



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.06.2011 Patentblatt 2011/22

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

(21) Anmeldenummer: **09177022.2**

(22) Anmeldetag: **25.11.2009**

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

(72) Erfinder:
• **Lang, Frank Ronald, Dr.**
4132 Muttenz (CH)
• **Habegger, Roger**
4419 Lupsingen (CH)

(71) Anmelder: **Willy A. Bachofen AG**
4132 Muttenz (CH)

(74) Vertreter: **Heinen, Detlef**
BOHEST AG
Postfach 160
4003 Basel (CH)

(54) **Rührwerkskugelmühle**

(57) Eine Rührwerkskugelmühle zum Feinmahlen oder Dispergieren eines Guts umfasst eine Mahlkammer (100) zur Aufnahme von Mahlkörpern sowie zur Aufnahme des Mahlguts. Die Mahlkammer besitzt einen Einlass (110) für das Mahlgut und ist mit einem rotierend antreibbaren Rührwerk (200) mit Rührorganen (210) zum Bewegen der Mahlkörper und des Mahlguts ausgestattet. In der Mahlkammer ist eine Trenneinrichtung (300) zum

Abscheiden der Mahlkörper aus dem gemahlene Gut angeordnet. Die Mahlkammer weist ferner einen Produktauslass (320) für das gemahlene und von Mahlkörpern befreite Gut auf, wobei das gemahlene Gut durch die Trenneinrichtung hindurch in den Produktauslass gelangt. Die Trenneinrichtung ist als rotierend antreibbare Sedimentationszentrifuge (300) mit einem axialen oder zumindest achsnahen Einlauf (332) für das mit den Mahlkörpern durchmischte Gut ausgebildet.

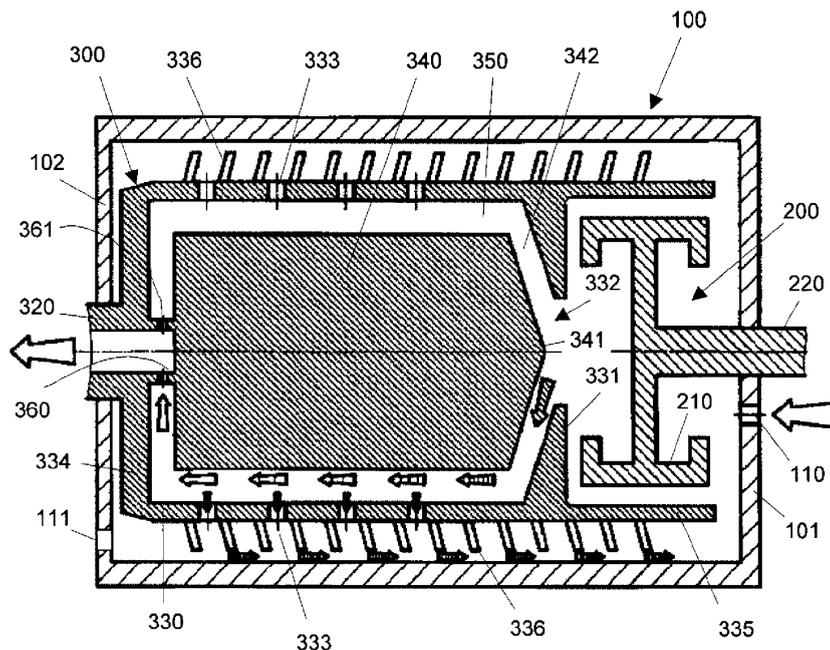


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Rührwerkskugelmühle gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs.

[0002] Rührwerkskugelmühlen werden beispielsweise zur Zerkleinerung bzw. Dispergierung von Feststoffen in einer Flüssigkeitsphase eingesetzt, insbesondere für Produkte aus der Nanotechnologie und der Feinstmahltechnologie, beispielsweise für Farbstoffsuspensionen, Lackfarben, Druckfarben, Keramiken, Agrochemikalien, Füllstoffsuspensionen, Kosmetika, Nahrungsmittel, Pharmazeutika oder Mikroorganismen.

[0003] Bei solchen Rührwerkskugelmühlen wird durch einen Einlass zu mahlendes oder in einer Flüssigkeit zu dispergierendes Gut in die Mahlkammer eingebracht und in dieser mittels in der Mahlkammer befindlichen Mahlkörpern gemahlen bzw. dispergiert. Das Gut wird dabei sukzessive durch die Mahlkammer hindurch bewegt, woraufhin das gemahlene bzw. dispergierte Gut durch eine die Mahlkörper zurückhaltende Trenneinrichtung hindurch, z.B. durch einen dynamischen Trennspalt oder durch ein Schlitzsieb und dann durch einen Auslass abgeführt wird. Die grundsätzliche Funktionsweise solcher Rührwerkskugelmühlen ist bekannt und beispielsweise in EP 0 627 262 oder DE 2 215 790 beschrieben.

[0004] Bei Rührwerkskugelmühlen kommen verschiedene Trenntechniken zum Einsatz, um das gemahlene bzw. dispergierte Gut (Produkt) von den Mahlkörpern zu trennen. Beispiele hierfür sind dynamische Trennspalte, die aus einem Rotor und einem Stator bestehen, und Siebe, z.B. Schlitzsiebe. Aufgrund der höheren Durchgangsfläche ist mit Sieben im Allgemeinen ein höherer Durchsatz realisierbar. Bei Feinstmahlkörpern (Durchmesser 0.2 mm und kleiner) sind jedoch sehr enge Siebschlitze notwendig und der damit verbundene Druckverlust ist sehr hoch. Dementsprechend sind die erzielbaren Durchsätze limitiert. Zudem können innerhalb kürzester Zeit Mahlgutpartikel und Mahlkörper auf dem Sieb abgelagert werden, was zu einer Blockierung der Mühle führen kann.

[0005] EP 0 771 591 und EP 1 468 739 beschreiben eine Abtrennung der Mahlkörper mit Klassierädern, bei denen ähnliche Mechanismen wie bei Windsichtern wirken und entsprechend Flügel eingebaut sind. Das Produkt-Mahlkörper-Gemisch muss dort durch eine Produktpumpe gegen die Zentrifugalkraft des Klassierads gefördert werden. Während die Mahlkörper durch die Sichterwirkung zurück in den Mahlraum geschleudert werden, gelangt das Produkt in die Mitte des Klassierads und zum Produktauslass. Die Räder wirken jedoch aufgrund der einbauten Flügel gleichzeitig als starke Zentrifugalpumpen, die einen entsprechend hohen Druck im Mahlraum aufbauen und damit die Einstellung eines langfristig stabilen Mahlprozesses erschweren. Zudem muss die Produktpumpe einen entsprechend höheren Druck erzeugen, um das Mahlgut durch die Mühle zu fördern.

[0006] Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, eine Rührwerkskugelmühle der genannten Art vorzuschlagen, bei der die vorstehend genannten Probleme bei der Mahlkörperabtrennung nicht auftreten oder zumindest stark reduziert werden. Insbesondere die Abtrennung von feinsten Mahlkörpern soll ohne die oben genannten Nachteile gewährleistet werden.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch eine Rührwerkskugelmühle gelöst, wie sie durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs charakterisiert ist. Vorteilhafte Ausführungsbeispiele der erfindungsgemässen Rührwerkskugelmühle sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

[0008] Insbesondere umfasst die Erfindung eine Rührwerkskugelmühle zum Feinmahlen oder Dispergieren eines Guts eine vorzugsweise rotationssymmetrische Mahlkammer zur Aufnahme von Mahlkörpern sowie zur Aufnahme des zu mahlenden bzw. zu dispergierenden Guts. Die Mahlkammer besitzt einen Einlass für das zu mahrende oder zu dispergierende Gut und ist mit einem rotierend antreibbaren Rührwerk mit mindestens einem Rührorgan zum Bewegen der Mahlkörper und des zu mahlenden bzw. zu dispergierenden Guts ausgestattet. In der Mahlkammer ist eine Trenneinrichtung zum Abscheiden der Mahlkörper aus dem gemahlenden bzw. dispergierten Gut angeordnet. Die Mahlkammer weist ferner einen Produktauslass für das gemahlene bzw. dispergierte und von Mahlkörpern befreite Gut auf, wobei das gemahlene bzw. dispergierte Gut durch die Trenneinrichtung hindurch in den Produktauslass gelangt. Die Trenneinrichtung ist als rotierend antreibbare Sedimentationszentrifuge mit einem axialen oder zumindest achsnahen Einlauf für das mit den Mahlkörpern durchmischte Gut ausgebildet.

[0009] Durch den Einsatz einer Sedimentationszentrifuge zur Abtrennung der Mahlkörper kann auf Schlitzsiebe verzichtet werden und die damit zusammenhängende Problematik entfällt. Gegenüber der Mahlkörperabtrennung mit Klassierädern ergibt sich der Vorteil, dass aufgrund der axialen oder achsnahen Zufuhr des zu trennenden Produkt-Mahlkörper-Gemischs das letztere nicht gegen einen erhöhten Druck, der von dem als Zentrifugalpumpe wirkenden Klassierrad produziert wird, gefördert werden muss. Die Sedimentationszentrifuge dient allein als Trennorgan, ohne die oben erwähnte Pumpwirkung. Die erfindungsgemässe Rührwerkskugelmühle kann sowohl horizontal als auch vertikal (und im Grunde auch in einer von diesen beiden Richtungen abweichenden Richtung) aufgestellt und betrieben werden. Es wären sogar Fälle denkbar, bei denen das Rührwerk und die Zentrifuge unter einem Winkel relativ zueinander angeordnet sein können, insbesondere unter einem rechten Winkel.

[0010] Bei einer Ausführungsform weist die Sedimentationszentrifuge einen im Wesentlichen becherförmigen äusseren Rotor und einen mit diesem drehfest verbundenen koaxialen inneren Rotor auf, wobei sich zwischen dem äusseren Rotor und dem inneren Rotor eine im We-

sentlichen ringförmige Zentrifugenkammer befindet.

[0011] Bei einer weiteren Ausführungsform ist der innere Rotor über ein koaxiales Separatorrohr mit einem Bodenteil des äusseren Rotors verbunden und dabei das Separatorrohr an seinem Umfang mit Durchlassöffnungen für gemahlene Gut versehen. Vorteilhafterweise ist die Sedimentationszentrifuge über eine durch eine Stirnwand der Mahlkammer durchgeführte Hohlwelle rotierend antreibbar und das Separatorrohr mündet dabei koaxial in die Hohlwelle.

[0012] Gemäss einer weiteren Ausführungsform ist der äussere Rotor an seinem Umfang mit Durchlassöffnungen für abgeschiedene Mahlkörper versehen.

[0013] Der innere Rotor kann an seinem dem Einlauf zugewandten Ende eine vorzugsweise konische Fläche aufweisen, die mit einem radial einwärtsgerichteten Ringflansch des äusseren Rotors einen Ringkanal bildet.

[0014] Gemäss einer weiteren Ausführungsform ist die Sedimentationszentrifuge als Tellerseparator ausgebildet. Dabei ist mindestens ein vorzugsweise konischer Separatorteller auf dem Separatorrohr angeordnet. Vorteilhafterweise sind auf dem Separatorrohr mehrere Separatorteller vorzugsweise gleichabständig angeordnet und sind die Durchlassöffnungen des Separatorrohrs zwischen und seitlich neben den Separatortellern angeordnet.

[0015] Gemäss einer weiteren Ausführungsform ist die Sedimentationszentrifuge als Dekanter ausgebildet, wobei der innere Rotor im Wesentlichen zylindrisch ausgebildet ist und eine vorzugsweise konische Stirnfläche aufweist.

[0016] Gemäss einer weiteren Ausführungsform sind das Rührwerk und die Sedimentationszentrifuge unabhängig voneinander rotierend antreibbar ausgebildet. Dadurch sind insbesondere die Drehzahl und die Drehrichtung der Sedimentationszentrifuge und des Rührwerks völlig unabhängig voneinander einstellbar. Beispielsweise können Rührwerk und Sedimentationszentrifuge sich entweder in der gleichen Richtung oder in entgegengesetzter Richtung und mit gleicher oder unterschiedlicher Drehzahl drehen. Konstruktiv lässt sich dies beispielsweise dadurch erreichen, dass die Sedimentationszentrifuge und das Rührwerk jeweils eine separate Antriebswelle aufweisen und jeweils durch einen separaten Motor antreibbar sind. Dies ermöglicht optimale Anpassung an praktische Betriebssituationen.

[0017] Gemäss einer weiteren Ausführungsform sind das Rührwerk und die Sedimentationszentrifuge gemeinsam rotierend antreibbar ausgebildet. Konstruktiv lässt sich dies beispielsweise dadurch erreichen, dass die Sedimentationszentrifuge und das Rührwerk eine gemeinsame Antriebswelle aufweisen und diese durch einen Motor antreibbar ist, welcher die gemeinsame Antriebswelle antreibt.

[0018] Gemäss einer weiteren Ausführungsform sind Fördermittel, insbesondere in Form einer auf dem äusseren Rotor angebrachten Förderschnecke, zur Zurückbeförderung von aus der Sedimentationszentrifuge aus-

getretenen Mahlkörpern in den das Rührwerk enthaltenden Mahlraum der Mahlkammer vorgesehen.

[0019] Gemäss einer weiteren Ausführungsform weist die Rührwerkskugelmühle ein Umlenkorgan auf, welches zumindest teilweise um das mindestens eine Rührorgan herum angeordnet ist. Dieses Umlenkorgan dient dazu, das zu mahlende bzw. zu dispergierende Gut in den sich unmittelbar um das Rührorgan herum erstreckenden Teil der Mahlkammer zu lenken. Das Umlenkorgan kann gemäss einer Ausführungsform statisch ausgebildet sein, beispielsweise kann es ortsfest in der Mahlkammer angeordnet sein, z.B. kann es an der Innenwand der Mahlkammer fest angeordnet sein. Gemäss einer anderen Ausführungsform kann das Umlenkorgan dynamisch ausgebildet sein, beispielsweise durch einen Fortsatz des äusseren Rotors der Sedimentationszentrifuge. Gemäss einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist in der Mahlkammer ein zusätzlicher Einlass zur Einspeisung von zusätzlicher Produktsuspension oder Flüssigphase der Produktsuspension und/oder Dispergiermittel vorgesehen, um den starken Viskositätsanstieg, der vor allem bei Nanosuspensionen auftreten kann, zu verringern.

[0020] Gemäss einer weiteren Ausführungsform ist der Einlass bzw. der zusätzliche Einlass am rührwerkseitigen Ende der Mahlkammer bzw. am zentrifugenseitigen Ende der Mahlkammer angeordnet.

[0021] Im Folgenden wird die erfindungsgemässe Rührwerkskugelmühle unter Bezugnahme auf die beigelegte Zeichnung anhand von vier Ausführungsbeispielen detaillierter beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 einen Axialschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Rührwerkskugelmühle,

Fig. 2 einen Axialschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Rührwerkskugelmühle,

Fig. 3 einen Axialschnitt durch ein drittes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Rührwerkskugelmühle, und

Fig. 4 einen Axialschnitt durch ein viertes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Rührwerkskugelmühle

[0022] Für die nachstehende Beschreibung gilt die folgende Festlegung: Sind in einer Figur zum Zweck zeichnerischer Eindeutigkeit Bezugszeichen angegeben, aber im unmittelbar zugehörigen Beschreibungsteil nicht erwähnt, so wird auf deren Erläuterung in vorangehenden oder nachfolgenden Beschreibungsteilen verwiesen. Ausserdem gilt für diejenigen Pfeile in einer Figur, welche den Strom des Mahlguts und/oder der Mahlkörper repräsentieren, dass die Intensität der Schraffur der Pfeile repräsentativ für den Anteil enthaltener Mahlkör-

per im Strom ist: Je stärker also ein Pfeil schraffiert ist (je dunkler ein Pfeil erscheint), desto mehr Mahlkörper sind in dem Strom enthalten. Ein Strom, der durch einen nicht schraffierten (hell erscheinenden) Pfeil repräsentiert ist, enthält somit keine Mahlkörper, während ein Strom, der durch einen Pfeil mit starker Schraffur (dunkel erscheinender Pfeil) repräsentiert ist, sehr viele Mahlkörper enthält.

[0023] Ferner sind der Einfachheit halber das der Rührwerkskugelmühle zugeführte zu mahlende Gut im Folgenden als Mahlgut und das durch den Mahlvorgang erzeugte gemahlene bzw. suspendierte und von Mahlkörpern befreite Gut als Produkt bezeichnet.

[0024] Das in Fig. 1 dargestellte erste Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Rührwerkskugelmühle umfasst eine üblicherweise im Wesentlichen rotations-symmetrische, beispielsweise zylindrische Mahlkammer 100, in welcher ein Rührwerk 200 und eine Trenneinrichtung in Form einer Sedimentationszentrifuge 300 angeordnet sind.

[0025] Das an sich konventionell ausgebildete Rührwerk 200 umfasst ein Rührorgan 210, das auf einer Rührwelle 220 sitzt, welche durch eine Stirnwand 101 der Mahlkammer 100 durchgeführt ist von einem nicht dargestellten Antriebsmotor rotierend antreibbar ist. Das Rührwerk 200 kann in an sich bekannter Weise auch mit mehreren Rührorganen, ggf. auch unterschiedlicher Ausbildung (z.B. Schaufelräder, Scheiben etc.) ausgestattet sein.

[0026] Die Sedimentationszentrifuge 300 sitzt auf einer Hohlwelle 320, die durch die andere Stirnwand 102 der Mahlkammer 100 durchgeführt ist und von einem ebenfalls nicht dargestellten Antriebsmotor rotierend antreibbar ist. Vorzugsweise, aber nicht notwendigerweise, sind das Rührwerk 200 und die Sedimentationszentrifuge 300 coaxial ausgerichtet. Im praktischen Betrieb der Rührwerkskugelmühle können sowohl das Rührwerk 200 als auch die Sedimentationszentrifuge 300 waagrecht oder senkrecht stehen.

[0027] Bei den Ausführungsbeispielen von Fig. 1, Fig. 3 und Fig. 4 sind das Rührwerk 200 und die Sedimentationszentrifuge 300 unabhängig von einander motorisch antreibbar, beim Ausführungsbeispiel der Fig. 2 ist die Rührwerkswelle 220 nicht durch die Stirnwand 101 nach aussen geführt, sondern drehfest bzw. einstückig mit der Sedimentationszentrifuge 300 verbunden, so dass das Rührwerk 200 synchron mit der Sedimentationszentrifuge 300 rotiert. Ein getrennter Antrieb von Rührwerk 200 und Sedimentationszentrifuge 300 mit separaten Motoren bietet mehr Freiheitsgrade. So kann z.B. die Sedimentationszentrifuge mit grösserer Drehzahl als das Rührwerk betrieben werden, um die Sedimentation der Mahlkörper entsprechend zu beschleunigen. Rührwerk 200 und Sedimentationszentrifuge 300 können auch gegensinnig rotierend angetrieben sein, wodurch eine Scherwirkung auf das Mahlgut erreicht wird, welche die Mahlung unterstützen kann.

[0028] Die Sedimentationszentrifuge 300 umfasst ei-

nen im Wesentlichen die Gestalt eines zylindrischen Bechers aufweisenden äusseren Rotor 330 und einen innerhalb desselben coaxial angeordneten inneren Rotor 340, wobei zwischen dem äusseren Rotor 330 und dem inneren Rotor 340 eine im Wesentlichen ringförmige Zentrifugenkammer 350 gebildet ist.

[0029] Der äussere Rotor 330 ist an seinem rührwerkseitigen Ende oder kurz vor diesem mit einem radial einwärts ragenden Ringflansch 331 mit einer axialen, einen Zentrifugeneinlauf bildenden Öffnung 332 ausgestattet. Die Umfangswand des äusseren Rotors 330 ist an zahlreichen Stellen von Durchlassöffnungen 333 durchbrochen, die ausreichend gross bemessen sind, so dass Mahlkörper durch sie hindurch aus der Zentrifugenkammer 350 der Sedimentationszentrifuge 300 in den sie umgebenden Raum der Mahlkammer 100 strömen können. Bei den Ausführungsbeispielen der Figuren 1 und 3 ist der äussere Rotor 330 mit einer coaxialen rohrförmigen Verlängerung 335 versehen, welche axial über den Zentrifugeneinlauf 332 hinaus in den Mahl- bzw. Rührraum der Mahlkammer 100 hineinragt und das Rührwerk 200 umschliesst. Die rohrförmige Verlängerung 335 kann auch mit einem Umlenkring (nicht dargestellt) versehen sein bzw. kann als solcher wirken (Umlenkorgan). Beim Ausführungsbeispiel der Fig. 2 ist keine solche Verlängerung dargestellt.

[0030] Der innere Rotor 340 ist hohlwellenseitig mittels eines coaxialen Separatorrohrs 360 mit dem Bodenbereich 334 des äusseren Rotors 330 fest verbunden. Das Separatorrohr 360 verläuft coaxial zur Hohlwelle 320 und mündet in diese. In der Wand des Separatorrohrs 360 sind mehrere Durchlassöffnungen 361 vorgesehen, durch welche das in der Sedimentationszentrifuge 300 befindliche Produkt in das Separatorrohr 360 und von diesem in die Hohlwelle 320 strömen kann. Die Hohlwelle 320 der Sedimentationszentrifuge 300 bildet somit einen Produktauslass der Rührwerkskugelmühle.

[0031] Beim Ausführungsbeispiel der Fig. 1, bei welchem die Sedimentationszentrifuge als Dekanter ausgebildet ist, weist der innere Rotor 340 im Wesentlichen eine zylindrische Gestalt mit einer zum Zentrifugeneinlauf 332 zeigenden vorzugsweise konischen Spitze auf, deren Stirnfläche (Konusfläche) mit 341 bezeichnet ist. Am äusseren Rotor 330 ist an dessen Mantelfläche eine Förderschnecke 336 angeordnet, die sich bis in die Verlängerung 335 des äusseren Rotors 330 erstreckt.

[0032] Bei den Ausführungsbeispielen von Fig. 2, Fig. 3 und Fig. 4 ist der innere Rotor 340 im Wesentlichen doppelkonisch ausgebildet und gegenüber dem inneren Rotor der Fig. 1 axial wesentlich kürzer. Dafür ist das Separatorrohr 360 entsprechend länger ausgebildet. Die Stirnfläche (Konusfläche) der dem Zentrifugeneinlauf 332 zugewandten Spitze des inneren Rotors 340 ist mit 341 bezeichnet. Der Bodenteil 334 des äusseren Rotors 330 ist an seiner Innenseite konisch ausgebildet, wobei die Konuswinkel des Bodenteils 334 und des separatorrohrseitigen konischen Abschnitts des inneren Rotors 340 im Wesentlichen gleich sind. Zwischen dem koni-

schen Bodenteil 334 des äusseren Rotors 330 und dem inneren Rotor 340 sind auf dem Separatorrohr 360 mehrere konische Separatorteller 362 im Wesentlichen gleichabständig coaxial angeordnet bzw. mit dem Separatorrohr 360 einstückig ausgebildet. Die Durchlassöffnungen 361 in der Wand des Separatorrohrs 360 sind über die Länge des Separatorrohrs 360 verteilt angeordnet, so dass sich zwischen den Separatortellern 362 einerseits und zwischen dem ersten und dem letzten Separatorteller und dem inneren Rotor 340 bzw. dem Bodenteil 334 des äusseren Rotors 330 jeweils mindestens eine Durchlassöffnung 361 befindet. Bei diesen Ausführungsbeispielen ist die Sedimentationszentrifuge also im Wesentlichen nach Art eines Tellerseparators aufgebaut.

[0033] Beim Ausführungsbeispiel der Fig. 1 ist ein Einlass 110 für Mahlgut in der rührwerkseitigen Stirnwand 101 der Mahlkammer 100 (am rührwerkseitigen Ende) vorgesehen. Das gemahlene bzw. dispergierte Produkt wird an der gegenüberliegenden Seite der Mahlkammer 100 durch die Hohlwelle 320 abgeführt. Bei den Ausführungsbeispielen der Figuren 2, 3 und 4 befindet sich der Einlass 110 für das Mahlgut in der hohlwellenseitigen Stirnwand 102 der Mahlkammer 100, das Produkt wird wiederum durch die Hohlwelle 320 abgeführt.

[0034] Die generelle Funktionsweise der Rührwerkskugelmühle ist wie folgt: Das Mahlgut wird durch den Einlass 110 in die Mahlkammer 100 eingeführt und im Rührwerk 200 durch die dort vorhandenen Mahlkörper gemahlen und suspendiert. Das Gemisch von gemahlendem Gut und Mahlkörpern gelangt durch den axialen Zentrifugeneinlauf 332 in den Innenraum 350 der Sedimentationszentrifuge 300. Dort erfolgt eine Abtrennung der Mahlkörper, indem diese durch die Zentrifugalwirkung der rotierenden Sedimentationszentrifuge radial nach aussen geschleudert werden. Die Mahlkörper gelangen durch die Durchlassöffnungen 333 des äusseren Rotors 330 in die Mahlkammer zurück und werden zum Rührwerk 200 zurückgespült. Das von den Mahlkörpern befreite Produkt strömt durch die Durchlassöffnungen 361 in das Separatorrohr 360 und von diesem in die Hohlwelle 320 und wird durch diese abgeführt.

[0035] Bei den Ausführungsbeispielen von Fig. 2, Fig. 3 und Fig. 4 umströmt das durch den Einlass 110 zugeführte Mahlgut auf seinem Weg zum Rührwerk 200 den äusseren Rotor 330 der Sedimentationszentrifuge 300. Aus dem äusseren Rotor 330 treten durch dessen Durchlassöffnungen 333 Mahlkörper aus. Diese Mahlkörper werden vom einströmenden Mahlgut mitgerissen und zum Mahlraum, in dem sich das Rührwerk 200 und der Grossteil der Mahlkörper befinden, zurückbefördert.

[0036] Nach der Mahlung tritt das Produkt-Mahlkörper-Gemisch durch den Einlauf 332 der Sedimentationszentrifuge 300 axial oder achsnah in diese ein, und zwar im Raum zwischen dem Rührwerk 200 und dem äusseren Rotor 330. Aufgrund der Zentrifugalkraft wird das eingetretene Produkt-Mahlkörper-Gemisch beschleunigt. Die durchströmte Querschnittsfläche der Zentrifugen-

kammer 350 zwischen den äusseren Enden der Separatorteller 362 und der Innenwand des äusseren Rotors 330 erweitert sich vorteilhafterweise nach aussen, so dass sich die Strömung beruhigen kann, um eine möglichst laminare Strömung mit reduzierter Geschwindigkeit zu erzielen und damit die Sedimentation der Mahlkörper an der Innenwand des äusseren Rotors 330 zu erleichtern, sodass möglichst wenige Mahlkörper zwischen die Separatorteller 362 mitgeschleppt werden. Dennoch zwischen die Separatorteller 362 mitgeschleppte Mahlkörper werden nach aussen geschleudert und sammeln sich mit den dort bereits angesammelten Mahlkörpern an der Innenwand des äusseren Rotors 330, um anschliessend durch die Durchlassöffnungen 333 hindurch zu gelangen und mit frisch eingespeistem Mahlgut zum Rührorgan zurückgefördert zu werden. Die Zwischenräume (Tellerkanäle) zwischen den Separatortellern 362 sind mit Vorteil ebenfalls so gestaltet, dass eine möglichst laminare Strömung erzielt wird. Die Anzahl an Separatortellern 362 kann dem gewünschten Durchsatz entsprechend gewählt werden. Das von den Mahlkörpern befreite Produkt gelangt durch die Durchlassöffnungen 361 in das Separatorrohr 362 und von dort über die Hohlwelle 320 zum Produktauslass.

[0037] Am anderen Ende (zentrifugenseitiges Ende) der Mahlkammer 100, auf der Seite der Hohlwelle 320, kann optional ein zusätzlicher Einlass 111 vorgesehen sein. Hier kann zusätzliche Produktsuspension, oder auch die Flüssigphase der Produktsuspension und eventuell auch ein Dispergiermittel, eingespritzt werden, um den starken Viskositätsanstieg, der vor allem bei Nanosuspensionen auftritt, zu verringern.

[0038] Bei der Ausführungsform der Fig. 1 wirkt die Sedimentationszentrifuge 300 im Wesentlichen als Dekanter. Die Mahlkörper werden vom inneren Rotor 340 nach aussen geschleudert und treten durch die Durchlassöffnungen 333 im äusseren Rotor 330 aus. Die am äusseren Rotor 330 angebrachte Förderschnecke 336 fördert die ausgetretenen Mahlkörper zurück in den Mahlraum. Auch bei dieser Ausführungsform kann am anderen Ende der Mahlkammer 100, auf der Seite der Hohlwelle 320, ein zusätzlicher Einlass 111 vorgesehen sein, durch den zusätzliche Produktsuspension oder auch die Flüssigphase der Produktsuspension und/oder ein Dispergiermittel eingespritzt werden kann, um den starken Viskositätsanstieg, der vor allem bei Nanosuspensionen auftritt, zu verringern.

[0039] Gemäss einer Detailvariante kann das Rührwerk 200 bzw. dessen Rührorgan 210 von einem Umlenkring umgeben sein, welcher die Strömungsverhältnisse im Mahlraum beeinflusst. Der Umlenkring kann statisch sein oder dynamisch, in welchem Falle er am äusseren Rotor befestigt wäre und sich mit diesem mitdrehen würde. Die Rührorgane können in verschiedener Form, z.B. als Schaufelräder, Scheiben, oder auch anders ausgebildet sein. Dabei kann entweder nur eines oder es können auch mehrere Rührorgane auf der Rührwerkswelle vorgesehen sein.

[0040] Das in Fig. 4 gezeigte vierte Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Rührwerkskugelmühle weist eine gewisse Ähnlichkeit mit dem in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel auf. Jedoch ist bei dem Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 4 ein ortsfester Umlenkring 337 als Umlenkorgan fest mit der Innenwand der Mahlkammer 100 verbunden. Der ortsfeste Umlenkring 337 ist um die Rührorgane 210 herum angeordnet, welche hier beispielsweise scheibenförmig ausgebildet sind. Auch ist bei dem Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 4 die optionale zusätzliche Einlassöffnung 111 nicht dargestellt, sie kann vorhanden sein oder auch nicht. Bezüglich der Funktionsweise des Ausführungsbeispiels gemäss Fig. 4 wird auf die vorstehende Beschreibung der Funktionsweise des Ausführungsbeispiels gemäss Fig. 3 verwiesen.

[0041] Zu den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen der erfindungsgemässen Rührwerkskugelmühle sind zahlreiche weitere, im Können des Fachmanns liegende Detailvarianten denkbar. Insbesondere kann z.B. der Antrieb des Rührwerks und der Sedimentationszentrifuge auf verschiedene Weise realisiert sein und können das Rührwerk und die Sedimentationszentrifuge auf verschiedene Weisen abgewandelt werden, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. So können beispielsweise als Rührorgane Schaufelräder, Scheiben oder andere geeignete Rührorgane verwendet werden. Die Erfindung ist anhand der vorstehenden Ausführungsbeispiele der Rührwerkskugelmühle beschrieben worden. Die Erfindung ist jedoch nicht derart zu verstehen, als sei sie auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr sind zahlreiche Änderungen und Varianten einer solchen Rührwerkskugelmühle vorstellbar, ohne dabei von der technischen Lehre der Erfindung abzuweichen. Beispielsweise kann die Rückförderung der Mahlkörper auch durch andere Förderorgane wie z.B. Schaufelräder erfolgen oder die Sedimentationszentrifuge als Röhrenzentrifuge ausgebildet sein. Ferner kann z.B. auch der Mahlraum, in welchem sich das Rührwerk befindet, durch eine zentral offene Zwischenwand in der Mahlkammer von der Sedimentationszentrifuge partiell abgegrenzt sein.

Patentansprüche

1. Rührwerkskugelmühle zum Feinmahlen oder Dispergieren eines Guts, mit einer vorzugsweise rotationssymmetrischen Mahlkammer (100) zur Aufnahme von Mahlkörpern sowie zur Aufnahme des zu mahlenden bzw. zu dispergierenden Guts, mit einem Einlass (110) für das zu mahlende oder zu dispergierende Gut, mit einem rotierend antreibbaren Rührwerk (200) mit mindestens einem Rührorgan (210) zum Bewegen der Mahlkörper und des zu mahlenden bzw. zu dispergierenden Guts in der Mahlkammer (100), mit einer Trenneinrichtung (300) zum Abscheiden der Mahlkörper aus dem gemah-

lenen bzw. dispergierten Gut und mit einem Produktauslass (320) für das gemahlene bzw. dispergierte und von Mahlkörpern befreite Gut, wobei das gemahlene bzw. dispergierte Gut durch die Trenneinrichtung (300) hindurch in den Produktauslass (320) gelangt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trenneinrichtung als rotierend antreibbare Sedimentationszentrifuge (300) mit einem axialen oder zumindest achsnahen Einlauf (332) für das mit den Mahlkörpern durchmischte Gut ausgebildet ist.

2. Rührwerkskugelmühle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sedimentationszentrifuge (300) einen im Wesentlichen becherförmigen äusseren Rotor (330) und einen mit diesem drehfest verbundenen coaxialen inneren Rotor (340) aufweist, wobei sich zwischen dem äusseren Rotor und dem inneren Rotor eine im Wesentlichen ringförmige Zentrifugenkammer (350) befindet.

3. Rührwerkskugelmühle nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der innere Rotor (340) über ein koaxiales Separatorrohr (360) mit einem Bodenteil (334) des äusseren Rotors (330) verbunden ist.

4. Rührwerkskugelmühle nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Separatorrohr (360) an seinem Umfang mit Durchlassöffnungen (361) für das gemahlene bzw. dispergierte Gut versehen ist.

5. Rührwerkskugelmühle nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sedimentationszentrifuge (300) über eine durch eine Stirnwand (102) der Mahlkammer (100) durchgeführte Hohlwelle (320) rotierend antreibbar ist, und dass das Separatorrohr (360) coaxial in die Hohlwelle (320) mündet.

6. Rührwerkskugelmühle nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der äussere Rotor (330) an seinem Umfang mit Durchlassöffnungen (333) für abgeschiedene Mahlkörper versehen ist.

7. Rührwerkskugelmühle nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der innere Rotor (340) an seinem dem Einlauf (332) zugewandten Ende eine vorzugsweise konische Stirnfläche (341) aufweist, die mit einem radial einwärts gerichteten Ringflansch (331) des äusseren Rotors (330) einen Ringkanal (342) bildet.

8. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sedimentationszentrifuge (300) als Tellerseparator ausgebildet ist.

9. Rührwerkskugelmühle nach den Ansprüchen 3 und 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf dem Sepa-

ratorrohr (360) mindestens ein vorzugsweise konischer Separatorteller (362) angeordnet ist.

10. Rührwerkskugelmühle nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf dem Separatorrohr (360) mehrere Separatorteller (362) vorzugsweise gleichabständig angeordnet sind, und dass die Durchlassöffnungen (361) des Separatorrohrs (360) zwischen und seitlich neben den Separatortellern (362) angeordnet sind. 5
10
11. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sedimentationszentrifuge (300) als Dekanter ausgebildet ist, wobei der innere Rotor (340) im Wesentlichen zylindrisch ausgebildet ist und eine vorzugsweise konische Stirnfläche (341) aufweist. 15
12. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rührwerk (200) und die Sedimentationszentrifuge (300) entweder unabhängig von einander oder gemeinsam rotierend antreibbar ausgebildet sind. 20
13. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Fördermittel (336) zur Zurückbeförderung von aus der Sedimentationszentrifuge (300) ausgetretenen Mahlkörpern in den das Rührwerk (200) enthaltenden Mahlraum der Mahlkammer (100) vorgesehen sind. 25
30
14. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein Umlenkorgan aufweist, welches zumindest teilweise um das mindestens eine Rührorgan herum angeordnet ist, und dass das Umlenkorgan entweder statisch ausgebildet ist, z.B. ortsfest in der Mahlkammer angeordnet ist, oder dynamisch, z.B. durch eine Verlängerung (335) des äusseren Rotors der Sedimentationszentrifuge. 35
40
15. Rührwerkskugelmühle nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Mahlkammer (100) ein zusätzlicher Einlass (111) zur Einspeisung von zusätzlicher Produktsuspension oder Flüssigphase der Produktsuspension und/oder Dispergiermittel vorgesehen ist. 45
50

50

55

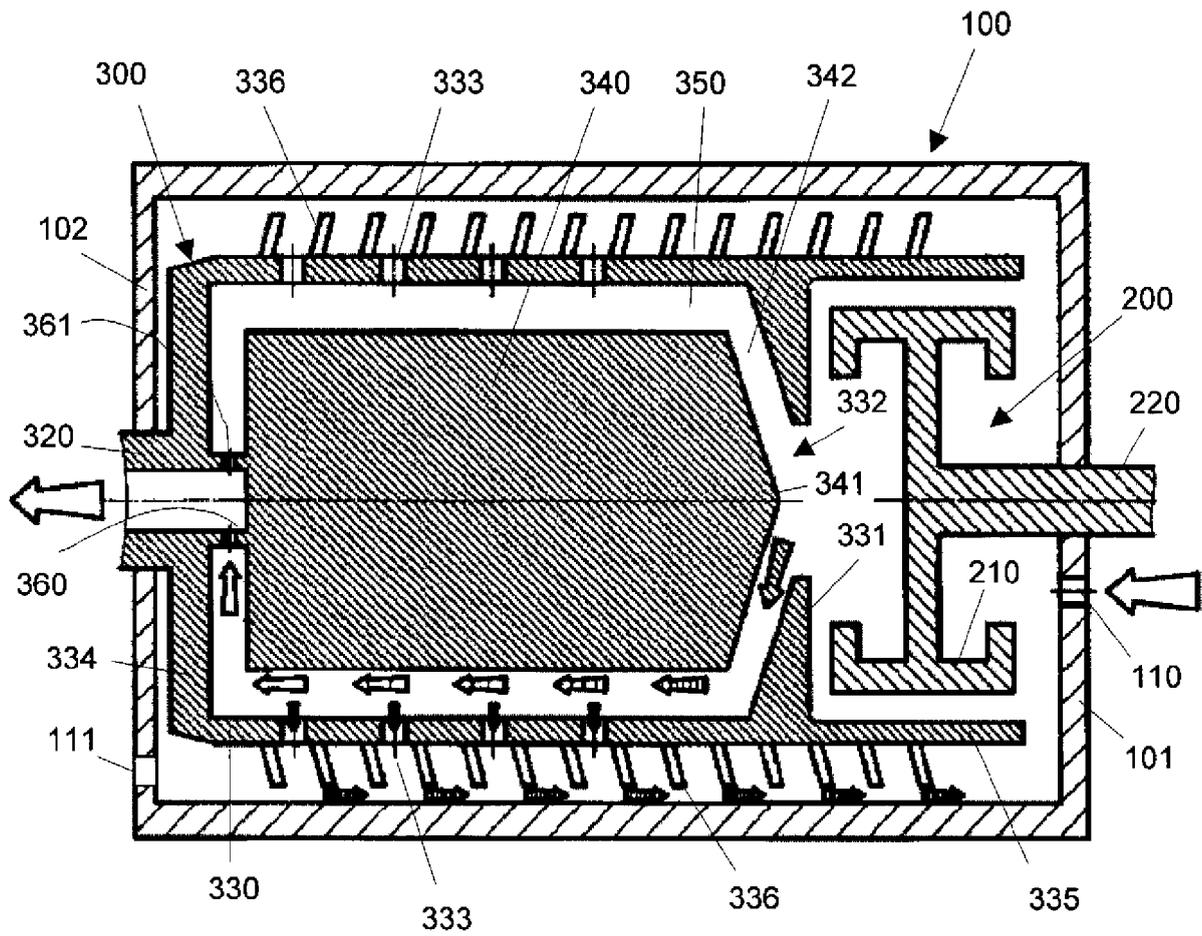


Fig. 1

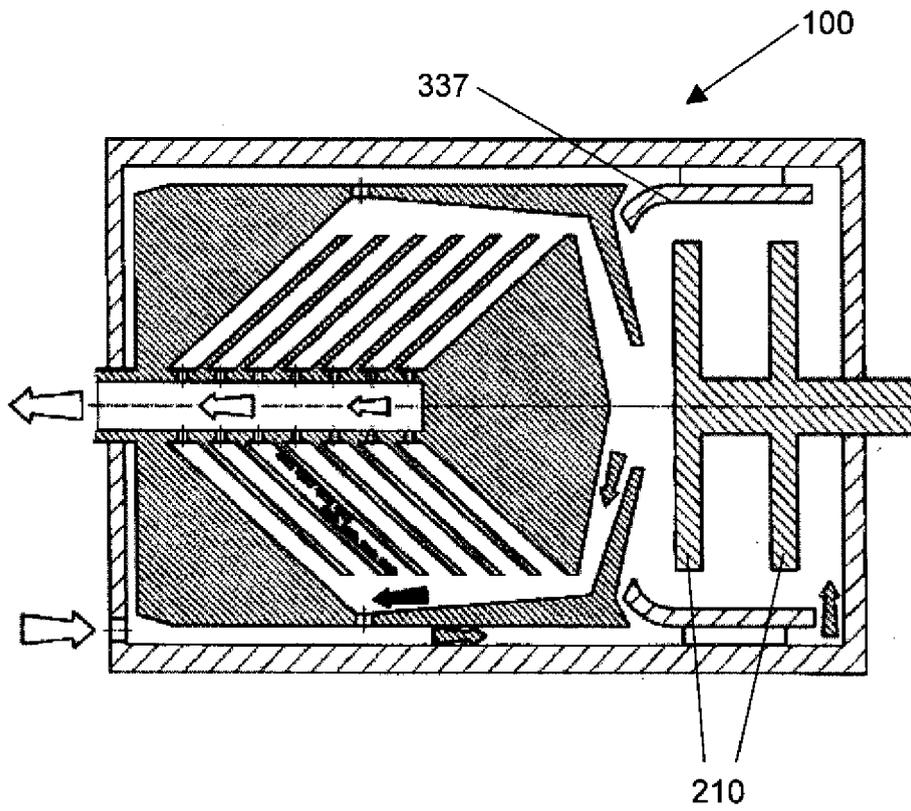


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 09 17 7022

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE		
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch
A	EP 2 036 613 A2 (NETZSCH FEINMAHLTECHNIK [DE]) 18. März 2009 (2009-03-18) * Anspruch 1; Abbildung 1 * -----	1
		KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
		INV. B02C17/16
		RECHERCHIERTER SACHGEBIETE (IPC)
		B02C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
1	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 28. April 2010
		Prüfer Strodel, Karl-Heinz
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
A : technologischer Hintergrund		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument
O : mündliche Offenbarung	
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

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

EP 09 17 7022

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

28-04-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2036613 A2	18-03-2009	BR PI0803553 A2	05-05-2009
		CN 101385989 A	18-03-2009
		DE 102007043670 A1	02-04-2009
		JP 2009066595 A	02-04-2009
		KR 20090028412 A	18-03-2009
		US 2009072060 A1	19-03-2009

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0627262 A [0003]
- DE 2215790 [0003]
- EP 0771591 A [0005]
- EP 1468739 A [0005]