung kann sowohl alleine am scheibenförmigen Körper (z.B.

eine Anzeigemarke) als auch alleine an dem mit diesem Körper zu verbindenden Teil vorgesehen sein, ist aber zweckmässig als formschlüssige Orientierungseinrichtung an beiden miteinander zu verbindenden Teilen vorhanden, wie etwa in Fig. 7 der Körper 11 an einer Seite eine Abflachung 42 aufweist, die statorseitig mit einer entsprechenden Abflachung der Statorwand zusammenwirkt. Diese Abflachung 42 ist vorteilhaft im Bereiche wenigstens eines Kanalanschlusses, hier im Bereiche der Auslassöffnung 41, vorgesehen, da dann auch die Abdichtung in diesem Bereiche erleichtert wird.

Die Ausföhrungsform nach Fig. 9 unterscheidet sich von der Darstellung der Fig. 1 in verschiedener Hinsicht. Eine der Besonderheiten liegt darin, dass hier jeder der Deckel 111, 211 einen Durchmesser aufweist, der grösser als der Innendurchmesser des Stators 102 ist, so dass er in einem, hier der Wandstärke des Stators 102 entsprechenden, Überlappungsbereich auf diesem aufliegt. Dadurch ergibt sich zunächst einmal eine einfachere Verbindung der beiden Kühlkreisläufe 36, 37 bzw. 136, 112 etc. einerseits (vgl. auch Fig. 2, 7) und 114 andererseits über einen geraden, von der Stirnfläche des jeweiligen Deckels 111 bzw. 211 ausmündenden und damit leicht herstellbaren Verbindungskanal 113.

Dazu lässt sich aber auch eine weitere Besonderheit auf einfache Weise verwirklichen. Wie ersichtlich, werden hier die Kühlwendeln 114 des Stators durch eine zylindrische Dichtungsschürze 43 abgedichtet, die als gummielastischer Mantel (z.B. aus Neopren) auf den die Wendeln 114 bildenden Zwischenwänden 44 aufliegt. Durch diese Materialkombination ergibt sich bereits eine leicht herstellbare Abdichtung des Kühlkreislaufes 114 des Stators 102. Es ist vorteilhaft, den gummielastischen Mantel 43 noch durch einen Aussenmantel 45, insbesondere aus Metall, gegebenenfalls aber auch einem anderen Material wie gewickelten Glasfasern, zu schützen. dabei kann die Dichtung noch verbessert werden, wenn der Aussenmantel unter Spannung gebracht wird und damit den gummielastischen Mantel 43 unter Druck umschliesst und ihn so gegen die von den Zwischenwänden 44 gebildeten Dichtflächen presst. Dies kann beispielsweise so erfolgen, dass um den Mantel 43 ein Fasermaterial, beispielsweise aus Kohle- oder Glasfasern, unter Spannung gewickelt wird. Eine andere Möglichkeit besteht darin, dass der Aussenmantel 45 einen Längsschlitz aufweist und nach Art einer Rohrschelle zusammengespannt wird. Schliesslich ist es auch denkbar, den Aussenmantel 45 auf die Dichtungsschürze 43 einfach aufzuschrumpfen.

Zur Vermeidung von Abdichtungsproblemen ist es bei einer solchen Ausbildung vorteilhaft, wenn der Stator 102 frei von Einmündungen, insbesondere zur Zu- oder Abfuhr des Kühlmediums, ist. Dies kann nun aber durch die an Hand der bisher besprochenen Ausbildung der Deckel 111, 211 wesentlich leichter verwirklicht werden, indem jeder Deckel 111, 211 an den Kühlkreislauf 114 des Stators 102 über einen Verbindungskanal 113 angeschlossen ist. Dabei ist es an sich für die eben erläuterte Ausbildung des Stators 102 mit seiner Dichtungsschürze 43 unerheblich, wie der Hohlraum

des Deckels ausgebildet ist, ja es wäre sogar denkbar, den Stator 102 auch bei ungekühlten Deckeln 111, 211 in dieser Form herzustellen, in welchem Falle im Deckel nur die Kanäle 36 bzw. 136 und 113 vorzusehen wären. Im übrigen versteht es sich, dass die neuartige Ausgestaltung mit dem Mantel 43 prinzipiell für alle zu kühlenden, gegebenenfalls auch für zu wärmende, Gefässe angewandt werden kann, doch wird sie in Kombination mit der beschriebenen Deckelausgestaltung am leichtesten und auch am wirksamsten sein, zumal nun auch die Kühlregelung gemeinsam erfolgen kann.

Es ist ersichtlich, dass in vorteilhafter Weise auch an der Eingangsseite der Rührwerksmühle, d.h. im Bereiche eines Einlasskanales 46 (der beispielsweise über ein nicht dargestelltes Schwanenhalsrohr an die Mahlgutpumpe angeschlossen sein kann) für das zu bearbeitende Mahlgut, ein ähnlicher Deckel 211 vorgesehen ist, so dass auch an der Unterseite der Mühle Kühlwasseranschlüsse am Stator 102 vermieden werden. Dadurch wird aber auch in vorteilhafter Weise eine zu einer horizontalen Mittelebene spiegelbildliche Ausgestaltung von Stator und Rotor erleichtert, wie dies in der DE-OS 3 614 721 vorgeschlagen wurde. Auf diese DE-OS soll hier bezüglich der weiteren Ausbildung von Stator und Rotor ausdrücklich Bezug genommen werden.

Obwohl die an Hand der gezeigten Mantelkonstruktion 43, 44 für den Stator 102 wegen der möglichen Ausnützung der Eigenelastizität des Materials besonders günstig ist, zumal dadurch ja auch allfällige Toleranzen ausgeglichen werden, kann eine ähnliche Dichtungskonstruktion auch am Deckel 211 vorgesehen sein. Dieser Deckel 211 besitzt zweckmässig ein an einer seiner Stirnflächen eingedrehtes Kanalsystem 112, wie es an Hand der Fig. 2 bereits geschildert wurde. Mit diesem Kanalsystem 112 steht eine vom Kanal 136 abzweigende Verlängerung 213 des Kanales 113 in Verbindung, wobei das andere Ende der Kühlkanalspirale 112 mit dem etwa mittig angeordneten Kanal 18 (vgl. Fig. 2) verbunden ist, der an der Stirnfläche eines mittels radiale Fortsätze 52, 53 der Deckel 49, 211 durchsetzenden Druckschrauben 48 aufgedrückten Druckdeckels 49 ausmündet. Es versteht sich, dass dabei die Durchflussrichtung für das Kühlmittel, ebenso wie am Statormantel an sich frei wählbar ist. Zur Vergleichsmässigung des Druckes können weitere Druckschrauben 50 über die Stirnfläche der Deckel 49, 211 verteilt sein.

Zwischen den beiden Deckeln 49, 211 befindet sich eine scheibenförmige Dichtungsschürze 143, die durch die Druckschrauben 48, 50 dicht gegen die Zwischenwände 47 des Kanalsystems 112 gepresst wird. Auch dadurch lassen sich allfällige Toleranzen ausgleichen. Gegebenenfalls mag es zweckmässig sein, wenn der Druckdeckel 49 einen ringförmigen (allenfalls mit Unterbrechungen) Begrenzungssteg 51 besitzt. Ebenso kann die Oberfläche der Zwischenwände 47 mit in die Dichtungsschürze einbissenden Ringriefen versehen sein. Es ist ersichtlich, dass die Dichtungsschürze 143 des Deckels 211 zweckmässig eine grössere Wandstärke aufweist, als die Dichtungsschürze 43.

Zur Erleichterung der Reinigung ist es vorteilhaft,

wenn wenigstens einer der Deckel 111 bzw. 211, vorzugsweise beide, einen axial sich erstreckenden Umfangsflansch 54 aufweist, der einen mit einem Krümmungsradius R gerundeten Übergang in die innere Stirnfläche aufweist.

Im Rahmen der Erfindung sind zahlreiche verschiedene Modifikationen möglich; so versteht es sich, dass der Trennring 40 vorzugsweise aus einem Hartmaterial bestehen kann. Andere Varianten könnten in der Anordnung mehrerer Statoren und/oder Rotoren bestehen, wie dies verschiedentlich schon vorgeschlagen wurde. Statt der in Fig. 9 gezeigten fliegenden (einseitigen) Lagerung des Rotors 110 kann selbstverständlich auch eine beidseitige Lagerung vorgesehen werden. Statt der in der Zeichnung veranschaulichten Trennvorrichtung an der Mühle selbst kann auch eine Aussentrennung im Rahmen eines Kugelumlaufes vorgesehen werden, etwa in der Art, wie dies die DE-OS 3 038 794 zeigt.

Ferner wurde die Erfindung zwar an Hand einer Rührwerksmühle mit vertikaler Drehachse des Rührwerkes beschrieben, doch lässt sich die Erfindung selbstverständlich auch an im wesentlichen horizontalen oder in beliebiger Lage befindlichen Rührwerksmühlen anwenden. An Stelle eines unter seiner Eigenelastizität an den Zwischenwänden 44 aufliegenden Mantels 43 könnte auch dieser als Folie um den Stator gewickelt und an seinen zusammenstossenden Enden verklebt werden, worauf ein Anlagedruck zum Andrücken des gummielastischen Materials an die Zwischenwände in der schon geschilderten Weise mit Hilfe des Aussenmantels 45 erzeugt werden kann. Es ist aber klar, dass die Klebestelle Dichtungsprobleme mit sich bringen kann, die vermieden werden, wenn die Dichtungsschürze 43 unter ihrer Eigenelastizität an den Zwischenwänden aufliegt, indem sie strumpfartig auf den Stator 102 aufgezogen wird.

Wenn im Zusammenhang mit der Erfindung von einem «länglichen» Kanalsystem die Rede ist, so versteht es sich, dass dies bedeutet, dieses Kanalsystem erstrecke sich im wesentlichen parallel zu den Stirnflächen des scheibenförmigen Körpers, wobei geringe Abweichungen von der Parallelität natürlich keine Rolle spielen; wesentlich ist lediglich, dass die Kanäle – um länglich sein zu können – nicht etwa senkrecht zu den Stirnflächen des Körpers erstrecken, wobei es etwa für den Fall des Deckels 211 durchaus möglich wäre, Kühlkanäle 112 jeweils an beiden Stirnflächen vorzusehen, wie auch der Statormantel gewünschtenfalls mit je einem Kühlkanalsystem innen und aussen ausgebildet sein könnte. Dies wird aber in den meisten Fällen überflüssig sein.

Die in Fig. 10 gezeigte Rührwerksmühle weist einen Mahlbehälter A3 auf, in dem ein um eine horizontale Achse AA drehbar gelagerter Rührwerksrotor A2 angeordnet ist.

Der das Mahlgut aufweisende Mahlbehälter A3 ist mit einer Einlasstrenneinrichtung A14; A16 sowie einer Auslasstrenneinrichtung A20 für das Mahlgut versehen, welches von der Einlass- zur Auslasstrenneinrichtung strömt und mittels Mahlkörpern A18 vermahlbar ist.

Die durch den Rührwerksrotor A2 in Bewegung versetzten Mahlkörper A18 laufen im Mahlbehälter A3 um. Der Mahlkörperumlauf schliesst sich über einen radial inneren Umlaufabschnitt A22, in welchem die Mahlkörper A18 über eine bestimmte axiale Strecke hinweg von einer Hälfte des Mahlraums A15 in die andere zurückgeführt werden.

Der radial innere Umlaufabschnitt A22 wird durch einen zentralen, zur Rotorachse AA koaxialen Rückführkanal A44 gebildet, welcher ausschliesslich durch Wandungen des Rührwerksrotors A2 begrenzt ist. Dieser zentrale, zur Rotorachse AA koaxiale Rückführkanal A44 erstreckt sich über die gesamte axiale Länge des radial inneren Umlaufabschnitts A22. In diesem Bereich sind demnach die Mahlkörper ausschliesslich von bewegten Flächen umgeben, so dass sie keinerlei Bremswirkung durch Statorflächen oder dergleichen ausgesetzt sind.

Beim vorliegenden Beispiel ergibt sich eine Umlaufrichtung der Mahlkörper A3 im Uhrzeigersinn. Dabei mündet der Rückführkanal A44 mit seinem in Umlaufrichtung der Mahlkörper A18 betrachtet vorderen, hier rechten Ende unmittelbar in den zwischen den Rührwerksrotor A2 und dem Mahlbehälter A3 gebildeten Mahlraum A15. An diesem Ende weist der zentrale, zur Rotorachse AA koaxiale Rückführkanal A44 einen sich axial nach aussen erweiternden Querschnitt auf.

Am in Umlaufrichtung der Mahlkörper A18 betrachtet hinteren, hier linken Bereich des radial inneren Umlaufabschnitts A22 sind radial nach aussen führende Schleuderkanäle A21 vorgesehen, welche Pumpabschnitte für die Mahlkörper A18 bilden, in denen diese solchen Fliehkräften ausgesetzt sind, dass sie in Umlaufrichtung angetrieben werden.

Die Schleuderkanäle A21 sind vorzugsweise ausschliesslich durch Rotorwandungen begrenzt und einerseits mit dem zentralen Rückführkanal A44 verbunden. Andererseits münden diese Schleuderkanäle A21 in den Mahlraum A15.

Die Schleuderkanäle A21 bilden eine Art Zellrad, in dessen Zellen die Mahlkörper A18 in Drehrichtung mitgenommen werden und anschliessend durch die dabei entstehenden Fliehkräfte radial nach aussen in den Mahlraum A15 ausgeschleudert werden.

Diese Schleuderkanäle A21 weisen sich allgemein axial und radial erstreckende Zellwände auf, welche dafür sorgen, dass die vom zentralen Rückführkanal A44 in die Schleuderkanäle eingetretenen Mahlkörper in jedem Falle in Drehrichtung mitgenommen werden. Diese Schleuderkanäle A21 können im Querschnitt sowohl beispielsweise rund als auch rechteckig sein.

Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel ist das sich ergebende Zellenrad mit den Schleuderkanälen A21 Teil des Rührwerksrotors A2 und demnach mit diesem antreibbar. Grundsätzlich ist jedoch auch denkbar, das Zellenrad getrennt vom Rührwerksrotor auszubilden und unabhängig von diesem anzutreiben, um gegebenenfalls noch höhere Fliehkräfte zu erzeugen, als mit einer vorgegebenen Drehgeschwindigkeit des Rotors der Fall wäre.

Der durch Stator- und Rotorwände begrenzte Mahlraum A15 ist durch das scheibenartige Rührwerkzeug A9 in einen schmälere Pumpabschnitt A15a auf der linken Seite und einen breiteren Beruhigungsabschnitt A15b auf der rechten Seite der Rotorscheibe A9 unterteilt.

Aufgrund der scheibenartigen Ausbildung des dem Rührwerksrotor A2 zugeordneten Rührwerkzeugs A9 sowie der Ausbildung des Mahlbehälters A3 als hohlscheibenförmiger Körper schliesst der linke Pumpabschnitt A15a des Mahlraums A15 mit der Rotorachse AA einen Winkel α von 90° ein. Dieser Pumpabschnitt A15a verläuft radial von innen nach aussen in Umlaufrichtung der Mahlkörper A18 geradlinig.

Die über die Pumpabschnitte A15a radial nach aussen geschleuderten Mahlkörper werden über die sich an die Pumpabschnitte A15a anschliessenden Beruhigungsabschnitte A15b des Mahlraums A15 wieder radial nach innen geführt.

Nachdem die den Mahlraum A15 begrenzenden Rotor- und Statorflächen im Bereich der Beruhigungsabschnitte A15b einen grösseren Abstand voneinander aufweisen als im Bereich der Pumpabschnitte A15a, sind in den Beruhigungsabschnitten die auf die Mahlkörper A18 einwirkenden Fliehkräfte reduziert. Die bei der Rückführung der Mahlkörper radial nach innen zum zentralen Rückführkanal A44 auftretenden Bremskräfte sind demnach vernachlässigbar klein.

Während beim dargestellten Ausführungsbeispiel eine Reduzierung der auftretenden Fliehkräfte dadurch erreicht wird, dass die den Mahlraum begrenzenden Rotor- und Statorflächen im Bereich der Beruhigungsabschnitte A15b einen grösseren Abstand voneinander aufweisen, ist auch denkbar, für die Pump- und Beruhigungsabschnitte A15a bzw. A15b gleiche axiale Breiten vorzusehen und auf der dem Beruhigungsabschnitt A15b zugewandten Seite des Rührwerksrotors A2 in geringem Abstand von diesem bzw. der Rotorscheibe eine den Beruhigungsraum A15b gegenüber der rechten Rotorfläche der Rotorscheibe A9 abschirmende Statorplatte anzuordnen.

Die Rotorscheibe A9 ist ebenso wie der Mahlbehälter A3 im Umfangsbereich abgerundet, so dass die die Pumpabschnitte A15a mit den Beruhigungsabschnitten A15b verbindenden Abschnitte des Mahlraums im Längsschnitt einen rundlichen Verlauf aufweisen. Dabei ist es durchaus möglich, Modifikationen der gezeigten Form vorzunehmen, etwa durch Noppen an der Scheibe A9 und/oder an der Innenseite des Mahlbehälters A3. Die Scheibe A9 könnte auch nach aussen zu leicht konisch ausgebildet sein. Ferner könnten vorteilhafterweise in Verlängerung der Schleuderkanäle A21 an der Scheibe A9 radial auswärts weisende Rippen vorgesehen sein, die eine den Schleuderkanal A21 jeweils verlängernde Ausnehmung begrenzen. Dadurch, dass sowohl beim Rotor als auch beim Stator eine zweischalige Ausführung vorgesehen ist, die im Falle der Rotorscheibe A9 aus einem die Kühlkanäle A8, A11 bildenden Teil A8a und einer diesen umgebenden Schale A9a (vorzugsweise aus zwei in einer Mittelebene getrennten Hälften), und

im Falle des Mahlbehälters A3 aus einer Innenschale A35 und einer die Kühlkanäle bildenden Aussenschale A34a besteht, wird der Einsatz von Hartmaterial, insbesondere Keramik, für die den Mahlraum A15 begrenzenden Innenflächen bevorzugt. Dabei sind die beiden vorzugsweise aus Keramik bestehenden Aussenschalen A9a bzw. Innenschalen A35 zweckmässigerweise lediglich durch Klemmung (Klemmscheibe A22a bzw. Aussenschalen A34a) gegeneinander gepresst, so dass im Falle des Rotors eine formschlüssige Mitnahme der Rotorscheibe, wie sonst üblich, entfällt und die Mitnahme der Rotorscheibe ausschliesslich reibungsschlüssig erfolgt (siehe Fig. 12). Die reibungsschlüssige Mitnahme der Rotorscheibe A102 durch die Rotorwelle A101 ist durch eine an der Welle angebrachte Befestigungsscheibe A122a sichergestellt. Hierbei ist die Rotorscheibe zwischen dieser Befestigungsscheibe A122a und beispielsweise einer Ringschulter der Welle festgeklemmt. Durch strichpunktierte Linien sind Befestigungsschrauben oder dergleichen angedeutet, durch die die Befestigungsplatte A122a beim vorliegenden Ausführungsbeispiel an der unteren Stirnfläche der Rotorwelle A1 angebracht ist.

Gemäss Fig. 10 ist die Rotorscheibe A9 an einer sich axial erstreckenden, drehbar gelagerten Rotorwelle A1 angebracht.

Im Inneren der hohlen Rotorwelle A1 ist ein Kühlwasserrohr A4 angeordnet, dessen Aussendurchmesser geringer als der Innendurchmesser der hohlen Rotorwelle A1 ist. Demnach wird Kühlwasser innerhalb des Kühlwasserrohrs A4 sowie zwischen diesem und der Innenwandung der Rotorwelle gefördert.

Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel wird das Kühlwasser durch den zwischen der Rotorwelle A1 und dem Kühlwasserrohr A4 gebildeten Ringraum A5 zugeführt und über das Kühlwasserrohr A4 wieder abgeführt. Der Ringraum A5 ist über eine radial verlaufende Querbohrung A6 und eine sich daran anschliessende Längsbohrung A7 mit Kühlkanälen A8 im Inneren der Rotorscheibe A9 verbunden.

Die Kühlkanäle A8 verlaufen auf der einen Stirnseite der Rotorscheibe A9, im vorliegenden Fall auf der linken Seite, spiralförmig von innen nach aussen und münden im Umfangsbereich der Rotorscheibe A9 in einen Verbindungsraum A10, welcher das Kühlwasser in wiederum spiralförmige, jedoch von aussen nach innen verlaufende Kühlkanäle A11 auf der anderen Stirnseite der Rotorscheibe A9 lenkt. Die Kühlkanäle A11 münden in einen radialen Kanal A12 und wiederum über einen Längskanal A46 und einen weiteren radialen Querkanal A13 in das Innere des Kühlwasserrohrs A4.

Auf diese Weise wird die Rotorscheibe A9 von länglichen Kühlkanälen durchzogen, in denen definierte Strömungsbedingungen herrschen.

Die Einlasstrenneinrichtung A14, A16 wird durch einen im Mahlbehälter A3 vorgesehenen Einlasskanal A14 sowie ein mit diesem verbundenes, zweckmässigerweise gegen die Seite des Mahlbehälters abgebogenes Rohr A16 gebildet, welche dem für die Rotorwelle A1 vorgesehenen Lager abgekehrt ist.

Der Einlasskanal A14 überragt den Mahlraum A15 niveaumässig und ist demnach Bestandteil einer sogenannten Schwanenhals-Einlasstrennvorrichtung.

Durch die Abbiegung des Rohres A16 weg von der der Rotorwelle A1 zugeordneten Lagerung ist es auch möglich, die gezeigte Rührwerksmühle nicht nur mit einer sich horizontal erstreckenden Rotorwelle, sondern auch mit einer vertikal ausgerichteten, den Rührwerksrotor A2 an der Oberseite tragenden Rotorwelle zu betreiben.

In beiden Lagen der Rotorwelle A1 ist nämlich sichergestellt, dass die Mahlkörper A18 selbst dann im Mahlraum A15 verbleiben, wenn ein Teil A19 des Mahlbehälters A15 abgenommen wird, welches die beispielsweise als Auslasstrennsieb ausgebildete Auslasstrenneinrichtung A20 aufweist. Beim gezeigten Ausführungsbeispiel ist dieses Teil A19 mit dem zugeordneten Auslasstrennsieb A20 im zentralen Bereich der rechten Stirnseite des Mahlbehälters A15 gegenüber dem zentralen Rückführkanal A44 des Rührwerksrotors A2 angeordnet.

Zum Entleeren des Mahlbehälters A15 und Entfernen der Mahlkörper A18 kann die gesamte Rührwerksmühle zweckmässigerweise um eine horizontale Achse kippbar gelagert sein.

Beim in Fig. 10 gezeigten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Rührwerksmühle werden die Mahlkörper A18 im Pumpabschnitt A15a des Mahlraums A15 radial nach aussen geschleudert, wobei sich die den Mahlkörpern hierbei erteilte Bewegung in den Beruhigungsabschnitt A15b fortsetzt, bis die Mahlkörper A18 in das Zentrum im Bereich der Rotorachse AA gelangen.

In diesem zentralen Bereich ergibt sich aufgrund der Schleuderflächen bzw. Schleuderkanäle A21 am Rührwerksrotor A2 eine gewisse Pumpwirkung für die Mahlkörper A18, wobei diese auch unter dem im Pumpabschnitt A15a ausgeübten Druck in den zentralen, zur Rotorachse AA coaxialen Rückführkanal A44 im radial inneren Umlaufabschnitt A22 eintreten.

Im Bereich des radial inneren Umlaufabschnitts A22, d.h. im Bereich des zentralen Rückführkanals A44 sind die Mahlkörper A18 ausschliesslich von bewegten Flächen, nämlich Rotorflächen umgeben, so dass sie keinerlei Bremswirkung durch Statorflächen oder dergleichen ausgesetzt sind. Zudem ist dieser zentrale Rückführkanal A44 vorzugsweise relativ kurz gehalten, da lediglich eine einzige Rotorscheibe A9 vorgesehen ist. Es liegt demnach auch nur ein relativ kurzer pumpfreier Abschnitt vor.

Für die Mahlkörper A18, welche den Pumpabschnitt A15a, den Beruhigungsabschnitt A15b, den zentralen Rückführkanal A22 sowie die radial nach aussen führenden Schleuderkanäle A21 durchlaufen, ergibt sich ein innerer Mahlkörperumlauf, bei dem die Pump- bzw. Antriebsabschnitte A21, A15a annähernd die Hälfte des Gesamtweges ausmachen. Dazu kommt, dass die auf die Mahlkörper übertragene Pumpenergie noch dadurch vergrössert wird, dass die durch die Rotorscheibe A9 gebildete Rotorfläche zur Rotorachse AA einen Winkel von 90° einschliesst. Darüber hinaus ist bei den restlichen Umlaufabschnitten A15b und A22 dafür ge-

sorgt, dass die dort möglicherweise auftretenden Bremswirkungen auf ein Mindestmass reduziert sind.

Wie anhand von Fig. 10 noch zu erkennen ist, ist der zentrale, zur Rotorachse AA koaxiale Rückführkanal A44 am einen, hier linken Ende durch den das Kühlwasserrohr A4 umfassenden Einsatz begrenzt. Dieser Einsatz ist Bestandteil des Rührwerksrotors A2 und dreht sich mit diesem um die Rotorachse AA.

Wie weiterhin beispielsweise anhand von Fig. 10 zu erkennen ist, ist für den axialen Abstand zwischen den den Mahlraum A15 begrenzenden Stator- und Rotorflächen und damit das Volumen der Pump- und/oder Beruhigungsabschnitte A15a bzw. A15b eine Verstelleinrichtung A23 vorgesehen.

Hierbei ist vorzugsweise, wie dies wiederum die Fig. 10 zeigt, der Rührwerksrotor A2 mittels eines ortsfesten Drehlagers A17 gelagert, während die Verstelleinrichtung A23 an einer ortsfesten Gestellplatte A24 ab. Die Verstellspindel A25 ist über einen Drehhebel A48 betätigbar.

Gemäss Fig. 10 umfasst die Verstelleinrichtung A23 eine mit dem Mahlbehälter A3 in Eingriff stehende Verstellspindel A25. Hierbei stützt sich die Verstelleinrichtung A23 an einer ortsfesten Gestellplatte A24 ab. Die Verstellspindel A25 ist über einen Drehhebel A48 betätigbar.

Die Verstellspindel A25 ist mit dem das Auslasstrennsieb A20 aufweisenden Teil A19 des Mahlbehälters A3 verbunden und mit diesem auf dem dem Drehlager A17 für die Rotorwelle A1 gegenüberliegenden Seite der Rührwerksmühle angeordnet.

Der Mahlbehälter A3 ist an seiner gegenüberliegenden, dem Drehlager A17 zugewandten Seite über eine Ringscheibe A26 an einer Zylinderführung A27 axial verschieblich gelagert. Diese Zylinderführung A27 ist im Bereich des ortsfesten Drehlagers A17 für die Rotorwelle A1 vorgesehen bzw. diesem zugeordnet. Die Ringscheibe A26 ist durch einen Dichtring gegenüber der Zylinderführung A27 abgedichtet. Die axiale Verschiebung des Mahlbehälters A3 ist nach links durch einen in Verlängerung der zylindrischen Führung A27 vorgesehenen Ringflansch A50 begrenzt. Die eingestellte axiale Lage des Mahlbehälters A3 wird durch Anziehen einer mit Handgriffen A52 versehenen Kontermutter A54 gegen eine die Drehhebel A48 aufweisende, sich an der Gestellplatte A24 abstützende Gewindebüchse A56 gesichert. Eine vergleichbare Gesteleinrichtung wäre auch zur Verstellung konischer Teile einer Rührwerksmühle denkbar, wie sie beispielsweise aus der DE-OS 3 038 794 hervorgehen.

Zweckmässigerweise ist auch der Mahlbehälter A3 mit spiralförmigen Kühlkanälen A34 versehen. Diese Kühlkanäle können beispielsweise derart ausgebildet sein, wie dies in der DE-OS 3 819 642 vorgeschlagen wird. Die gezeigte, erfindungsgemäss abgerundete Form sowohl der Rotorscheibe A9 als auch der diese umgebenden Mahlbehälter-

wandungen A35 ist auch in besonderem Masse geeignet, diese Teile beispielsweise aus Keramikmaterial spannungsarm herzustellen. Von Vorteil ist auch, für die genannten Teile ein verschleissfestes Material, z.B. Hartmetall, zu verwenden.

Beim in Fig. 10 gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Verstelleinrichtung A23 derart ausgebildet, dass das durch das Auslasstrennsieb A20 hindurchtretende Mahlgut durch die Verstellspindel A25 hindurch nach aussen abführbar ist.

Das Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 11 zeigt u.a., welche konstruktiven Freiheiten ein ortsfestes Drehlager A117 für die Rotorwelle A1 sowie ein axial verschieblicher Mahlbehälter A3 schaffen.

So ist auf der dem Drehlager A117 gegenüberliegenden Stirnseite des Mahlbehälters A3 eine Druckkolbeneinheit A28 zur Veränderung der Mahlkörperdichte innerhalb des Mahlraums A15 angeordnet. Dadurch, dass statt des Rührwerksrotors A102 der Mahlbehälter A3 durch die Verstelleinrichtung A123 axial bewegt wird, ist trotz der vorgesehenen Druckkolbeneinheit weiterhin eine Verstellung des axialen Abstands zwischen den Stator- und Rotorflächen problemlos möglich. Wesentlich ist hierbei, dass trotz der gegebenen Verstellbarkeit der zentrale Bereich des Mahlraums A15 in der Nähe des zentralen, zur Rotorachse koaxialen Rückführkanals A44, welcher den radial inneren Umlaufabschnitt A22 für die Mahlkörper bildet, von jeglichen Einbauten freibleibt.

Die hier verwendete Verstelleinrichtung A123 umfasst auf der Druckkolbeneinheit A128 gegenüberliegenden Seite des Mahlbehälters A3 eine ortsfeste, flanschartige Tragplatte A29 mit axial unver-schieblich in dieser gelagerten Verstellspindeln A30. Diese Verstellspindeln sind an ihren Enden mit Verstellgewinden A31 versehen, welche in jeweils mit einem Innengewinde versehene, am Mahlbehälter A3 angeordnete Bügel A31 eingreifen.

Zur axialen Verstellung des Mahlbehälters A3 bezüglich des ortsfest gelagerten Rührwerksrotors A102 können die Verstellspindeln A30 beispielsweise in ähnlicher Weise untereinander verbunden sein, wie dies bei Stösseljustierungen von Blechstanzen bekannt ist.

Auch bei der Ausführung gemäss Fig. 11 wird das Mahlgut wiederum über einen im Mahlbehälter A3 vorgesehenen Einlasskanal A14 zugeführt. Es ist im vorliegenden Fall jedoch eine aus zwei Trennringen bestehende Einlasstrenneinrichtung A33 vorgesehen. Die Auslasstrenneinrichtung wird durch ein Auslasstrennsieb A120 gebildet, welche an der Druckkolbeneinheit A28 vorgesehen ist. Die Rotorwelle A1 ist im vorliegenden Falle vertikal angeordnet, wobei die Rotorscheibe A109 an deren unterem Ende vorgesehen ist.

Der Mahlbehälter A3 ist in gleicher Weise wie bei der Ausführung gemäss Fig. 10 als hohlscheibenförmiger Körper ausgebildet und umfasst beispielsweise wiederum spiralförmige Kühlkanäle A34.

Die im Umfangbereich abgerundete Form der Rotorscheibe A9 sowie der Mahlbehälterwandungen A35 lassen auch wieder eine spannungsarme Herstellung dieser Teile insbesondere aus Keramikmaterial zu. Auch in diesem Falle ist es zweckmässig,

für die genannten Teile ein verschleissfestes Material, z.B. Hartmetall, zu verwenden.

In seinem unteren Bereich ist der Stator bzw. Mahlbehälter A3 als Zylinder A58 ausgebildet, in dem zur Bildung der Druckkolbeneinheit A28 ein abgedichteter Kolben A38 mit vertikaler Achse höhenverstellbar angeordnet ist. Die Unterseite des Kolbens A38 ist eben, während die Oberfläche A60 vorzugsweise zur Seite hin etwas ansteigend ausgebildet ist. Bevorzugt stellt der Zylinder A58 eine besondere Baueinheit dar, welche über Flansche A62 mit dem eigentlichen Mahlbehälter A3 fest verbindbar ist.

In der Mitte weist der Kolben A38 die Mündung einer Produktauslassöffnung A74 auf, welche durch den Innenquerschnitt eines Rohres A66 gebildet wird, das in einer entsprechenden Bohrung A64 des Kolbens fest angebracht ist und sich längs der Rotorachse AA vom Rührwerksrotor A102 weg erstreckt.

Das Rohr A66 erstreckt sich gleitend und dicht durch den Boden A68 des Zylinders A38 und mündet aussen an einem Hilfskolben A70, der in einem weiteren, am Boden A68 befestigten Zylinder A76 geführt ist. Der Kolben A38, das Rohr A66 und der weitere Hilfskolben A70 bilden eine bauliche Einheit. Im Rohr A66 sitzt eine weitere Leitung A39, durch welche das Mahlgut nach aussen abgeführt wird, welches durch das die Auslasstrenneinrichtung bildende, oben am Kolben A38 angeordnete Auslasstrennsieb A120 hindurchtritt.

Während im vorliegenden Falle die Einlasstrenneinrichtung oben und die Auslasstrenneinrichtung unten im Bereich der Druckkolbeneinheit A28 vorgesehen ist, ist grundsätzlich auch eine umgekehrte Anordnung dieser Trenneinrichtungen möglich. So kann die Druckkolbeneinheit beispielsweise auch in Verbindung mit einer Schwanenhals-Einlasstrenneinrichtung vorgesehen sein.

Im übrigen ist die Ausführungsform gemäss Fig. 11 der in Fig. 10 beschriebenen vergleichbar. So ist wiederum die axiale Länge des zentralen, zur Rotorachse AA koaxialen Rückführkanals A44 des radial inneren Umlaufabschnitts der Mahlkörper im Vergleich zur Länge der Pumpabschnitte A21, A15a des Mahlkörperumlaufs gering. Die im Rotorbereich liegenden radialen Schleuderkanäle A21 fluchten mit den angrenzenden Pumpabschnitten A15a des Mahlraums A15.

Das Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 12 zeigt, dass anstelle eines einzelnen zentralen, zur Rotorachse AA koaxialen Rückführkanals zur Bildung des radial inneren Umlaufabschnitts A122 auch mehrere, um die Rotorachse verteilte und zur Bildung von Pumpabschnitten von der Rotorachse weg schräg nach aussen verlaufende Rückführkanäle A126 vorgesehen sein können. Im vorliegenden Falle schliessen diese schräg verlaufenden Rückführkanäle A126 mit der Rotorachse AA einen Winkel im Bereich von etwa 45 ein. Dadurch wird erreicht, dass einerseits die erforderliche axiale Distanz zurückgelegt wird, ohne die radiale Abmessung des Rotors zu gross werden zu lassen, und andererseits gleichzeitig Pumpabschnitte entstehen, so dass der pumpabschnittfreie Bereich des radial inneren Um-

laufabschnitts A122 der Mahlkörper verkürzt wird.

Die schräg nach aussen verlaufenden Rückführkanäle A126 münden in einem lediglich als zentrale Vertiefung ausgebildeten koaxialen Rückführkanalabschnitt A144, welcher sich im wesentlichen nur bis zum Mündungsbereich der Schrägkanäle A126 in die betreffende Rotorstirnseite hinein erstreckt. Die Vertiefung A144 zeigt einen konischen Verlauf mit sich axial nach aussen erweiterndem Querschnitt. Es ist dadurch eine allseitige Begrenzung des zentralen Kanalgebildes sichergestellt, wodurch die Mahlkörper gegen die Wände dieses Kanalsystems getrieben werden und dann über die schräg nach aussen führenden Rückführkanäle A126 ausgeschleudert werden. Diese Schrägkanäle A126 sorgen über ihre gesamte Länge für eine Pumpwirkung, wodurch die Länge des pumpwirkungsfreien Abschnitts wesentlich verkürzt wird.

Die radial nach aussen führenden Schleuderkanäle A121 sind beim vorliegenden Ausführungsbeispiel in Verlängerung der schräg nach aussen verlaufenden Rückführkanäle A126 vorgesehen. Der Rührwerksrotor A102 ist wiederum scheibenartig ausgebildet.

Die Auslasstrenneinrichtung kann wiederum von einem einen Druckkolben überspannenden Auslasstrennsieb gebildet werden, während der Innenraum des Kolbens zum Abführen des Mahlguts über ein Rohr nach aussen bestimmt ist. Im übrigen kann die Druckkolbeneinheit wiederum beispielsweise wie gemäss Fig. 11 vorgesehen sein.

Fig. 13 zeigt eine Rührwerksmühle, bei welcher die Pumpabschnitte A115a des Mahlraums A115 in Umlaufrichtung der Mahlkörper betrachtet einen gekrümmten Verlauf zeigen. Dies trifft auch für die Beruhigungsabschnitte A115b des Mahlraums A115 zu. Wie in Fig. 13 deutlich zu erkennen ist, sind der Rührwerksrotor A202 sowie der Mahlbehälter A103 im Längsschnitt jeweils zumindest im wesentlichen ovalförmig. Zumindest über einen Abschnitt des Pumpabschnitts A115a schliesst die Tangente AT an die Krümmungskurve mit der Rotorachse AA einen Winkel α ein, welcher grösser als 45° ist. Damit ist im Pumpabschnitt A115a zumindest abschnittsweise die den Mahlkörpern durch die auftretenden Fliehkräfte in Umlaufrichtung vermittelte Kraftkomponente wiederum grösser als die in Richtung der Normalen der Statorwände.

An den Pumpabschnitt A115a, in welchem die Mahlkörper radial nach aussen geschleudert werden, schliesst sich wieder ein Beruhigungsabschnitt A115b an, in welchem die Mahlkörper radial nach innen zurückgeführt und in denen die auf die Mahlkörper einwirkenden Fliehkräfte reduziert sind.

Die den Mahlraum A115 begrenzenden Rotor und Statorflächen weisen im Bereich der Beruhigungsabschnitte A115b auch wiederum einen etwas grösseren Abstand voneinander auf als im Bereich der Pumpabschnitte A115a.

Der radial innere Umlaufabschnitt A222 für die Mahlkörper weist einen zentralen, zur Rotorachse AA koaxialen Rückführkanal A244 auf, welcher in Umlaufrichtung der Mahlkörper gesehen hinteren Ende durch kürzere, schräg nach aussen verlaufende weitere Rückführkanäle A226 verlängert ist.

Aus herstellungstechnischen Gründen sind im vorliegenden Fall keine radial nach aussen führenden Schleuderkanäle, sondern lediglich die schräg nach aussen führenden Rückführkanäle A226 vorgesehen, welche mit der Rotorachse AA beispielsweise einen Winkel im Bereich von etwa 45° einschliessen.

Der in Fig. 13 gezeigte Rührwerksrotor A202 ist besonders leicht mittels giessbarer Massen wie beispielsweise Kunststoff, insbesondere Polyurethan, herstellbar.

Die Rotorwelle A101 weist zweckmässigerweise zwei Bohrungen A104, A105 auf, über die ein Kühlmittel zu- bzw. abführbar ist. Diese Bohrungen A104, A105 sind jeweils mit Kühlkanälen A108 verbunden, welche sich im Bereich der Oberfläche des Rührwerksrotors A202 entlang dieser Oberfläche von oben nach unten und anschliessend wiederum von unten nach oben erstrecken. Diese Kühlkanäle können den Rührwerksrotor jedoch auch konzentrisch zur Rührwerksachse AA umrunden.

Der Rührwerksrotor A202 ist in nicht dargestellter Weise mit der Rotorwelle A101 verbunden, indem er beispielsweise auf einen Fortsatz kleineren Durchmessers dieser Welle aufgesteckt und gegen Axialverschiebungen gesichert ist. Ein solcher Fortsatz weist zweckmässigerweise radial vorspringende Mitnehmerfortsätze auf, wie dies etwa bei Schnecken-Elementen von Extrudern zur Mitnahme derselben durch ihre Welle üblich ist.

Das Mahlgut wird der Rührwerksmühle wiederum durch einen Einlasskanal A14 zugeführt. Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Rotor um eine vertikale Achse drehbar und am unteren Ende der Rotorwelle A101 angeordnet, während der Einlasskanal A14 sich horizontal erstreckt und oben angeordnet ist.

Am unteren Ende des Mahlraums A115 ist ein wiederum eine Auslasstrenneinrichtung bildendes Auslasstrennsieb A120 angeordnet, durch welches das Mahlgut über eine sich anschliessende Leitung nach aussen abgeführt wird. Der Übergangsbereich zur Leitung ist hierbei trichterförmig ausgebildet, wobei das Auslasstrennsieb A120 den Trichter überspannt.

Beim gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Breite AB des Rührwerksrotors A202 etwa doppelt so gross wie seine Höhe AH.

Auch diesem Rührwerksrotor kann wiederum eine Verstelleinrichtung insbesondere für den axial verschiebblichen Mahlbehälter zugeordnet sein.

Wie der Fig. 13 ferner zu entnehmen ist, weist der zentrale, zur Rotorachse AA koaxiale Rückführkanal A244 eine grössere axiale Länge auf als der Teil des radial inneren Umlaufabschnitts A222, welcher durch die in Verlängerung des zur Rotorachse koaxialen Rückführkanals vorgesehenen schräg nach aussen verlaufenden Rückführkanäle A226 bestimmt ist.

Gemäss Fig. 14 sind zwei Rührwerksrotoren A102, A102' vorgesehen, welche in einem gemeinsamen Mahlbehälter A203 angeordnet sind. Jeder dieser beiden scheibenförmigen Rührwerksrotoren A102, A102' umfasst wiederum einen den radial inneren Umlaufabschnitt A22 bildenden zentralen, zur

Rotorachse AA koaxialen Rückführkanal A44 für die Mahlkörper.

Jedem der beiden in einem gemeinsamen Mahlbehälter untergebrachten Rührwerksrotoren A102, A102' ist ein eigener Mahlkörperumlauf zugeordnet. Hierbei sind die beiden Rührwerksrotoren A102, A102' mit ihrem, in der jeweiligen Umlaufrichtung der Mahlkörper betrachtet, vorderen Stirnseiten einander zugewandt, um zwischen sich eine für beide Mahlkörperumläufe gemeinsamen Umlaufabschnitt, nämlich den Beruhigungsabschnitt A15b zu bilden.

Auf den gegenüberliegenden Seiten der Rotor-scheiben A102, A102' liegen jeweils wiederum Pumpabschnitte A15a vor. An den zentralen, zur Rotorachse AA koaxialen Rückführkanal A44 eines betreffenden Rührwerksrotors A102 bzw. A102' schliessen sich am, in Umlaufrichtung der Mahlkörper betrachtet, hinteren Ende jeweils wieder radial nach aussen führende Schleuderkanäle A21 an, welche mit den Pumpabschnitten A15a fluchten.

Die beiden Rührwerksrotoren A102, A102' sind über die ihnen zugeordneten Rotorwellen A201 bzw. A201' getrennt antreibbar. Gegebenenfalls kann auch ein Getriebe vorgesehen sein, über welches die beiden Rotorwellen A201, A201' durch einen gemeinsamen Motor angetrieben sind. In beiden Fällen ist die Möglichkeit gegeben, die beiden Rotorwellen A201, A201' und damit die diesen zugeordneten Rotoren A102, A102' mit gleicher oder unterschiedlicher Drehzahl anzutreiben. Vorzugsweise werden die beiden Rotoren in einander entgegengesetzter Drehrichtung angetrieben, da sich dann im Mittelbereich zwischen ihnen eine teilweise Aufhebung der wirksamen Kräfte und damit eine grössere Beruhigungswirkung auf die Mahlkörper ergibt.

Die in Fig. 14 gezeigte Rührwerksmühle weist demnach einen doppelten Mahlkörperumlauf mit zwei Pumpabschnitten A15a und einem den beiden Rotoren gemeinsamen Beruhigungsabschnitt A15b auf. Im übrigen entsprechen die Rotoren beispielsweise der in Fig. 11 gezeigten Ausführung und sind demnach gleichartig ausgebildet. Gegebenenfalls kann jedoch auch eine unterschiedliche Ausführung dieser beiden Rotoren vorgesehen sein. Zur Trennung der beiden Umlaufpfade könnte zwischen den Rotoren A102, A102' ein Sieb gespannt werden.

Darüber hinaus ist auch denkbar, dass lediglich einer der beiden Rotoren über eine ihm zugeordnete Rotorwelle angetrieben ist, während der andere Rotor vom ersten infolge einer beispielsweise magnetischen Koppelung mitgenommen wird. In diesem Falle sind nichtmagnetische Mahlkörper zu verwenden.

Im vorliegenden Fall ist sowohl die Einlasstrennvorrichtung A218 als auch die Auslasstrennvorrichtung A220 jeweils durch einen zweckmässigerweise zur Rotorachse AA koaxialen Siebkorb gebildet, welcher die betreffende Rotorwelle A201 bzw. A201' im Bereich eines Einlasskanals A114 bzw. eines Auslasskanals A116 umgibt.

Gem. Fig. 15 ist ein Rührwerksrotor A302 mit zwei axial einen Abstand voneinander aufweisenden Rotorwerkzeugen A304, A306 vorgesehen. Die-

se Rotorwerkzeuge sind wiederum jeweils als Rotor-scheibe ausgebildet.

Die den Mahlraum A15 zusammen mit den Rotorflächen begrenzenden Statorflächen sind abschnittsweise durch ein sich radial nach innen erstreckendes, wiederum scheibenförmiges Statorwerkzeug A41 gebildet. Diese Statorscheiben A41 sind gegenüber dem Mahlkörper A303 durch entsprechende Dichtungen abgedichtet.

Der die beiden Statorscheiben A304, A306 aufweisende Rotor A302 wird über eine einzige, für sämtliche Rotorwerkzeuge bzw. -scheiben gemeinsame Rotorwelle A301 angetrieben.

Der Mahlkörperumlauf innerhalb des Mahlbehälters A303 schliesst sich über einen radial inneren Umlaufabschnitt A322, welcher durch einen zentralen, zur Rührwerksachse AA coaxialen Rückführkanal A344 gebildet ist und sich über die gesamte axiale Länge des im Mahlbehälter A303 angeordneten Rührwerksrotors A302 erstreckt.

Der Rückführkanal A344 bzw. der radial innere Umlaufabschnitt A322 für die Umlaufkörper ist demnach länger als bei den vorangehend beschriebenen Ausführungsvarianten. Es ist daher zweckmässig, wenn der durch den zentralen, zur Rotorachse AA coaxialen Rückführkanal A344 gebildete radiale innere Umlaufabschnitt A322 mit einer bezüglich der Mahlkörper formschlüssig wirkenden Fördereinrichtung versehen ist. Im vorliegenden Fall ist eine solche Förderanordnung beispielsweise durch ein Schneckenengewinde A40 gebildet.

Bei einer genügend starken, auf die Mahlkörper einwirkenden Pumpkraft in den Pumpabschnitten A15a zwischen dem oberen scheibenartigen Rührwerkzeug A304 und der benachbarten oberen Wandung des Mahlbehälters A303 bzw. zwischen dem unteren scheibenartigen Rührwerkzeug A306 und der darüber angeordneten Statorscheibe A41 kann im zentralen Rückführkanal A344 auch eine Statorwendel oder dergl. angeordnet sein, entlang der die Mahlkörper angetrieben durch die in den Pumpabschnitten A15a auftretenden Fliehkräfte nach oben gefördert werden.

Das Mahlgut wird über einen am unteren Ende des Mahlbehälters A303 vorgesehenen Einlasskanal A214 zugeführt. Dieser Einlasskanal A214 kann in bekannter Weise mit einer Schwanenhals-Trenneinrichtung verbunden sein. Die Auslasstrenneinrichtung A42 umfasst zwei Trennringe.

Auch beim in Fig. 15 gezeigten Ausführungsbeispiel kann ebenso wie bei den übrigen eine Verstelleinrichtung insbesondere für den axial verschieblichen Mahlbehälter vorgesehen sein. Vorzugsweise ist auch die Statorscheibe A41 in Längsrichtung verstellbar.

Beim zuletzt beschriebenen Ausführungsbeispiel gem. Fig. 15 treten die Mahlkörper in das untere Ende des zentralen, zur Rotorachse AA coaxialen Rückführkanals A344 ein, um anschliessend am oberen Ende des zentralen Rückführkanals A344 mittels der dort vorgesehenen Schleuderkanäle A21 wieder in den Mahlraum A15 zurückgeschleudert zu werden. Hierbei fluchten die Schleuderkanäle A21 mit dem oberen Pumpabschnitt A15a des Mahlraums A15. Zwischen dem oberen Rotorwerkzeug

A304 und der Statorscheibe A41 ist ein Beruhigungsabschnitt A15b vorgesehen, in welchem die Mahlkörper zunächst wieder radial nach innen geführt werden. Zwischen der Statorscheibe A41 und dem Rotor verbleibt ein Ringraum, durch welchen die Mahlkörper dann nach unten in den nächsten Pumpabschnitt A15a fallen, welcher zwischen der Statorscheibe A41 und dem unteren scheibenförmigen Rührwerkzeug A306 gebildet ist. Unterhalb des unteren Rührwerkzeugs A306 schliesst sich dann ein weiterer Beruhigungsabschnitt A15b an, über welchen die Mahlkörper wieder radial nach innen und in den zentralen Rückführkanal A344 geführt werden.

Während im vorliegenden Fall der Mahlgutstrom von unten nach oben führt, ist grundsätzlich auch eine umgekehrte Anordnung denkbar.

Im vorliegenden Fall wird der Mahlgutstrom in den Pumpabschnitten A15a aufgrund des hydrostatischen Drucks zu einer Bewegung entgegen der auch auf ihn wirkenden Fliehkraft gezwungen, während die innerhalb des Mahlgutstroms frei beweglichen Mahlkörper der Fliehkraft entgegen der Strömungsrichtung des Mahlgutes folgen können. Auf diese Weise wirkt die Fliehkraft selektiv auf die Mahlkörper, während das Mahlgut der durch den hydrostatischen Druck erzwungenen Strömungsrichtung folgen muss.

Das Kühlsystem kann wiederum in der Weise ausgebildet sein, wie es beispielsweise in der DE-OS 3 819 642 beschrieben ist.

Die anhand der verschiedenen Figuren beschriebenen Ausführungsbeispiele dienen insbesondere auch zur Veranschaulichung der einzelnen erfindungsgemässen Merkmale, welche untereinander austauschbar und kombinierbar sind. So ist es beispielsweise nicht unbedingt erforderlich, den zentralen, zur Rotorachse coaxialen Rückführkanal frei von unbewegten Statorwänden zu halten, wenn dafür die erzielte Pumpwirkung beispielsweise durch die erfindungsgemässe Wahl des Winkels zwischen den Statorwänden und der Rotorachse gross genug ist. Andererseits lässt sich ein Optimum erzielen, wenn beide Bedingungen erfüllt sind.

Gemäss Fig. 16 ist an einem Lagerteil B1 ein Mahlbehälter-Deckel B2 mittels Schrauben B3, von denen nur eine gezeigt ist, befestigt. Der Deckel B2 weist eine Bohrung B4 für den Zulauf von Kühlwasser zu einem einen Mahlbehälter B5 bildenden Stator auf. Ferner ist im Deckel B2 eine Auslassbohrung B6 für das von Mahlkörpern getrennte Mahlgut vorgesehen.

An diesem Deckel B2 ist mittels Schrauben B7 ein Aussenmantel B8 des Mahlbehälters bzw. Stators B5 befestigt. Der Mahlbehälter 5 umfasst ferner einen dicht am Aussenmantel B8 anliegenden Innenmantel B9, der aus hartem, im allgemeinen sprödem Material, insbesondere aus Keramik, besteht, und ggf. aus einzelnen Ringen zusammengesetzt sein kann. Die beiden unterschiedlichen Materialien der Mäntel B8 und B9 des Mahlbehälters B5 weisen damit unterschiedliche Wärmedehnungswerte, d.h. insbesondere unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten auf. In Radialrichtung können die sich ergebenden Wärmedehnungsunter-

schiede dadurch aufgefangen werden, dass zwischen dem Innenmantel B9 und dem Aussenmantel R8 ein elastischer Mantel, insbesondere ein Gummimantel angeordnet wird, in welchem Falle die Kühlkanäle B32 zweckmässig vom Innenteil B9 ausgebildet werden, um nicht zwischen Kühlmantel und Innenteil den isolierenden Gummi zu haben. Dies gilt analog für die Ausbildung des Rotors, wobei in diesem Falle jedoch Innen- und Aussenteil zu vertauschen wären.

Um einen Ausgleich von Wärmedehnungsunterschieden zu ermöglichen, sind die folgenden weiteren Massnahmen vorgesehen, die einzeln oder in Kombination getroffen werden können. Zum einen ist zwischen den Deckel B2 und den Innenmantel B9 als Ausgleichselement eine Ringscheibe B10 geklemmt, deren Material und insbesondere Wärmedehnungsquotient bzw. Wärmeausdehnungskoeffizient im Sinne eines Dehnungsausgleichs gewählt ist. Beispielsweise kann als Material für das Ausgleichselement heissisostatisch gepresste Hochqualitäts-Keramik gewählt sein. Diese weist zwar den Wärmedehnungsquotienten oder Wärmeausdehnungskoeffizienten von Keramik auf, besitzt jedoch eine hohe Bruchzähigkeit. Als geeignetes Material kommt jedoch z.B. auch Hartmetall in Frage. Damit kann zumindest ein Teil der entstehenden Kräfte und Spannungen aufgenommen werden. Aufgrund der Tatsache, dass die Ringscheibe B10 aus relativ hartem Material besteht, kann diese gleichzeitig auch als Stator-Trennring dienen.

Unabhängig von oder in Kombination mit der oben beschriebenen Massnahme kann als unterer Abschluss des Mahlbehälters B5 ein Druckring B11 vorgesehen sein, der als zwischen dem Mahlbehälter B5 und einem sich axial anschliessenden Mantelteil B46 angeordnetes Ausgleichselement dient und beispielsweise einen Mahlguteinlass B12 sowie einen Kühlwasserauslass B13 aufweist. Dieser Druckring B11 ist über Schrauben B14 mit dem Aussenmantel B8 auf Zug verbunden, während er sich mit einer radial weiter innen liegenden ringförmigen Druckfläche B15 am Innenmantel B9 abstützt und diesen unter Druck setzt. Der Aussenmantel B8 ist gegenüber dem Innenmantel B9 um einen Betrag s kürzer. Der Druckring B11 übergreift den Aussenmantel B8 von aussen, wobei zwischen diesen beiden Teilen zweckmässigerweise eine Dichtung B16 vorgesehen ist. Diese Dichtung B16 verhindert einen sonst möglicherweise auftretenden Kühlwasserverlust. Die Verbindung zwischen dem Druckring 11 und dem Aussenmantel B8 kann elastisch nachgiebig sein. Dazu können die Schrauben B14 beispielsweise über zwischengelegte Tellerfedern angreifen.

Eine ähnliche Konstruktion ist an einem Rotor B17 vorgesehen, wobei dieser, wie später erläutert wird, zwischen einem Innen- und einem Aussenteil bzw. -mantel einen Gummimantel umfasst.

Ein Wellenflansch B18 einer Rotorwelle B19 weist eine zylinderförmige Zentrier- und Orientierungsfläche B20 für einen als Ausgleichselement dienenden ersten Ring 21 einer Reihe von rotationssymmetrischen, an der Rührwerksachse BA aufgefädelten Teilen auf. Der Ring B21 erfüllt dieselbe

Funktion wie die Ringscheibe B10. Er ist demnach aus demselben Material gefertigt und dient wiederum zum Ausgleich von Wärmedehnungsunterschieden. Er ist zweckmässigerweise als Rotor-Trennring ausgebildet. Es ist daher von Vorteil, ausser dem Ausgleichsring B21 einen zweiten derartigen Ring B22 am gegenüberliegenden Ende des Rotors B17 vorzusehen. Dieser weitere Ausgleichsring B22 ist zweckmässigerweise ebenso ausgebildet wie der Ring B21, so dass er als Ersatz-Trennring verwendet werden kann.

Die Anordnung von Ausgleichsringen B21 auf dem Rotor und/oder von Ringen B10 bzw. B11 am Stator ist unabhängig von der Rotor- und der Statorgeometrie und deren Bestückung mit Werkzeugen. Insofern ist das gezeigte Ausführungsbeispiel also beliebig variierbar. Beispielsweise können Werkzeuge auch völlig fehlen (sog. Spaltrührwerk), wobei es dennoch vorteilhaft sein mag, den ansich glatten Rotor bzw. Stator aus einzelnen Ringen aufzubauen.

Der Rotorflansch B18 umfasst zweckmässigerweise eine weitere, vorzugsweise wiederum zylinderförmige Zentrier- und Orientierungsfläche B23 für einen sich an den Trennring B21 anschliessenden Umfangsring B24, welcher einen Teil eines an den Mahlraum B44 angrenzenden Aussenmantels B48 des Rotors B17 bildet.

Daran schliesst sich ein scheibenförmiges Rührwerkzeug B25 an. Es sind abwechselnd weitere Umfangsringe und Rührscheiben vorgesehen, deren Anzahl von der jeweiligen axialen Länge des Rotors B17 abhängt. Die Rührscheiben B25 weisen vorzugsweise einen sich nach aussen hin verjüngenden Querschnitt auf, dessen Zweck später anhand Fig. 18 näher erläutert wird. Der Aufbau aus einzelnen Ringen entspricht im wesentlichen demjenigen gemäss der DE-PS 2 813 781.

Mit der Rotorwelle B19 ist einerseits ein Innenmantel B26 des Rotors B17 und andererseits eine Wellenverlängerung B27 drehfest verbunden. Die Wellenverlängerung B27 dient als Anker für einen mittels einer einzigen Schraube B28 befestigbaren Rotordeckel B29, der die einzelnen Teile des Rotors B17 unter Druck setzt. Eine elastische Befestigung über Federn ist hier aufgrund der besonderen Belastung des Rotors B17 nicht möglich. Schon daher ist es zweckmässig, zumindest zwei Ausgleichsringe B21, B22 vorzusehen. Wesentlich ist hierbei, dass alle durch den Rotordeckel B29 unter Druck gesetzten Teile ausschliesslich reibungsschlüssig zur Drehung mitgenommen werden, da bei den verwendeten Materialien die üblichen ineinandergreifenden Keilverbindungen im allgemeinen nicht zulässig sind. Es können jedoch reibungserhöhende Mittel wie beispielsweise eine sanfte Oberflächenwellung der einzelnen Teile vorgesehen sein. Eine solche Oberflächenwellung müsste allerdings wieder so ausgebildet sein, dass die Wellen genau ineinanderpassen. Eine besondere Art einer form-schlüssigen Drehungsmithnahme wird weiter unten anhand der Fig. 18 erläutert.

Um auch in radialer Richtung einen Ausgleich von Wärmedehnungsunterschieden zu ermöglichen und gleichzeitig die Dichtung zwischen dem Innen-

mantel B26 und den Umfangsringen B24 zur Abdichtung von Kühlkanälen B30 sicherzustellen, ist zwischen dem Innenmantel B26 und den Kühlkanälen B30 ein Gummimantel B31 angeordnet. Dasselbe ist auch für den Stator möglich. Allerdings besteht zwischen der Ausbildung von Kühlkanälen B32 des Stators B5 und den Kühlkanälen B30 des Rotors B17 der folgende Unterschied:

Während die Kanäle B2 des Mahlbehälters B5 in bekannter Weise schraubenlinienförmig verlaufen, ist dies im Fall der Kühlkanäle B30 des Rotors B17 nicht möglich. Die Scheibenwerkzeuge B25 unterteilen nämlich den zwischen dem Gummimantel B31 und den Umfangsringen B24 verbleibenden Raum. Um dennoch einen ungestörten Kühlmittelfluss vom einen Kanal B30 zum anderen zu gewährleisten, sind im Gummimantel B31 über den Umfang versetzte Ausnehmungen B33 vorgesehen.

Eine solche Ausnehmung B33 ist anhand einer Schnittdarstellung entsprechend den Pfeilen II-II der Fig. 16 in Fig. 17 dargestellt. Ein jeweiliger Kanal B30 ist durch eine betreffende Ringrippe B34 eines Umfangsringes B24 in zwei einander benachbarte, über den Umfang des Rotors B17 verlaufende Kühlkanäle B30a, B30b unterteilt. Das Kühlwasser, das über Schrägkanäle B35 aus einem Ringraum B36 der Rotorwelle B19 zufließt, gelangt jeweils über eine Ausnehmung B33 des Gummimantels B31 in den darunterliegenden ringförmigen Kühlkanal B30.

Um sicherzustellen, dass das Kühlwasser dabei jeweils den ganzen Ringkanal B30 umrunden muss und nicht von einer Ausnehmung B33 zur nächsten im Kurzschluss geführt ist, sind die Ausnehmungen B33 über den Umfang des Gummimantels B31 schraubenlinienförmig versetzt.

Gemäss Fig. 17 verlaufen die Ausnehmungen B33 schräg zu den Ringrippen B34, wobei eine jeweilige Ringrippe B34 zweckmässigerweise mit Leitwand- bzw. Trennwandfortsätzen B37 zu beiden Seiten der Ausnehmung B33 versehen ist. Auf diese Weise gelangt das Kühlwasser von einem Kühlkanal B30 zum nächsten, d.h. gemäss Fig. 17 vom Kühlkanal B30a in den Kühlkanal B30b und von diesem in einen darunterliegenden Verbindungsraum B38, der mit dem Innern des Innenmantels B26 verbunden ist, der seinerseits mit einer mittigen Bohrung bzw. dem Innern eines Rohres B39 der Rotorwelle 19 in Verbindung steht (vgl. auch Fig. 16).

Fig. 18 zeigt eine Variante der Rührwerksmühle mit insbesondere einer verbesserten Rotorgeometrie. Diese Rotorgeometrie ist insbesondere auch unabhängig von der Art des verwendeten Materials und des jeweiligen Mühlenaufbaus von besonderem Vorteil.

Zwar ist aus der US-PS 4 175 871 bekannt, dass sich bei einer doppelkegelförmigen Rotorgeometrie zwischen den einzelnen Stellen grössten Durchmessers rund um den Rotor jeweils ein Wirbeltorus bildet, der im Falle eines Mixers die Mischwirkung unterstützt. Diese Grundidee wurde auch bereits auf eine Rührwerksmühle übertragen (DE-OS 3 404 985), wo sich ein etwas abgewandelter Effekt, nämlich eine Verbesserung der Verteilung der Mahlkörper über den Mahlraum, ergibt.

Um dabei die Ausbildung und den Verlauf der Wirbelbewegung näher zu untersuchen, wurden Versuche durchgeführt, die zu dem überraschenden Ergebnis führten, dass die in der US-PS 4 175 871 dargestellten Wirbel in der dort gezeigten Form nicht ohne weiteres ständig vorliegen. Die in Axialrichtung nebeneinander liegenden Wirbel werden nämlich ständig gestört, ihr Strömungsbild wird zumindest zeitweise sogar zerstört. Da diese Wirbelbildung an sich sehr günstig ist, war es ein Ziel der Erfindung, ihren Bestand zu gewährleisten und ihre Ausbildung zu unterstützen.

Dabei hat sich gezeigt, dass bei einer doppelkegelförmigen Ausbildung gemäss der genannten US-PS die Umfangsflächen des Rotors für diese Wirbelbildung nicht optimal gestaltet sind. Eine viel bessere Wirbelausbildung ergibt sich, wenn zwischen den mehr oder weniger spitz zulaufenden Stellen grössten Durchmessers erfindungsgemäss ein ausreichend grosser Raum zur ungehinderten Ausbildung dieser Wirbel verbleibt. Während nun die Doppelkegelwände nach der US-PS 4 175 871 miteinander einen Winkel von etwa 120°, nach anderen Vorschlägen einen etwas geringeren Winkel miteinander einschliessen, hat es sich als zweckmässig herausgestellt, den Winkel α an den Stellen grössten Durchmessers des Rotors B17 bzw. B117 (vgl. Fig. 18) kleiner als 60° zu wählen. Dies trifft auch bei der Ausbildung gemäss Fig. 16 zu. Vorzugsweise liegt dieser Winkel α in einem Bereich zwischen 10° und 30° und beispielsweise bei 15°.

Vorteilhafterweise ist eine der abgerundeten Wirbelform angepasste Aussengeometrie des Rotors B117 vorgesehen. Hierzu weisen die Umfangsringe B124 des Aussenmantels B48 aussen jeweils eine konkave Krümmung auf.

Die sich so ergebende äussere Wellenform kann natürlich beliebig dimensioniert werden, d.h. für kleinere Zwischenräume zwischen Rotor und Stator werden kleinere Wellenformen (höhere Wellenfrequenz) ausreichend sein, die ggf. auch bloss in den einstückigen oder aus mehreren Ringen zusammengesetzten Rotorausmantel geformt sein können. Dabei mag eine Variante darin bestehen, dass sich die Wellen nur über einen vorbestimmten Winkelabschnitt des Umfangs erstrecken und evtl. je zwei solcher, vorragender Wellen aufweisender Winkelabschnitte durch einen, z.B. glatten, Zwischenraum unterbrochen sind. Dies ist also eine analoge Rotor- bzw. Stator konstruktion, wie sie an der Rotorausseite gemäss der US-PS 2 970 817 zu sehen ist, wobei die Zwischenräume ansich beliebig gross und verschieden geformt sein können.

Der Radius BR dieser Krümmung ist zweckmässigerweise so gewählt, dass sich zusammen mit den einen Doppelkegel bildenden Schrägflächen B40 der Rührwerkscheiben B125 im Längsschnitt der Radius BR grösser als der Radius Br der vorzugsweise vorgesehenen Abrundung zwischen den konvergierenden Schrägflächen B40 einer jeweiligen Rührwerkscheibe B125 zu wählen.

Gemäss Fig. 19 erfüllt der Gummimantel B31 sowohl gegenüber den Werkzeugscheiben B125 als auch gegenüber den an den Umfangsringen B124

vorgesehenen Innenrippen B134 (vgl. Fig. 18) seine Dichtungsaufgabe.

Darüberhinaus zeigt Fig. 19 auch eine Möglichkeit, trotz der Verwendung eines spröden Materials für die Rührwerkscheiben B125 ggf. eine formschlüssige Verbindung zur Rotorwelle B19 (vgl. Fig. 18) über den Innenmantel B26 des Rotors B117 herzustellen. Zu diesem Zweck können die Rührwerkscheiben B125 und/oder die Ringrippen B134 geringe, vorzugsweise abgerundete Ausnehmungen B41 aufweisen, in die am Innenmantel B26 befestigte, den Gummimantel B31 durchsetzende Mitnahimestifte B42 eingreifen. Vorteilhafterweise sind mehrere solcher Stifte über den Umfang des Rotors verteilt.

Patentansprüche

1. Rührwerksmühle, dadurch gekennzeichnet, dass sie zumindest einen mit einem Einlass (A14, A16, A116) und einem Auslass (A20; A12; A220; A42) für das Mahlgut aufweisenden Mahlbehälter (A3; A103; A203; A303) aufweist, in dem das von Einlass zum Auslass strömende Mahlgut mittels Mahlkörpern (A18) vermahlbar ist, welche durch mindestens einen Rührwerksrotor (A2; A102; A102', A302) bewegbar sind.

2. Rührwerksmühle nach Anspruch 1, wobei Mahlbehälter und/oder Rührwerksrotor mit einem im wesentlichen scheibenförmigen Teil versehen ist, der einen mit einem Zufluss und einem Abfluss versehenen Hohlraum zum Durchströmen eines Kühlmittels aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlraum innerhalb des etwa scheibenförmigen Körpers (11; 111, 211) als längliches, mit dem Zufluss (13; 36) und dem Abfluss (18; 34; 39) verbundenes Kanalsystem (112; 212; 312) ausgebildet ist, und dass vorzugsweise wenigstens eines der folgenden Merkmale vorgesehen ist:

- a) dem etwa scheibenförmigen Körper (11; 111, 211), insbesondere dem Deckel, bzw. dem mit ihm zu verbindenden Teil, insbesondere dem Mahlbehälter (3), ist eine Orientierungseinrichtung, z.B. eine Abflachung (42), zur genauen Positionierung bei der Montage zugeordnet;
- b) der Zustrom von Kühlmittel zu dem innerhalb des etwa scheibenförmigen Körpers (11; 111, 211) angeordneten länglichen Kanalsystem (12; 112; 212; 312) ist mit Hilfe einer Regeleinrichtung (16), mit Messeinrichtungen (17), Vergleichs- und Stellglied regelbar;
- c) der Zufluss (113) und/oder der Abfluss (34) mündet an einer Stirnfläche des wenigstens annähernd scheibenförmigen Körpers (11; 111, 211);
- d) der Zufluss (13; 36) und/oder der Abfluss (18; 39) bzw. ein Mahlgut-Durchlasskanal (41) mündet an einer Mantelfläche (19 bzw. 20) des wenigstens annähernd scheibenförmigen Körpers (11; 111, 211);
- e) die länglichen Kanäle sind spiralförmig über die Fläche des scheibenförmigen Körpers angeordnet.

3. Rührwerksmühle nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der etwa scheibenförmige,

vom Kanalsystem (112; 212; 312) durchzogene Körper (11; 111, 211) ein den zum Mahlbehälter ausgebildeter Stator (2) abschliessender Deckel ist, und dass vorzugsweise wenigstens eines der folgenden Merkmale vorgesehen ist:

- a) der Deckel besitzt zusätzlich einen ihn durchsetzenden Kanal (41) für den Durchlass, insbesondere den Auslass, des Mahlproduktes, wobei bevorzugt der Durchlasskanal (41a) zentral an einer vom Kühlsystem freien Stelle des Deckels (211) denselben durchsetzt, und wobei dieser gegebenenfalls vom Rotor (110) undurchsetzt bleibt (Fig. 9);
- b) der Deckel (11; 111) begrenzt, zweckmässig über einen Einsatz (40), gegebenenfalls aus Hartmaterial, einen Trennsplatt;
- c) das Kanalsystem (12; 112; 212; 312) ist mit dem Kühlkreislauf (14) des Stators (2) verbunden (13, Fig. 1; 113, Fig. 9);
- d) der Deckel (111, 211) weist einen grösseren Durchmesser auf, als dem Innendurchmesser des von im abgeschlossenen Mahlbehälterteiles (102) entspricht, wobei er auf diesem Mahlbehälterteil (102) in einem radialen Überlappungsbereich aufruft, und in diesem Überlappungsbereich die stirnseitige Verbindung (113) des Deckels (111, 211) mit dem Kühlkreislauf (114) des Stators (102) angeordnet ist, und wobei vorzugsweise der Deckel (111, 211) einen axial sich erstreckenden Umfangsflansch (54) aufweist, mit dem er im Überlappungsbereich am Stator (102) aufruft, und dass dieser Umfangsflansch (54) vorzugsweise an seiner radialen Innenseite einen gerundeten Übergang (R) in die Fläche des Deckels (111; 211) aufweist.

4. Rührwerksmühle nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Kanalsystem (212; 312) von miteinander einen Winkel einschliessenden, geradlinigen Kanälen (25–30; 36–39) innerhalb des scheibenförmigen Körpers (11; 111, 211) gebildet ist, und dass vorzugsweise wenigstens eines der folgenden Merkmale vorgesehen ist:

- a) die miteinander einen Winkel einschliessenden, geradlinigen Kanäle (25–30; 36–39) sind zur Umlenkung des Kühlmittels mindestens zum Teil mit Hilfe von Stopfen (31) begrenzt, wobei zweckmässig die Kanäle (25) mindestens zum Teil mit einem Innengewinde (35) versehen sind, in die die mit einem entsprechenden Aussengewinde versehenen Stopfen (31) zwecks genauer Positionierung einschraubbar sind;
- b) die Kanäle (25–30) innerhalb des etwa scheibenförmigen Körpers (11; 111) sind nach einem Mehreckmuster angeordnet (Fig. 5);
- c) die Kanäle (36–29) innerhalb des etwa scheibenförmigen Körpers (11; 111) sind sternförmig angeordnet (Fig. 7).

5. Rührwerksmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 4, mit wenigstens einem Rotor oder Stator, der einen an wenigstens einer seiner Flächen angeordneten Kühlmantel besitzt, der einen mit einem Zufluss und einem Abfluss versehenen von Zwischenwänden unterteilten Hohlraum zum Durchströmen eines Kühlmittels aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlraum (114) an wenigstens einer sei-

ner Aussenseiten von einer Schürze (43, 143; B31) aus gummielastischem Material begrenzt ist, auf dem ein gegenüberliegender, den Hohlraum begrenzender Wandungsteil, z.B. an Zwischenwänden (44), unter Krafteinwirkung aufliegt (z.B. Fig. 9), und dass vorzugsweise wenigstens eines der folgenden Merkmale vorgesehen ist:

a) die Schürze (43) bildet eine Mantelfläche des Stators (102), wobei zweckmässig die Schürze (43) zu einer im wesentlichen geschlossenen, einen Hohlraum umgebenden Form ausgebildet ist, und unter ihrer Eigenelastizität, auf den Zwischenwänden (44) aufliegt;

b) den Mantel (43) aus gummielastischem Material umschliesst an seiner radialen Aussenseite ein, vorzugsweise unter Spannung bringbarer, insbesondere aufgeschrumpfter, Aussenmantel (45) aus einem im wesentlichen starren Material; c) die Schürze (43) an der Mantelfläche des Stators (102) besitzt eine geringere Stärke als eine weitere Schürze an wenigstens einem Deckel (211);

d) der Stator und/oder Rotor (B17, B117) umfasst jeweils einen Aussenmantel (B48, B148) und Innenmantel (B26) aus unterschiedlichem Material, wobei zum Ausgleich von radialen Wärmedehnungsunterschieden zwischen Aussenmantel (B48, B148) und Innenmantel (B26) der elastische Mantel (B31), wie insbesondere ein Gummimantel, vorgesehen ist;

e) zumindest die durch, z.B. von Rührwerkzeugen (B25, B125) oder Ringrippen (B34) des Aussenmantels (B 48) gebildeten, Zwischenwände (B25, B125) voneinander getrennten Kühlkanäle (B30) über im elastischen Mantel (B31) vorgesehene Ausnehmungen (B33) miteinander verbunden sind, die zweckmässig, vorzugsweise schraubenlinienförmig versetzt, über den Umfang des elastischen Mantels (B31) verteilt sind und/oder die Ausnehmungen (B33) bezüglich der jeweiligen Ringrippe (B34) schräg verlaufen, wobei bevorzugt jede Ringrippe (B34) auf ihren beiden Seiten jeweils mit einer Leit- bzw. Trennwand (B37) versehen ist und die beiden Trennwände auf den beiden gegenüberliegenden Seiten der betreffenden, schräg verlaufenden Ausnehmung (B33) angeordnet sind;

f) an einem mit der Welle des Rotors (B19) verbundenen Innenmantel (B26) des Rotors (B117) sind Mitnahmestifte (B42) befestigt, welche den elastischen Mantel (B31) durchsetzen und in den Rührwerkzeugen (B125) und/oder den Ringrippen (B134) vorgesehene, vorzugsweise abgerundete, Ausnehmungen (B41) eingreifen.

6. Rührwerksmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Stator (102) frei von radialen Fluideinmündungen ist, und dass vorzugsweise dem Kühlkreislauf (114) des Stators (102) an seiner Mantelfläche das Kühlmittel über einen Kanal (113) innerhalb je eines von zwei den Stator (103) an beiden Enden abschliessenden Deckeln (111, 211) zuführbar bzw. aus ihm abführbar ist.

7. Rührwerksmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei der Rotor (B17, B117) bzw. Stator (B5)

Teile aus unterschiedlichem Material mit unterschiedlichem Wärmeausdehnungskoeffizienten umfassen, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein zwischen zwei Mühlenteilen angeordnetes Ausgleichselement (B10, B11, B21, B22) vorgesehen ist, dessen Material und Wärmeausdehnungskoeffizient zum Ausgleich von Wärmedehnungsunterschieden in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Materialien der Mühlenteile gewählt ist, und dass vorzugsweise wenigstens eines der folgenden Merkmale vorgesehen ist:

a) das Ausgleichselement (B10, B11, B21, B22) ist zwischen den betreffenden Mühlenteilen eingeklemmt und diese sind damit druckbelastet;

b) zumindest ein dem Mahlraum (B44) zugewandter Abschnitt des Stators (B5) und/oder Rotors (B17, B117) und/oder die Rührwerkzeuge (B25) bestehen aus hartem Material, wie insbesondere Keramik, Sintermaterial od.dgl., und das Ausgleichselement (B10, B11, B21, B22) ist zum Ausgleich der, insbesondere axialen, Wärmedehnungsunterschiede zwischen diesem Material und dem, insbesondere aus Metall bestehenden, Material der angrenzenden anderen Mühlenteile vorgesehen;

c) das bzw. die Ausgleichselemente sind (B10, B11, B21, B22) jeweils als Druckring bzw. Druckringscheibe ausgebildet;

d) ein Ausgleichselement (B11) weist einen Mahlguteinlass (B12) und/oder einen Kühlwasserabfluss (B13) oder -Zufluss auf;

e) der Stator oder, insbesondere, der Rotor (B17, B117) umfasst einen vom Mahlraum (B44) abgewandten Innenmantel (B26) sowie dem Mahlraum (B44) zugewandt – einen, vorzugsweise aus einzelnen Umfangsringen (B24, B124) zusammengesetzten, mit Rührwerkzeugen (B25, B125) versehenen Aussenmantel (B48), wobei der Aussenmantel (B48) und/oder die dort vorgesehenen Rührwerkzeuge aus hartem Material bestehen;

f) ein Ausgleichselement (B21) ist zwischen einem Wellenflansch (B18), einer Rotorwelle (B19) und dem Aussenmantel (B48) des Rotors (B17, B117) angeordnet, wobei zweckmässig der Wellenflansch (B18) eine, vorzugsweise zylinderförmige, Zentrier- und Orientierungsfläche (B20) für das angrenzende Ausgleichselement (B21) aufweist und/oder der Wellenflansch (B18) eine weitere, vorzugsweise zylinderförmige Zentrier- und Orientierungsfläche (B23) für einen sich an das Ausgleichselement (B21) anschliessenden Umfangsring (B24) aufweist;

g) am der Rotorwelle (B19) gegenüberliegenden Ende des Rotors (B17, B117) bzw. des Aussenmantels (B48) ist ein weiteres Ausgleichselement (B22) vorgesehen;

h) an dem seiner Welle (B19) abgewandten Ende des Rotors (B17) ist ein über eine Wellenverlängerung (B27) mit der Rotorwelle (B19) verbundener Rotordeckel (B29) vorgesehen, über den die einzelnen Bestandteile, insbesondere des Aussenmantels (B48) des Rotors (B17), einschliesslich des bzw. der Ausgleichselemente (B21, B22) druckbelastet sind;

- i) der Innenmantel (B26) des Rotors (B17, B117) ist mit der Rotorwelle (B19) verbunden;
 j) die druckbelasteten Bestandteile des Rotors (B17) sind durch Reibschluss in Drehung versetzt;
 k) die Ausgleichselemente (B10, B11, B21, B22) bestehen aus heissisostatisch gepresster Hochqualitäts-Keramik, aus Hartmetall od.dgl.;
 l) die Ausgleichselemente (B10, B21) bilden gleichzeitig Rotor- bzw. Statortrennringe.

8. Rührwerksmühle nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Aussenmantel (B8) aus weicherem Material zugbelastet ist, und dass vorzugsweise wenigstens eines der folgenden Merkmale vorgesehen ist:

- a) zumindest eines (B11) der Ausgleichselemente (B10, B11) ist mit dem Aussenmantel (B8) unter Erzeugung einer Zugspannung verbunden und insbesondere übergreift das betreffende Ausgleichselement (B11) den Aussenmantel (B8) radial aussen und stützt sich mit einer radial innen liegenden Druckfläche (B15) am Innenmantel (B9) ab;
 b) der Aussenmantel (B8) ist kürzer als der Innenmantel (B9);
 c) zwischen dem Ausgleichselement (B11) und dem Aussenmantel (B8) ist eine elastisch nachgiebige Verbindung, wie insbesondere eine Tellerfeder umfassende Schraubverbindung od. dgl., vorgesehen;

9. Rührwerksmühle nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor oder, insbesondere, der Stator (B5), einen Aussenmantel (B8) und einen an diesem anliegenden mahlraumseitigen Innenmantel (B9) umfasst, und dass der Innenmantel (B9) und/oder dort vorgesehene Rückwerkzeuge aus hartem Material bestehen, und dass vorzugsweise wenigstens eines der folgenden Merkmale vorgesehen ist:

- a) das Ausgleichselement (B10) ist zwischen einem Deckel (B2) der Mühle und den Innenmantel (B9) geklemmt;
 b) am dem Deckel (B2) gegenüberliegenden Ende des Innenmantels (B9) ist ein weiteres, zwischen diesem Innenmantel und ein axial angrenzendes Mühlenteil (B46) angeklebtes Ausgleichselement (B11) vorgesehen.

10. Rührwerksmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der Einlass und Auslass je eine Trenneinrichtung (A14, A16; A33; A218 bzw. A20; A120; A220; A42) aufweisen und die Mahlkörper im Mahlbehälter umlaufen, wobei sich der Mahlkörperumlauf über einen radial inneren Umlaufabschnitt (A22; A122; A22; A322) schliesst und zumindest ein Pumpabschnitt (A21; A15a; A115a; A121; A126; A226) vorgesehen ist, in dem die Mahlkörper Fliehkräften ausgesetzt sind, welche sie in Umlaufrichtung bewegen, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest im wesentlichen der gesamte radial innere Umlaufabschnitt (A22; A122; A222; A322) durch zumindest einen ausschliesslich durch Rotationswandungen begrenzten Rückführkanal (A44; A144; A126; A226; A244; A344) gebildet ist, und dass vorzugsweise wenigstens eines der folgenden Merkmale vorgesehen ist:

- a) der radial innere Umlaufabschnitt (A22; A122; A222; A322) ist zumindest über einen Teil seiner axialen Länge durch einen zentralen, zur Rotorachse (A) coaxialen Rückführkanal (A44; A144; A244; A344) gebildet;
 b) der Rückführkanal (A44; A144; A244; A344) mündet mit seinem in Umlaufrichtung der Mahlkörper (A18) betrachtet vorderen Ende unmittelbar in den zwischen Rührwerksrotor (A2; A102; A102'; A202; A302) und Mahlbehälter (A3; A103; A203; A303) gebildeten Mahlraum (A15; A115);
 c) der zentrale, zur Rotorachse (AA) coaxiale Rückführkanal (A44; A144; A244; A344) weist zumindest im Bereich seines in Umlaufrichtung der Mahlkörper (A18) betrachtet vorderen Endes einen sich axial nach aussen erweiternden Querschnitt auf;
 d) sich der zentrale, zur Rotorachse (AA) coaxiale Rückführkanal (A44; A344) zumindest im wesentlichen über die gesamte axiale Länge des radial inneren Umlaufabschnitts (A22; A322) erstreckt;
 e) die axiale Länge des zentralen, zur Rotorachse (AA) coaxialen Rückführkanals (A44; A144; A244) ist im Vergleich zur Länge des Pumpabschnittes bzw. der Pumpabschnitte des Mahlkörperumlaufs gering;
 f) es sind mehrere, vorzugsweise zwei, Rührwerksrotoren (A102; A102') vorgesehen, und dass im gemeinsamen Mahlbehälter (A203) jedem Rührwerksrotor ein Mahlkörperumlauf zugeordnet ist, wobei zweckmässig die beiden Rührwerksrotoren (A102; A102') mit ihren – in der jeweiligen Umlaufrichtung der Mahlkörper (A18) betrachtet – vorderen Stirnseiten einander zugewandt sind, um zwischen sich einen für beide Mahlkörperumläufe gemeinsamen Umlaufabschnitt zu bilden;
 g) jeder Rückführkanal (A44; A144; A126; A226; A244; A344) besitzt einen kreisförmigen Querschnitt.

11. Rührwerksmühle nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass im in Umlaufrichtung der Mahlkörper (A18) betrachtet – hinteren Bereich des radial inneren Umlaufabschnitts (A22; A122; A322) sind zumindest im wesentlichen radial nach aussen führende, Pumpabschnitte bildende Schleuderkanäle (A21; A121) vorgesehen, welche durch Rotorwandungen begrenzt sind und einerseits mit dem bzw. den Rückführkanälen (A44; A144; A126; A226; A344) verbunden sind und andererseits in den Mahlraum (A15) münden, und dass vorzugsweise wenigstens eines der folgenden Merkmale vorgesehen ist:

- a) die durch Rotorwandungen begrenzten Schleuderkanäle (A21; A121) bilden eine Art Zellenrad mit sich axial und radial erstreckenden Zellenwänden, welche die Mahlkörper (A18) in Drehrichtung mitnehmen, um diese durch die dabei entstehenden Fliehkräfte radial nach aussen in den Mahlraum (A15) auszuschleudern, wobei zweckmässig entweder das Zellenrad durch den Rührwerksrotor (A2; A102; A102'; A302) selbst gebildet bzw. drehfest mit diesem verbunden ist und damit mit dem Rührwerksrotor antreibbar ist

und/oder das Zellenrad getrennt vom Rührwerksrotor ausgebildet und unabhängig von diesem antreibbar ist;

b) die Schleuderkanäle (A21) am in Umlaufrichtung der Mahlkörper (A18) betrachtet hinteren Ende des sich zumindest im wesentlichen über die gesamte axiale Länge des radial inneren Umlaufabschnittes (A22; A322) erstreckenden zentralen, zur Rotorachse (AA) coaxialen Rückführkanals (A44, A344) vorgesehen sind.

12. Rührwerksmühle nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass der radial innere Umlaufabschnitt (A122; A222) mehrere um die Rotorachse (AA) verteilte und zur Bildung von Pumpabschnitten von der Rotorachse weg schräg nach aussen verlaufende Rückführkanäle (A126; A226) umfasst, und dass vorzugsweise wenigstens eines der folgenden Merkmale vorgesehen ist:

a) die schräg nach aussen verlaufenden Rückführkanäle (A126; A226) schliessen mit der Rotorachse (AA) einen Winkel im Bereich von 45° ein;

b) mit ihren – in Umlaufrichtung der Mahlkörper (A18) betrachtet – vorderen Enden münden die schräg nach aussen verlaufenden Rückführkanäle (A126; A226) in den zentralen, zur Rotorachse (AA) coaxialen Rückführkanal (A144; A244);

c) der zentrale, zur Rotorachse (AA) coaxiale Rückführkanalabschnitt (A144) ist als zentrale Vertiefung ausgebildet, welche sich im wesentlichen nur bis zum Mündungsbereich der schräg verlaufenden Rückführkanäle (A126) in die betreffende Rotorstirnseite hinein erstreckt;

d) der zentrale, zur Rotorachse (AA) coaxiale Rückführkanal (A244) eine grössere axiale Länge aufweist als er Teil des radial inneren Umlaufabschnitts (A222), welcher durch die in Verlängerung der zur Rotorachse coaxialen Rückführkanals vorgesehenen schräg nach aussen verlaufenden Rückführkanäle (A226) bestimmt ist;

e) zumindest im wesentlichen radial nach aussen führende Schleuderkanäle (A121) sind in Verlängerung der schräg nach aussen verlaufenden Rückführkanäle (A126) vorgesehen.

13. Rührwerksmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 12, bei der Einlass und Auslass je eine Trenneinrichtung (A14, A16; A33; A218 bzw. A20; A120; A220; A42) aufweisen und die Mahlkörper im Mahlbehälter umlaufen, wobei der zwischen dem Mahlbehälter und dem Rührwerksrotor liegende Mahlraum (A15; A115) wenigstens einen Pumpabschnitt (A15a; A115a) umfasst, in dem die Mahlkörper (A18) durch die auf sie einwirkenden Fliehkräfte in Richtung des Mahlkörperumlaufes antreibbar sind, dadurch gekennzeichnet, dass der Pumpabschnitt (A15a; A115a) des Mahlraumes (A15; A115) mit der Rotorachse (AA) einen Winkel (alpha) im Bereich von 45° bis 90° einschliesst, und dass vorzugsweise wenigstens eines der folgenden Merkmale vorgesehen ist:

a) dass der Winkel (alpha) 90° beträgt;

b) die Pumpabschnitte (A15a) des Mahlraumes (A15) verlaufen – in Umlaufrichtung der Mahlkörper (A18) betrachtet – zumindest im wesentlichen geradlinig oder die Pumpabschnitte (A115a) des

Mahlraums (A115) in Umlaufrichtung der Mahlkörper (A18) betrachtet zeigen einen gekrümmten Verlauf, wobei zumindest abschnittsweise die Tangenten an die Krümmungskurve mit der Rotorachse (AA) jeweils einen Winkel (alpha) im Bereich von 45° bis 90° einschliessen;

c) die über die Pumpabschnitte (A15a; A115a) radial nach aussen geschleuderten Mahlkörper (A18) sind über sich an die Pumpabschnitte (A15a, A115a) anschliessende Beruhigungsabschnitte (A15b, A115b) des Mahlraums (A15; A115) allgemein wieder radial nach innen geführt, in denen die auf die Mahlkörper (A18) einwirkenden Fliehkräfte reduziert sind, wobei zweckmässig die den Mahlraum (A15; A115) begrenzenden Rotor- und Statorflächen im Bereich der Beruhigungsabschnitte (A15b; A115b) einen grösseren Abstand voneinander aufweisen als im Bereich der Pumpabschnitte (A15a; A115a) und/oder auf der dem Beruhigungsabschnitt zugewandten Seite des Rührwerksrotors ist in geringem Abstand eine den Beruhigungsraum gegenüber der betreffenden Rotorfläche abschirmende Statorplatte angeordnet;

d) der Rührwerksrotor (A2; A102; A102') ist scheibenförmig ausgebildet bzw. die den Mahlraum (A15) begrenzenden Rotorflächen sind zumindest abschnittsweise durch wenigstens zwei axial beabstandete, vorzugsweise scheibenförmige Rotorwerkzeuge (A304; A306) gebildet;

e) der Mahlbehälter (A3; A203) ist als hohlscheibenförmiger Körper ausgebildet;

f) dass die den Mahlraum (A15) begrenzenden Statorflächen zumindest abschnittsweise durch wenigstens ein sich vom Mahlbehälter (A303) radial nach innen erstreckendes, vorzugsweise scheibenförmiges, Statorwerkzeug (A41) gebildet sind;

g) es schliesst sich der Mahlkörperumlauf bei einem Rührwerksrotor (A302) mit mehreren Rotorwerkzeugen (A303; A306) über einen radial inneren Umlaufabschnitt (A322), der sich zwischen den axial äusseren Rotorwerkzeugen erstreckt, wobei zweckmässig der durch einen zentralen, zur Rotorachse (AA) coaxialen Rückführkanal (A344) gebildete radial innere Umlaufabschnitt (A322) mit einer bezüglich der Mahlkörper (A18) formschlüssig wirkenden Fördereinrichtung, wie insbesondere einem Schneckengewinde (A40) od. dgl., versehen ist und/oder im zentralen, zur Rotorachse (AA) coaxialen Rückführkanal (A344) eine Statorwendel angeordnet ist.

14. Rührwerksmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 13, die im Rotorbereich liegenden, zumindest im wesentlichen radialen Schleuderkanäle (A21) mit den angrenzenden Pumpabschnitten (A15a) des Mahlraums (A15) fluchten und/oder dass der Rührwerksrotor (A102) zur reibschlüssigen Mitnahme durch die Rotorwelle (A1) an dieser festklemmbar ist.

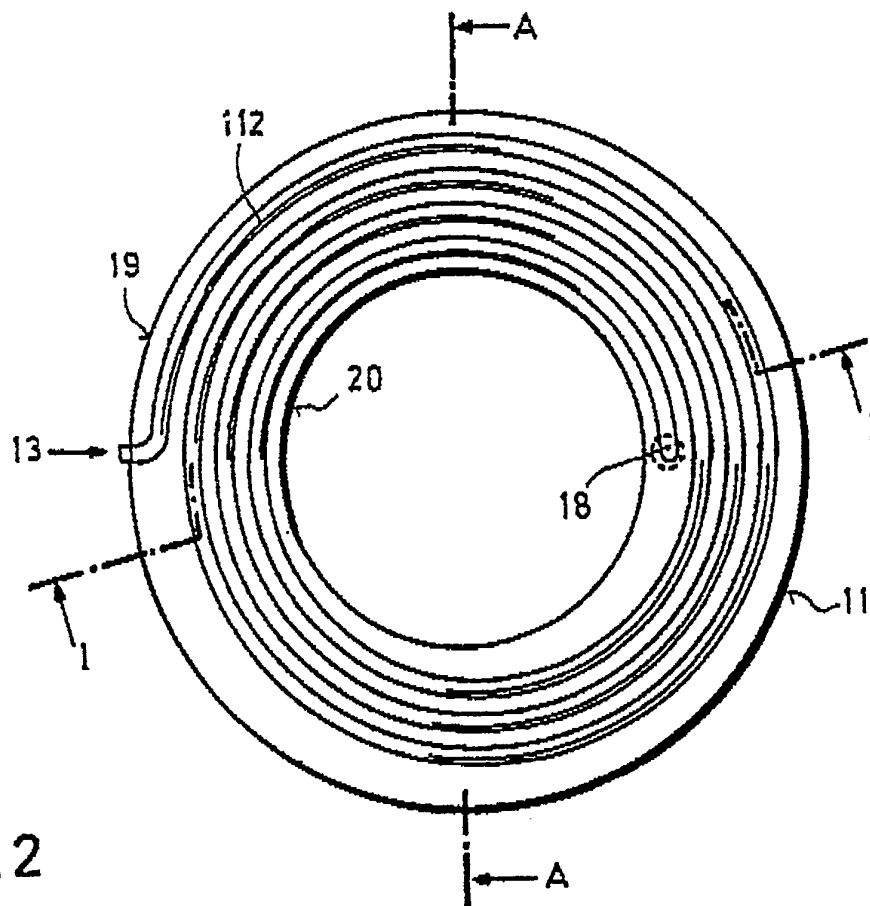
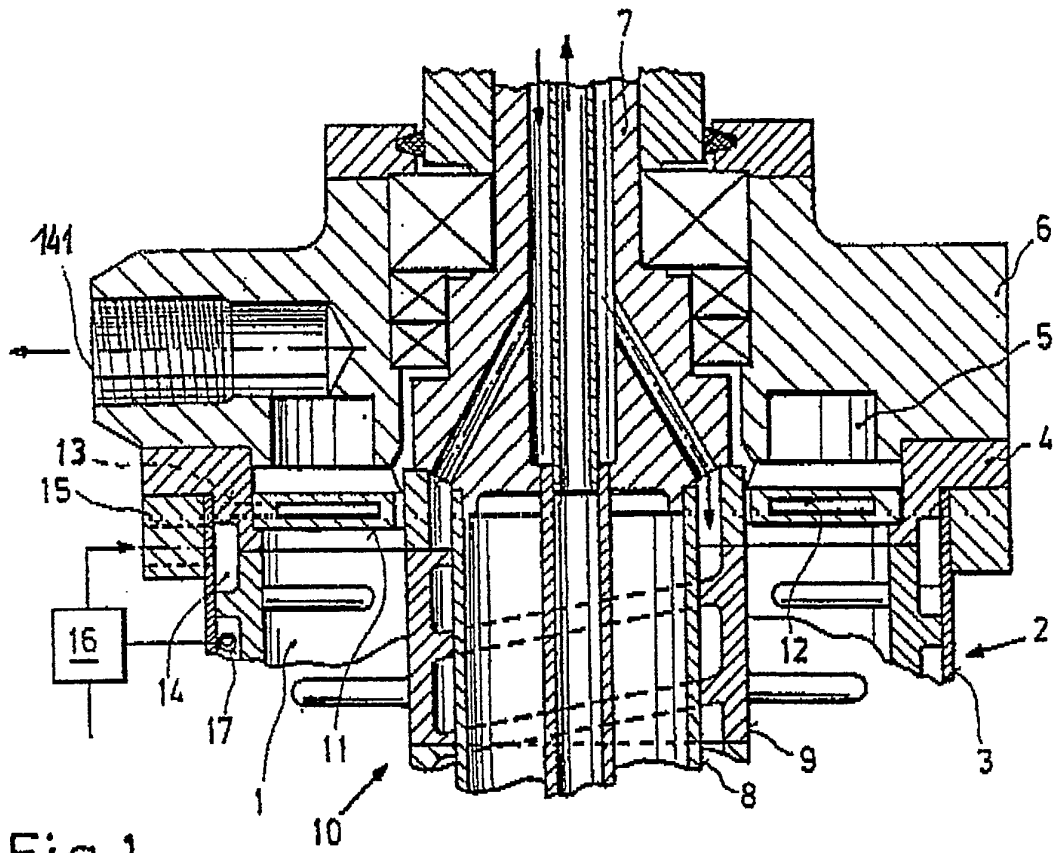
15. Rührwerksmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 14, bei der Einlass und Auslass je eine Trenneinrichtung (A14, A16; A33; A218 bzw. A20; A120; A220; A42) aufweisen und die Mahlkörper im Mahlbehälter umlaufen, wobei der zwischen Rotor-

flächen und Statorflächen gebildete Mahlraum (A15) Pumpabschnitte (A15a), in denen die Mahlkörper (A18) einer erhöhten Fliehkraft ausgesetzt sind, sowie Beruhigungsabschnitte (A15b) umfasst, in denen die Fliehkräfte reduziert sind, dadurch gekennzeichnet, dass eine Verstelleinrichtung (A23) für den axialen Abstand zwischen den den Mahlraum (A15) begrenzenden Stator- und Rotorflächen und damit das Volumen der Pump- und/oder Beruhigungsabschnitte (A15a; A15b) vorgesehen ist, die am Stator angreift, wogegen der Rotor ortsfest gelagert ist, und dass vorzugsweise wenigstens eines der folgenden Merkmale vorgesehen ist:

- a) die Verstelleinrichtung (A23) ist an einer ortsfesten Gestellplatte (A24) abgestützt und umfasst eine mit dem Mahlbehälter (A3) in Eingriff stehende Verstellspindel (A25);
- b) der Mahlbehälter (A3) ist über eine an einer Stirnseite vorgesehene abgedichtete Ringscheibe (A26) an einer Zylinderführung (A27) axial verschiebbar gelagert, die vorzugsweise im Bereich des ortsfesten Drehlagers (A27) für die Rotorwelle (A1) vorgesehen ist;
- c) die Verstelleinrichtung (A123) eine ortsfeste flanschartige Tragplatte (A29) mit axial unverschieblich in dieser gelagerten Verstellspindeln (A30) umfasst, welche mit an ihren Enden vorgesehenen Verstellgewinden (A31) jeweils in am Mahlbehälter (A3) angeordnete Innengewindeteile (A31) eingreifen;
- d) auf der der Verstelleinrichtung (A123) gegenüberliegenden Seite des Mahlbehälters (A3) ist eine Druckkolbeneinheit (A28) zur Veränderung des Mahlraumvolumens angeordnet;
- e) die Auslasstrenneinrichtung (A20) ist im Bereich der Verstelleinrichtung (A23) und/oder im Bereiche der Druckkolbeneinheit (A28) vorgesehen.

16. Rührwerksmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 15, mit sich vom Rührwerksrotor in den Mahlraum (B44) erstreckenden Rührwerkszeugen (B25, B125), dadurch gekennzeichnet, dass die Rührwerkzeuge (B25, B125) an ihrem im Mahlraum (B44) liegenden freien Ende in Längsrichtung doppeltkonisch ausgebildet sind und die den Doppelkonus bildenden Rührwerkzeuge (B40) einen Winkel von maximal 60° einschliessen, welcher vorzugsweise 10° bis 30° und insbesondere 5° beträgt, und dass vorzugsweise wenigstens eines der folgenden Merkmale vorgesehen ist:

- a) die Konusform ist in Längsrichtung abgerundet;
- b) der, vorzugsweise jeweils durch einen Umfangsring (B124) gebildete, Bereich zwischen zwei scheibenartigen Rührwerkzeugen (B125) ist konkav ausgebildet, wobei zweckmässig der den konisch ausgebildeten Zwischenbereich bestimmende Krümmungsradius (BR) ist so gewählt, dass dieser Zwischenbereich zusammen mit den angrenzenden Konusflächen (B40) der betreffenden Rührwerkszeuge (B125) im Längsschnitt zumindest im wesentlichen eine Parabel ergibt und/oder der Krümmungsradius (BR) ist grösser als der Radius (Br) einer am Ende der Rührwerkzeuge (B125) vorgesehenen Rundung.



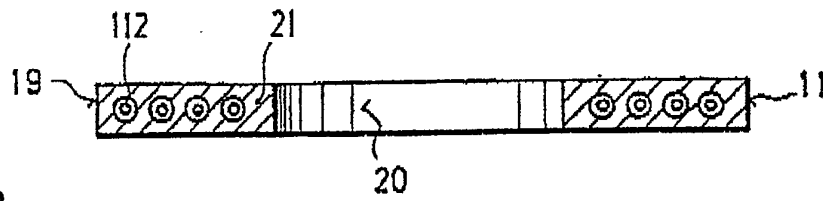


Fig. 3

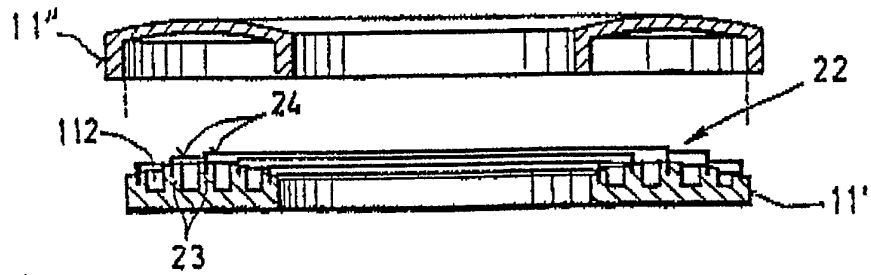


Fig. 4

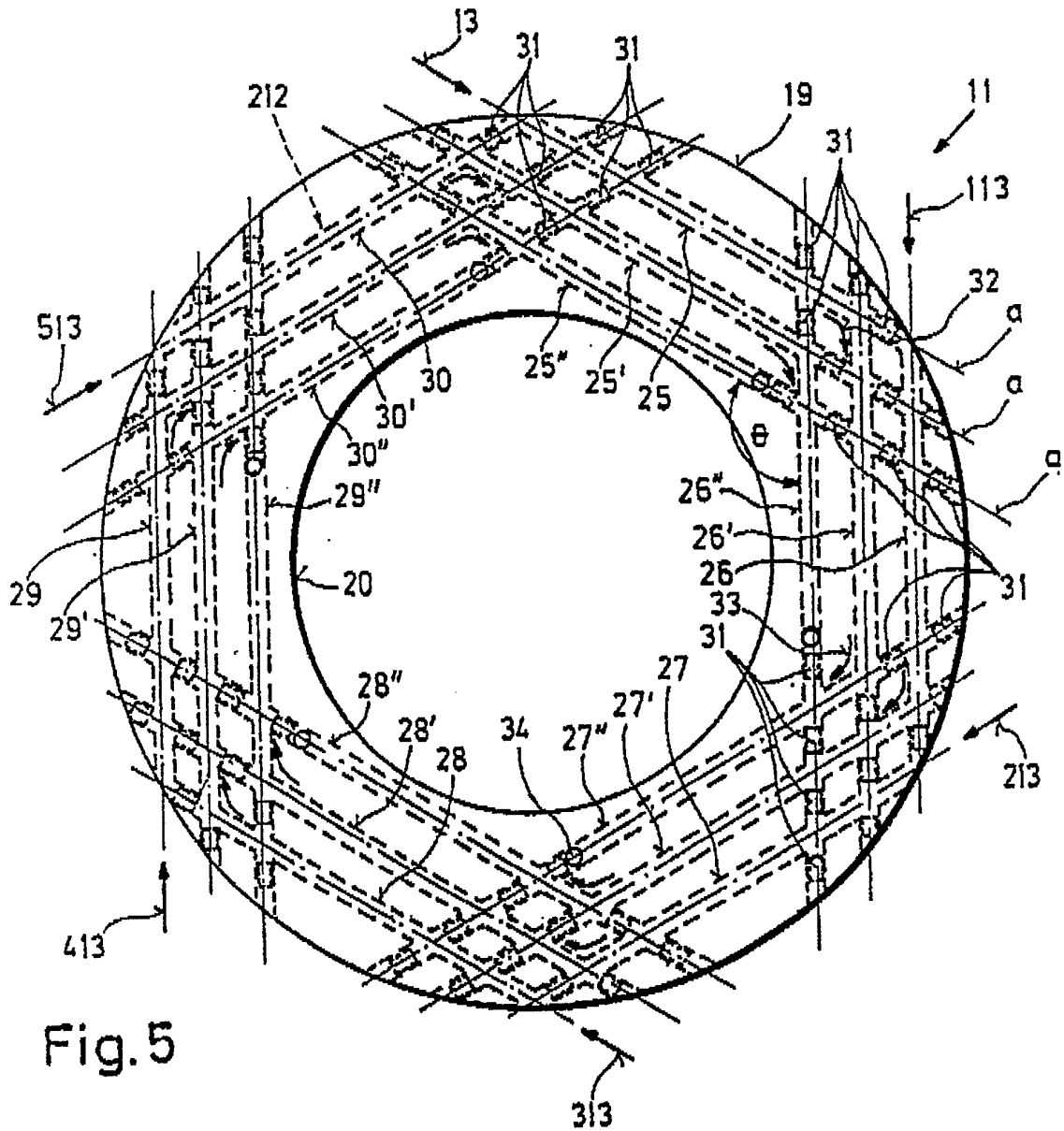


Fig. 5

Fig.6

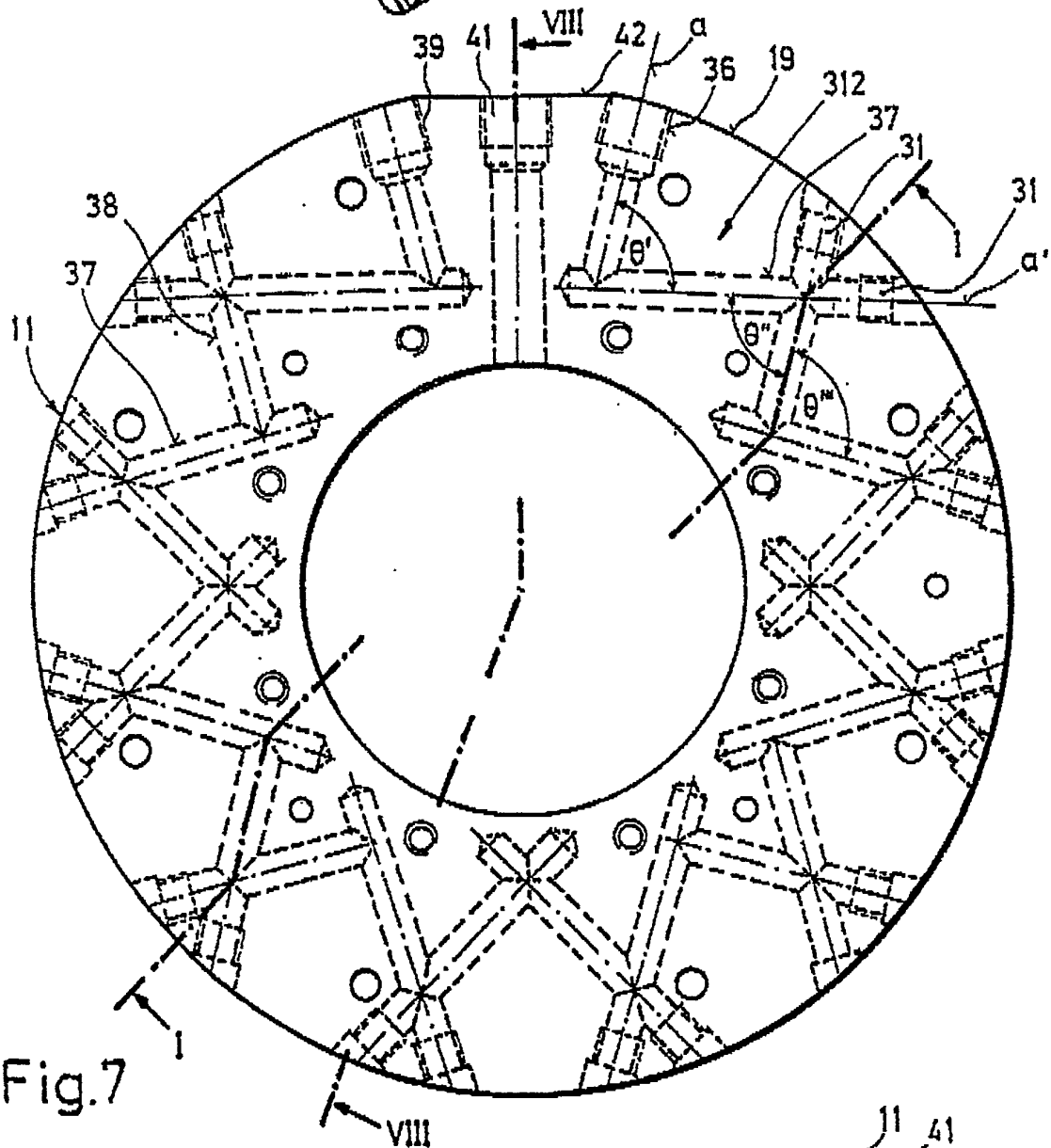
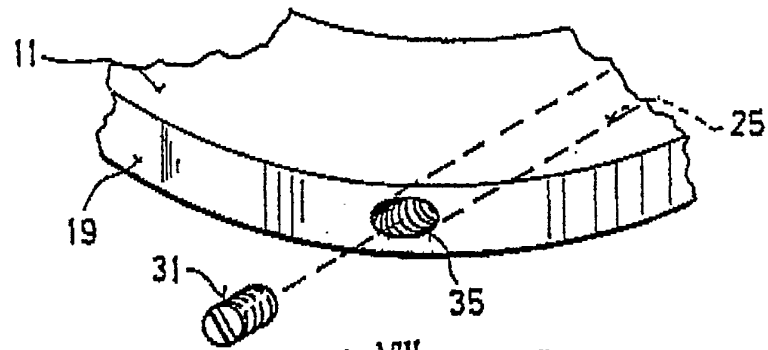


Fig.7

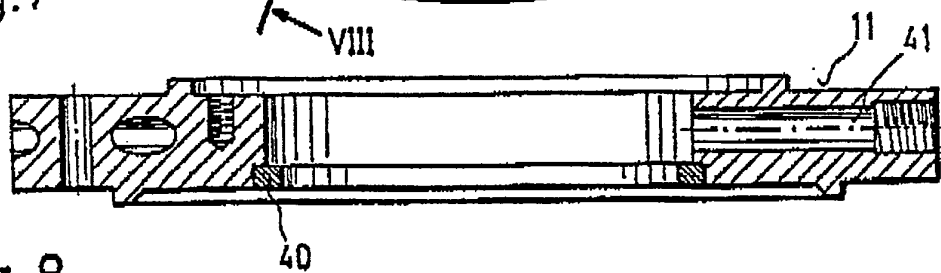


Fig.8

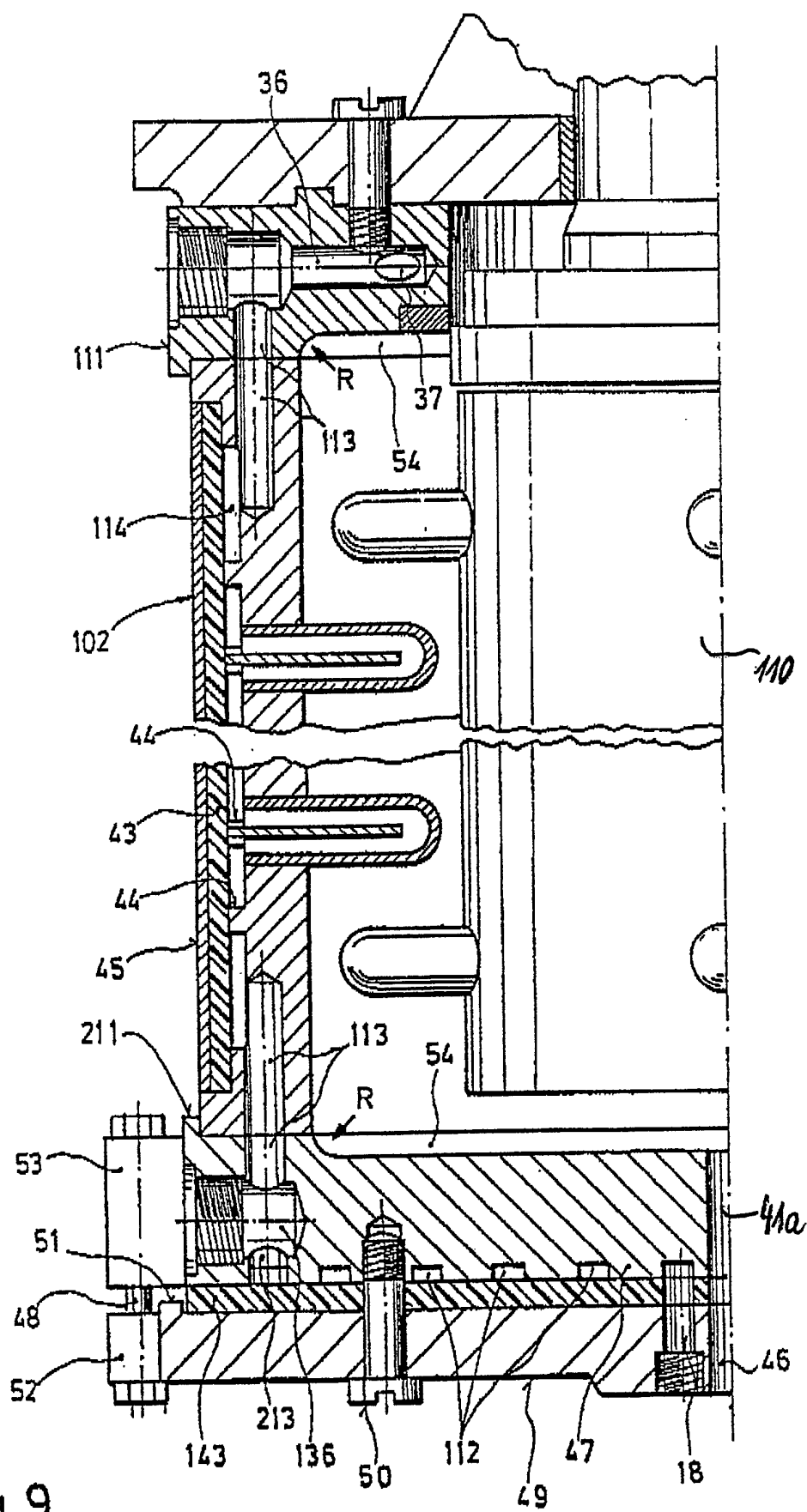


Fig. 9

Fig.10

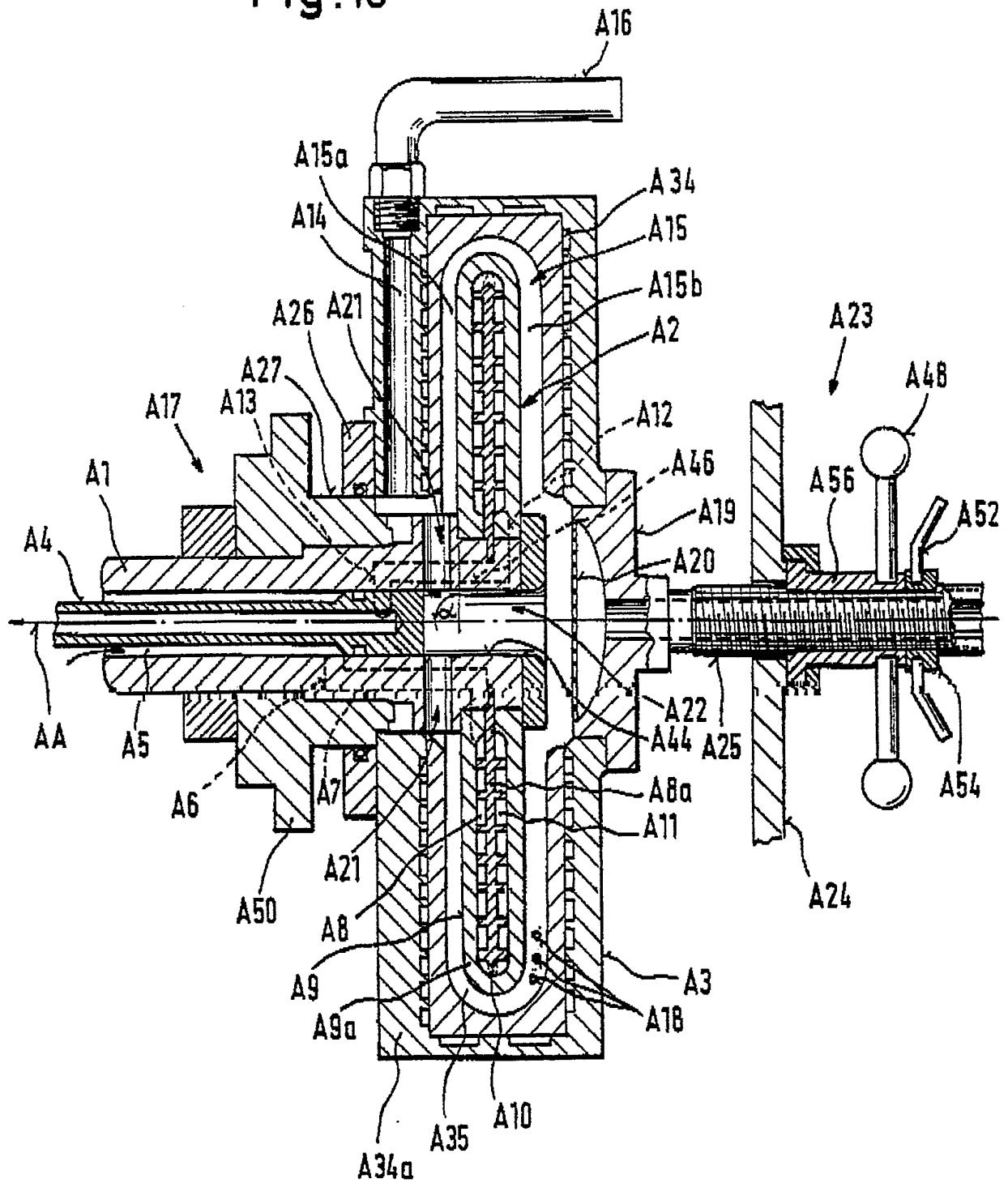
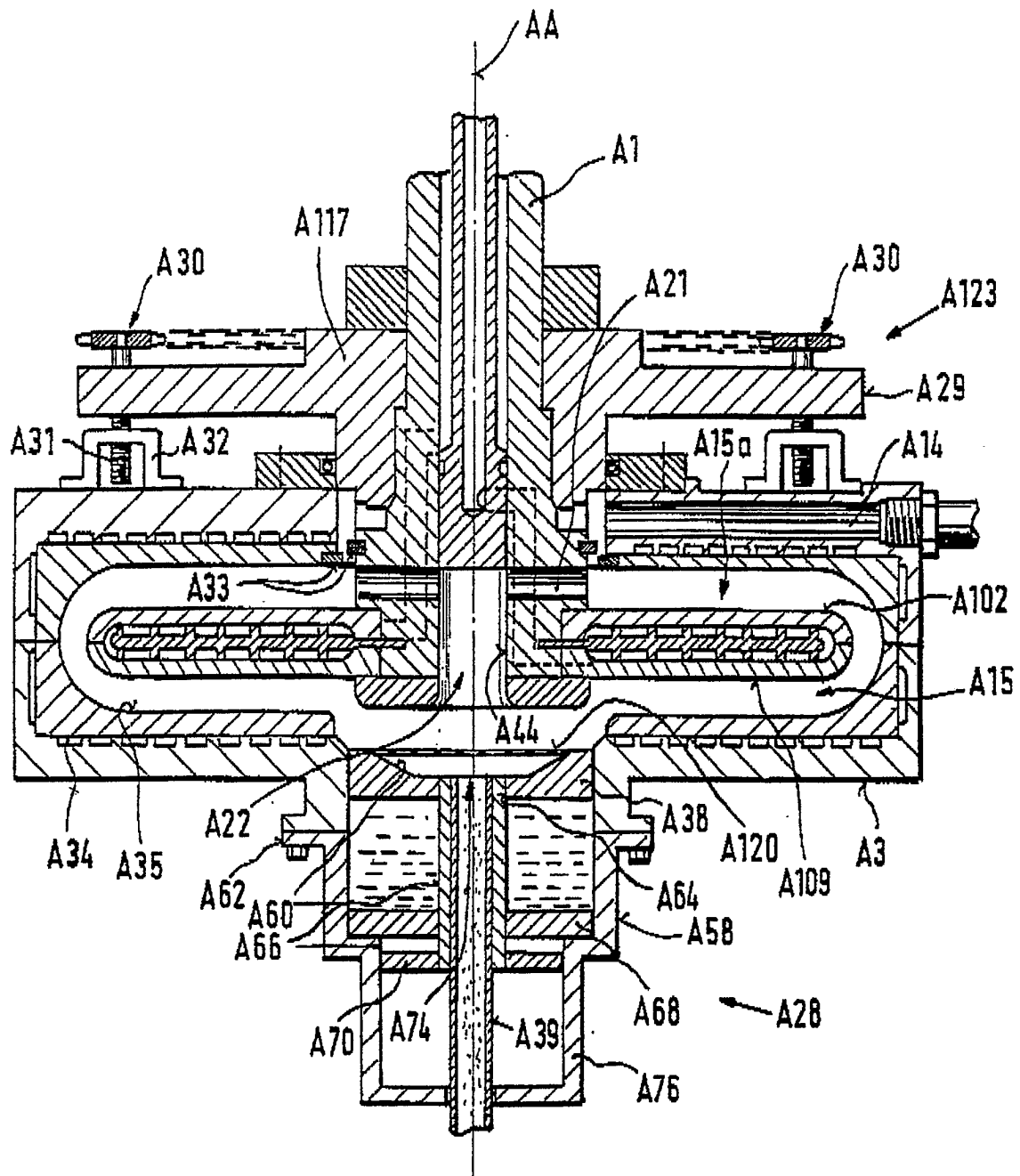


Fig.11



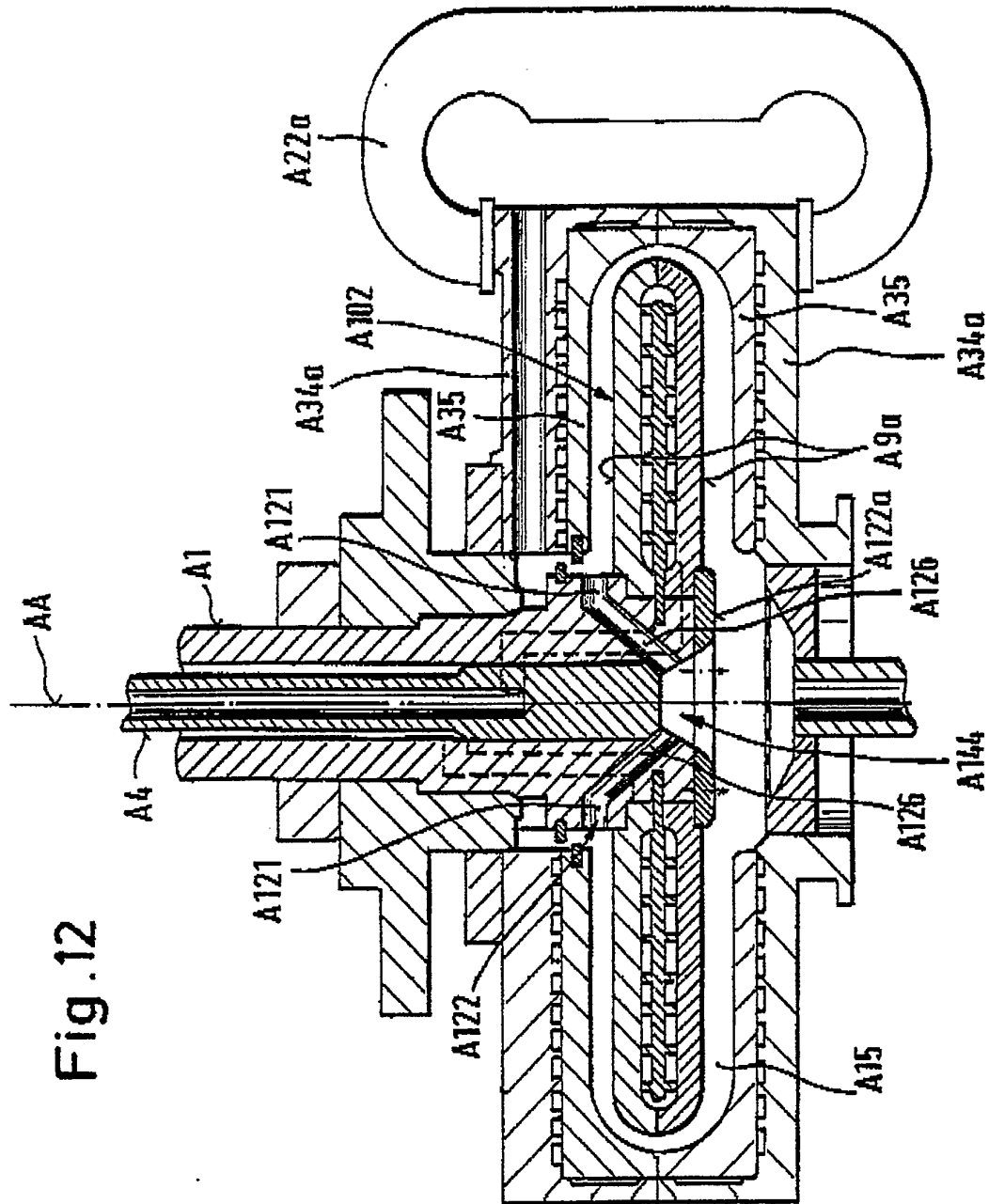


Fig. 12

Fig.13

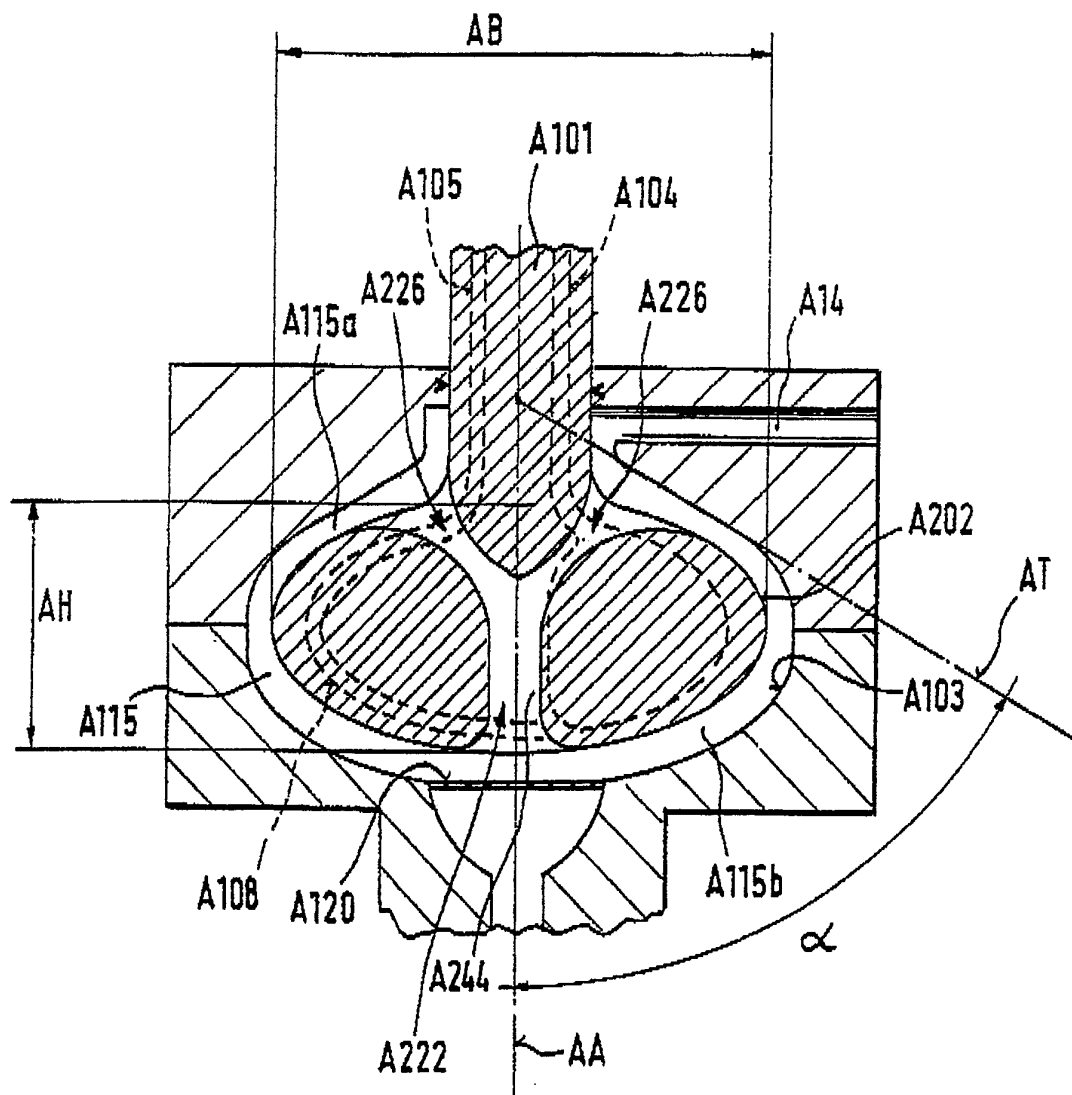


Fig.14

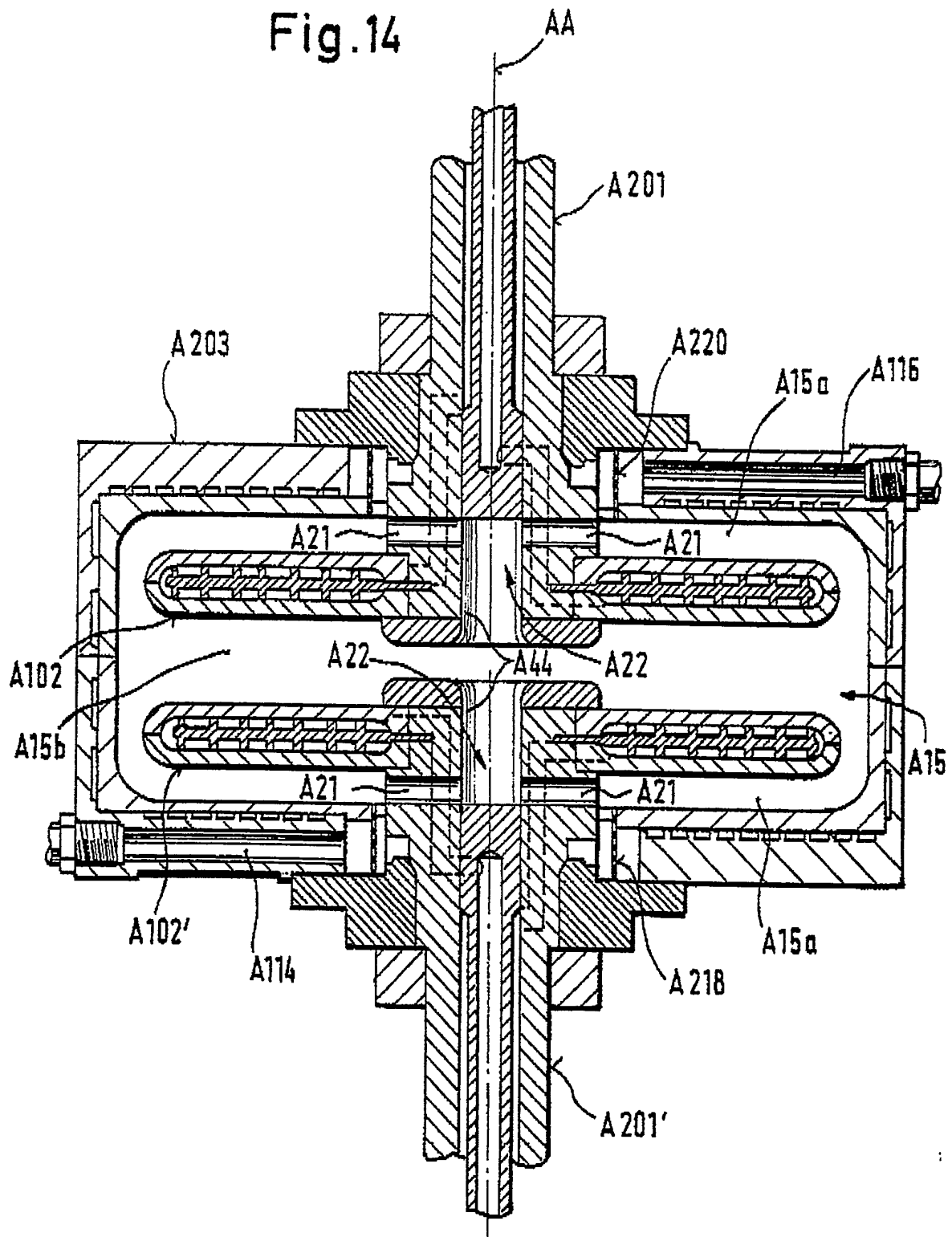


Fig.15

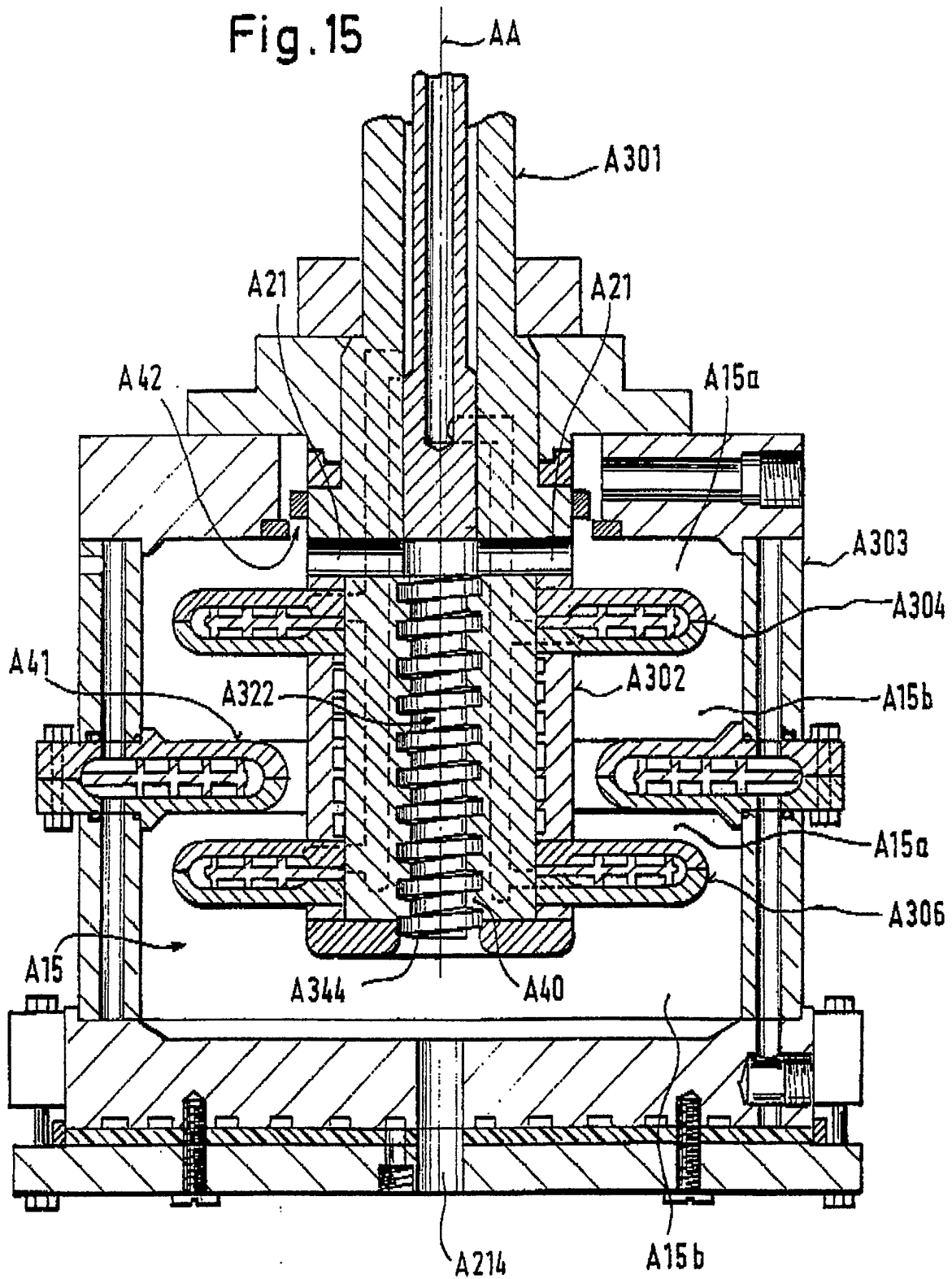


Fig. 16

