

(19)



(11)

EP 3 050 628 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
03.08.2016 Patentblatt 2016/31

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

(21) Anmeldenummer: **16000204.4**

(22) Anmeldetag: **28.01.2016**

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

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

(72) Erfinder: **Ott, Klaus**
95234 Sparneck (DE)

(30) Priorität: **02.02.2015 DE 102015101476**

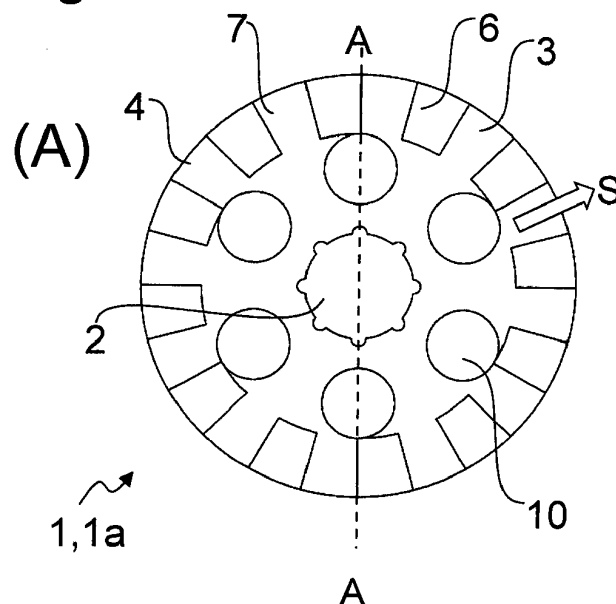
(54) RÜHRWERKSKUGELMÜHLE UND MAHLSCHEIBE FÜR RÜHRWERKSKUGELMÜHLEN

(57) Die Erfindung betrifft eine Rührwerkskugelmühle zur Bearbeitung und insbesondere Zerkleinerung von Mahlgut mit Hilfe von Mahlkörpern. Die Rührwerkskugelmühle umfasst ein Rührwerk mit einer drehbaren axialen Rührwelle, mit mindestens einer an der axialen Rührwelle im Wesentlichen senkrecht angeordneten Mahlscheibe. Die Mahlscheibe weist zwei Stirnseiten mit im Wesentlichen orthogonal zur axialen Rührwelle des Rührwerks ausgebildeten Stirnseitenebenen auf.

Erfindungsgemäß umfasst die Mahlscheibe Bereiche, in denen eine erste der zwei Stirnseiten erste Erhebungen und / oder erste Vertiefungen gegenüber der ersten Stirnseitenebene aufweist. Weiterhin umfasst die Mahlscheibe Bereiche, in denen eine zweite der zwei Stirnseiten zweite Erhebungen und / oder zweite Vertiefungen gegenüber der zweiten Stirnseitenebene aufweist. Durch die Erhebungen und / oder Vertiefungen auf jeder Stirnseite jeweils sind Strömungskanäle für einen Mahlgut und Mahlkörper umfassenden Produktstrom ausgebildet.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine Mahlscheibe für eine Rührwerkskugelmühle.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine Mahlscheibe für eine Rührwerkskugelmühle.

Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Rührwerkskugelmühle und eine Mahlscheibe gemäß den Merkmalen der Oberbegriffe der Ansprüche 1 und 15.

Stand der Technik

[0002] Die Erfindung bezieht sich auf eine Mahlscheibe für Rührwerkskugelmühlen. Die Rührwerkskugelmühle ist ein Gerät zur Grob-, Fein- und Feinstzerkleinerung oder Homogenisierung von Mahlgut. Eine Rührwerkskugelmühle besteht aus einem vertikal oder horizontal angeordneten, meist annähernd zylindrischen Mahlbehälter, der zu 70% bis 90 % mit Mahlkörpern gefüllt ist. Der Mahlbehälter ist bei Rührwerkskugelmühlen in der Regel stationär gelagert. Ein Rührwerk mit geeigneten Rührelementen sorgt für die intensive Bewegung der Mahlkörper. Viele herkömmlich bekannte Mühlen werden durch eine zentrale Öffnung in einer der Stirnwände befüllt. Das Einfüllen kann alternativ auch direkt über den Mahlzyylinder erfolgen. Die Mahlgutsuspension wird kontinuierlich durch den Mahlraum gepumpt. Dabei werden die suspendierten Feststoffe durch Prall- und Scherkräfte zwischen den Mahlkörpern zerkleinert bzw. dispergiert. Der Austrag ist von der Bauform abhängig und erfolgt beispielsweise durch ein Sieb am Mühlenende.

[0003] Das Rührwerk ist in der Regel durch eine Rührwerkswelle gebildet, die dazu dient, Scheiben oder radial abstehende Stifte zu drehen, insbesondere um in Flüssigkeit verteilte Feststoffe zu deagglomerieren und zu zerkleinern. Die Rührwerkswelle wird in der Regel motorisch angetrieben. Als geeignete Rührelemente finden insbesondere Scheibenrührer mit einer Mehrzahl von an einer Rührwelle angeordneten Mahlscheiben Verwendung. Die Mahlscheiben sind meist kreisförmig und können mit Durchlassöffnungen versehen sein. Über die Durchlassöffnung wird insbesondere die Produktströmung sichergestellt. Bekannt sind auch Scheiben mit radial abstehenden Erhebungen, die sich von der inneren Peripherie der Scheibe nach außen erstrecken, um eine intensivere Aktivierung der Mahlkörper zu erzielen.

[0004] Aus dem Stand der Technik bekannte glatte Mahlscheiben erzeugen überwiegend Schichtströmungen der Mahlkörper in radialer und tangentialer Richtung, wobei die Mahlkörper aneinander reiben. Axiale Impulse (Pralleffekte) sind dabei kaum wirksam.

[0005] DE 60115392 T2 beschreibt eine Feinmühle mit verbesserter Mahlscheibe. Wenigstens eine der Mahlscheiben weist einen sich axial erstreckenden Stift auf, der nach außen radial versetzt zur Welle und nach innen radial versetzt zur äußeren Kante der Mahlscheibe angebracht ist und ein distales Ende aufweist, das einem glatten Oberflächenteil einer nächsten benachbarten Mahlscheibe zugewandt ist. Der Stift wirkt als Aktivierungselement positiv auf die Mahlkörperbewegung. Insbesondere aktivieren die Stifte der Mahlscheiben die

Mahlkörper wechselseitig in axialer Richtung. Dies führt vermehrt zu Kontakten zwischen den Mahlkörpern und damit zu effektiveren Zerkleinerungsvorgängen.

[0006] Der vorbeschriebene Stand der Technik weist jedoch auch Nachteile auf. Exzentrerscheiben erzeugen beispielsweise eine Unwucht, die zu Vibrationen der Rührwerkskugelmühle führt. Die sogenannten Trinex-Scheiben - diese weisen eine Grundform in Form eines Dreiecks mit abgerundeten Ecken auf - können die Mahlkörper nicht optimal aktivieren beziehungsweise bewirken einen nicht ausreichenden Leistungseintrag in das Mahlgut bzw. die Mahlkörperpackung. Bei den in der DE 60115392 T2 beschriebenen Mahlscheiben ergibt sich eine starke Verdrängung der Mahlkörper in den Trennbereich hinein, in dem die Mahlkörper vom Produkt getrennt werden. In diesem Trennbereich sollte die Mahlkörperkonzentration jedoch möglichst niedrig sein.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Rührwerkskugelmühle mit Mahlscheiben bereitzustellen, die eine Verbesserung der Mahlwirkung und / oder Effizienz der Rührwerkskugelmühle bewirken und die Nachteile des Stands der Technik nicht aufweisen.

[0008] Die obige Aufgabe wird durch eine Rührwerkskugelmühle und durch eine Mahlscheibe gelöst, die die Merkmale in den Patentansprüchen 1 und 15 umfassen. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen werden durch die Unteransprüche beschrieben.

Beschreibung

[0009] Die Erfindung betrifft eine Rührwerkskugelmühle zur Bearbeitung und insbesondere Zerkleinerung von Mahlgut mit Hilfe von Mahlkörpern. Eine solche Rührwerkskugelmühle umfasst ein Rührwerk mit einer drehbaren axialen Rührwelle und mit mindestens einer an der axialen Rührwelle im Wesentlichen senkrecht angeordneten Mahlscheibe. Die Mahlscheibe weist insbesondere zwei kreisrunde Stirnseiten mit im Wesentlichen senkrecht zur axialen Rührwelle des Rührwerks ausgebildeten Stirnseitenebenen auf. Erfindungsgemäß umfasst die Mahlscheibe erste Bereiche, in denen eine erste der zwei Stirnseiten erste Erhebungen und / oder erste Vertiefungen gegenüber der ersten Stirnseitenebene aufweist. Weiterhin umfasst die Mahlscheibe zweite Bereiche, in denen eine zweite der zwei Stirnseiten zweite Erhebungen oder zweite Vertiefungen gegenüber der zweiten Stirnseitenebene aufweist. Die Erhebungen und / oder Vertiefungen der jeweiligen Stirnseiten bilden jeweils Strömungskanäle für den Produktstrom aus Mahlgut und Mahlkörpern aus. Der Produktstrom wird durch die Strömungskanäle von den Stirnseitenebenen der Mahlscheibe weg gelenkt, insbesondere wird der Produktstrom in den Zwischenraum zwischen zwei Mahlscheiben gelenkt. Die durch die Erhebungen und / oder Vertiefungen ausgebildeten Strömungskanäle bewirken wechselseitige axiale Impulse auf die Mahlkörper und die Ausbildung von so genannten Entlastungs- und Verdichtungs-zonen. Dies führt zu Vibrationen bzw. Turbu-

lenzen und somit einer erhöhten Stoßfrequenz zwischen den Mahlkörpern.

[0010] Die Erhebungen und / oder Vertiefungen der Stirnseiten vergrößern weiterhin die aktive Oberfläche der Stirnseiten der Mahlscheibe, wodurch die Aktivierung der Mahlkörper verstärkt wird. Insbesondere bewirken die erfindungsgemäßen Erhebungen und / oder Vertiefungen in radialer Ausrichtung der Mahlscheibe eine Erhöhung von axialen Stoßeffekten.

[0011] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Mahlscheibe erste Bereiche, in denen die erste Stirnseite Erhebungen gegenüber der ersten Stirnseitenebene aufweist. Dagegen weist die Mahlscheibe in diesen Bereichen auf der zweiten gegenüberliegenden Stirnseite Vertiefungen gegenüber der zweiten Stirnseitenebene auf. Insbesondere weist die Mahlscheibe in diesem ersten Bereich dieselbe Dicke wie in benachbarten Bereichen auf. Alternativ oder zusätzlich kann die Mahlscheibe zweite Bereiche umfassen, in denen die erste Stirnseite Vertiefungen gegenüber der ersten Stirnseitenebene aufweist und wobei die Mahlscheibe in diesen zweiten Bereichen auf der zweiten Stirnseite zweite Erhebungen gegenüber der zweiten Stirnseitenebene aufweist. Insbesondere entsprechen die Bereiche, in denen die erste Stirnseite erste Erhebungen aufweist den Bereichen der Mahlscheiben, in denen die zweite Stirnseite zweite Vertiefungen aufweist und vice versa. Insbesondere stellt die zweite Stirnseite somit ein inverses Abbild der ersten Stirnseite der Mahlscheibe dar.

[0012] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Mahlscheibe in ersten Bereichen auf der ersten Stirnseite Erhebungen aufweist und in zweiten Bereichen auf der zweiten Stirnseite Erhebungen aufweist. In den ersten Bereichen entspricht die zweite Stirnseite der zweiten Stirnseitenebene und in den zweiten Bereichen entspricht die erste Stirnseite der ersten Stirnseitenebene.

[0013] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung erstrecken sich die Erhebungen und / oder die Vertiefungen radial von einer zentralen Wellenöffnung für die Rührwelle des Rührwerks zu einem äußeren Rand beziehungsweise Außenumfang der Mahlscheibe. Gemäß einer weiteren Ausführungsform erstrecken sich die Erhebungen und / oder die Vertiefungen von einer zentralen Wellenöffnung für die Rührwelle des Rührwerks zu einem äußeren Rand beziehungsweise Außenumfang der Mahlscheibe, wobei die Vertiefungen in einem Winkel ungleich 0° zu den Radien der Mahlscheibe ausgebildet sind. Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung sind die Vertiefungen in einem Winkel zwischen 15° und 75° zu den Radien der Mahlscheibe ausgebildet.

[0014] Die Erhebungen und Vertiefungen einer Stirnseite können beispielsweise in einem regelmäßigen Muster alternierend ausgebildet sein, das heißt Erhebungen und Vertiefungen sind abwechselnd in einem gleichmäßigen Muster auf der jeweiligen Stirnseite angeordnet. Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Erhebungen und / oder Vertiefungen an sich jeweils strukturiert

sind und so genannten Unterstrukturen aufweisen. Bei den Unterstrukturen handelt es sich beispielsweise um ein weiteres Profil aus kleineren Erhebungen und Vertiefungen.

[0015] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung weist die Mahlscheibe im Bereich der zentralen Wellenöffnung eine erste Stärke auf. Dagegen weist die Mahlscheibe im Bereich ihres Außenumfangs eine zweite Stärke auf, die größer ist als die erste Stärke. Das heißt, insbesondere nimmt die Stärke der Mahlscheibe radial nach außen hin zu. Dies führt ebenfalls zur Ausbildung von Verdichtungs- und / oder Entlastungszonen. In eine solche sich nach außen verdickende Mahlscheibe können beispielsweise Vertiefungen eingefräst werden, um die gewünschten alternierenden axialen Bewegungen im Mahlgut- Mahlkörper- Produktstrom zu erzielen. Insbesondere werden wechselseitige Einfräsungen verwendet, um ein oben beschriebenes Muster zu erhalten, bei dem erhöhte Bereiche auf der einen Stirnseite mit Vertiefungen auf der anderen Stirnseite korrespondieren.

[0016] Alternativ kann eine konische Erweiterung beziehungsweise Verdickung der Mahlscheibe zum äußeren Rand hin sukzessive auf unterschiedlichen inneren Radien beziehungsweise Kreisringen der Mahlscheibe erfolgen. In Verbindung mit gegensätzlich gerichteten Einfräsungen in benachbarten Ringen kann eine weitere Intensivierung der Radialströmung bewirkt werden, wobei ebenfalls Druckdifferenzen erzeugt und somit Kavitationseffekte bewirkt werden.

[0017] Beispielsweise können die Stirnseiten der Mahlscheibe jeweils in mindestens zwei Kreisringe unterteilt sein, wobei innerhalb der Kreisringe alternierende Bereiche mit Erhebungen und Vertiefungen ausgebildet sind. Insbesondere ist wiederum vorgesehen, dass Bereiche derart ausgebildet sind, dass beispielsweise auf der ersten Stirnseite Erhebungen und auf der zweiten Stirnseite Vertiefungen ausgebildet sind. Weiterhin ist gemäß einer Ausführungsform vorgesehen, dass Vertiefungen in einem inneren Kreisring auf einer Stirnseite der Mahlscheibe keine oder nur bereichsweise Angrenzungsbereiche mit Vertiefungen in einem angrenzenden äußeren Kreisring derselben Stirnseite der Mahlscheibe aufweisen. Zusätzlich ist vorgesehen, dass Erhebungen im inneren Kreisring auf einer Stirnseite der Mahlscheibe keine oder nur bereichsweise Angrenzungsbereiche mit Erhebungen im angrenzenden äußeren Kreisring auf derselben Stirnseite der Mahlscheibe aufweisen.

[0018] Gemäß einer speziellen Ausführungsform einer in mindestens zwei Kreisringen unterteilten Mahlscheibe weisen die Vertiefungen in einem inneren Kreisring keine Angrenzungsbereiche mit Vertiefungen in einem angrenzenden äußeren Kreisring auf. Zudem weisen die Erhebungen im inneren Kreisring keine Angrenzungsbereiche mit Erhebungen im angrenzenden äußeren Kreisring auf. Insbesondere sind innerhalb eines Kreissegments umfassend ein Teilsegment des inneren Kreisrings und ein Teilsegment des äußeren Kreisrings eine Erhebung und eine Vertiefung fluchtend angeordnet.

[0019] Gemäß einer weiteren Ausführungsform einer in mindestens zwei Kreisringen unterteilten Mahlscheibe weisen die Vertiefungen in einem inneren Kreisring keine Angrenzungsbereiche mit Vertiefungen in einem angrenzenden äußeren Kreisring auf. Dagegen weisen Erhebungen im inneren Kreisring bereichsweise Angrenzungsbereiche mit Erhebungen im angrenzenden äußeren Kreisring auf. Bei diesem Ausführungsbeispiel kann beispielsweise vorgesehen sein, dass das Muster aus Erhebungen und Vertiefungen auf einer Stirnseite der Mahlscheibe nicht zu 100% invers auf der anderen Stirnseite der Mahlscheibe nachgebildet ist.

[0020] Gemäß einer weiteren Ausführungsform einer in mindestens zwei Kreisringen unterteilten Mahlscheibe sind die Vertiefungen in einem inneren Kreisring in einem ersten Winkel ungleich 0° zu den Radien der Mahlscheibe ausgebildet. Dagegen sind die Vertiefungen in einem angrenzenden äußeren Kreisring in einem zweiten Winkel ungleich 0° zu den Radien der Mahlscheibe ausgebildet, wobei der erste Winkel ungleich dem zweiten Winkel ist. Beispielsweise handelt es sich bei dem ersten Winkel um einen spitzen Winkel und bei dem zweiten Winkel um einen negativen spitzen Winkel gegenüber einem Radius der Mahlscheibe. Beispielsweise werden die Mahlscheiben aus einem Vollmaterial hergestellt, in das die Vertiefungen eingearbeitet, insbesondere eingefräst, werden, um somit die Erhebungen und / oder Vertiefungen gegenüber einer Stirnseitenebene der Mahlscheibe auszubilden. Durch das Einfräsen der Vertiefungen in das Vollmaterial ist es möglich, die Vertiefungen mit verschiedenen Winkeln in die Mahlscheibe einzubringen, so dass die Vertiefungen nicht radial zur Scheibenachse aufgeteilt sind.

[0021] Die Mahlscheibe kann auch mittels anderer geeigneter Verfahren aus einem Vollmaterial hergestellt werden, beispielsweise mittels eines Umformverfahrens wie Formgießen oder Ähnlichem.

[0022] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind mindestens zwei benachbarte Mahlscheiben an einer Rührwelle derart angeordnet, dass die jeweils einander direkt gegenüberliegenden Seitenflächen jeweils spiegelbildlich ausgebildet sind. Insbesondere sind Vertiefungen der einen Mahlscheibe direkt axial gegenüberliegend zu Vertiefungen der anderen Mahlscheibe ausgebildet und Erhöhungen der einen Mahlscheibe sind direkt axial gegenüberliegend zu Erhöhungen der anderen Mahlscheibe ausgebildet. Dadurch gibt es zwischen den beiden Mahlscheiben im Bereich der jeweiligen Vertiefungen verbreiterte Bereiche mit einem größeren Abstand zwischen den beiden Mahlscheiben. Dies sind sogenannte Entlastungszonen. Weiterhin gibt es zwischen den beiden Mahlscheiben im Bereich der jeweiligen Erhöhungen verengte Bereiche mit einem geringeren Abstand zwischen den beiden Mahlscheiben. Dies sind sogenannte Verdichtungszonen. Zwischen den Entlastungszonen und den Verdichtungszonen besteht eine Druckdifferenz, wodurch axiale Pulse erzeugt werden. Dies führt zu Schwingungen in dem Mahlgut-

Mahlkörper- Produktstrom und damit zu einer zusätzlichen Beanspruchung der Mahlgut- Partikel. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Mahlscheibe für ein Rührwerk einer Rührwerkskugelmühle zur Bearbeitung und insbesondere Zerkleinerung von Mahlgut mit Hilfe von Mahlkörpern mit den vorbeschriebenen Merkmalen.

Figurenbeschreibung

[0023] Im Folgenden sollen Ausführungsbeispiele die Erfindung und ihre Vorteile anhand der beigefügten Figuren näher erläutern. Die Größenverhältnisse der einzelnen Elemente zueinander in den Figuren entsprechen nicht immer den realen Größenverhältnissen, da einige Formen vereinfacht und andere Formen zur besseren Veranschaulichung vergrößert im Verhältnis zu anderen Elementen dargestellt sind.

Figuren 1A bis 1 D zeigen verschiedene Ansichten einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Mahlscheibe.

Figuren 2A bis 2B zeigen verschiedene Möglichkeiten von weiteren Ausführungsformen von erfindungsgemäßen Mahlscheiben.

Figur 3 zeigt weitere Ausführungsformen der Strukturierung von erfindungsgemäßen Mahlscheiben.

Figuren 4A bis 4D zeigen verschiedene Ansichten einer vierten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Mahlscheibe.

Figur 5 zeigt das Strömungsverhalten von Mahlkörpern zwischen zwei erfindungsgemäßen Mahlscheiben gemäß den Figuren 1A bis 1 D.

Figur 6 zeigt das Strömungsverhalten von Mahlkörpern zwischen zwei erfindungsgemäßen Mahlscheiben gemäß den Figuren 1A bis 1D, die spiegelbildlich zueinander angeordnet sind.

[0024] Für gleiche oder gleich wirkende Elemente der Erfindung werden identische Bezugszeichen verwendet. Ferner werden der Übersicht halber nur Bezugszeichen in den einzelnen Figuren dargestellt, die für die Beschreibung der jeweiligen Figur erforderlich sind. Die dargestellten Ausführungsformen stellen lediglich Beispiele dar, wie die erfindungsgemäße Vorrichtung ausgestaltet sein kann und stellen keine abschließende Begrenzung dar.

[0025] Figuren 1A bis 1 D zeigen verschiedene Ansichten einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Mahlscheibe 1, 1 a. Insbesondere zeigt Figur 1A eine Draufsicht auf eine erste Stirnseite 4 einer Mahlscheibe 1a, Figur 1B zeigt einen Schnitt durch eine Mahlscheibe 1a entlang der in Figur 1A dargestellten Schnittlinie A-A, Figur 1 C zeigt eine Seitenansicht auf eine

Mahlscheibe 1 a und Figur 1 D zeigt eine perspektivische Darstellung einer Mahlscheibe 1 a. Die Mahlscheibe 1 a umfasst einen kreisförmigen Scheibenkörper 3 mit einer zentralen Achsöffnung 2 für die Rührachse des Rührwerks (nicht dargestellt). Weiterhin weist die Mahlscheibe 1 a Durchströmöffnungen 10 für das Mahlgut und die Mahlkörper auf.

[0026] Die Mahlscheibe 1 a weist auf beiden Stirnseiten 4, 5 jeweils Erhöhungen 6, 6* auf. Die zwischen den Erhöhungen 6, 6* ausgebildeten Vertiefungen werden im Folgenden auch als Nuten 7, 7* bezeichnet, die die Mahlscheibe 1 a jeweils nicht ganz durchdringen. Die Erhöhungen 6, 6* und Nuten 7, 7* können willkürlich oder auch regelmäßig angeordnet sein. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Erhöhungen 6, 6* und Nuten 7, 7* regelmäßig beabstandet angeordnet. Insbesondere ist vorgesehen, dass einer ersten Erhöhung 6 auf der ersten Stirnseite 4 eine korrespondierende zweite Nut 7* auf der zweiten Stirnseite 5 zugeordnet ist. Weiterhin ist vorgesehen, dass einer ersten Nut 7 auf der ersten Stirnseite 4 eine korrespondierende zweite Erhöhung 6* auf der zweiten Stirnseite 5 zugeordnet ist.

[0027] Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Mahlscheibe 1 a kommt es zu axialen Impulsen auf die Mahlkörper unter Ausbildung von sogenannten Entlastungs- und Verdichtungszone. Das heißt die Erhöhungen 6, 6* und Nuten 7, 7* bewirken einen nach außen gerichteten Mahlgut- Mahlkörperstrom S, wobei der Mahlgut-Mahlkörperstrom S insbesondere durch die Nuten 7, 7* nach außen abgeleitet wird. Die Erhöhungen 6, 6* und Nuten 7, 7* bewirken weiterhin zusätzliche Vibrationen in den Mahlkörpern beziehungsweise in der Mahlgut- Mahlkörperpackung und führen somit zu einer hohen Stoßfrequenz zwischen den Mahlkörpern beziehungsweise Mahlgut- Mahlkörperpackungen.

[0028] Weiterhin entstehen durch die Vertiefungen 7, 7* Druckunterschiede an der Oberfläche der Stirnseiten 4, 5, welche zu Kavitationseffekten führen und den Dispergiereffekt verstärken können.

[0029] Durch die Erhöhungen 6, 6* und Vertiefungen 7, 7* wird weiterhin die aktive Scheibenoberfläche der Stirnseiten 4, 5 vergrößert. Dies führt zu einer erhöhten beziehungsweise intensiveren Aktivierung der Mahlkörper. In der dargestellten Ausführungsform ist die Mahlscheibe 1 a mit Durchlassöffnungen 10 zur Erzeugung von gezielten Produktströmungen versehen. Gemäß einer alternativen Ausführungsform weist die Mahlscheibe keine Durchlassöffnungen auf. Die Ausführungsform einer Mahlscheibe 1 a mit Durchlassöffnungen 10 weist allerdings den Vorteil auf, dass die Durchlassöffnungen 10 die Aktivierung der Mahlkörper, insbesondere an den durch die Durchlassöffnungen 10 zusätzlich gebildeten Kanten der Mahlscheibe 1 a, erhöhen. Bei Mahlscheiben ohne Durchlassöffnungen strömt der gesamte Mahlgut-Mahlkörperstrom an den Mahlscheiben vorbei.

[0030] Gemäß einer nicht dargestellten Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass weitere Nuten in bereits vorhandenen Nuten 7, 7* verlaufen, das heißt, die Ver-

tiefungen 7, 7* weisen eine weitere Unterstruktur auf.

[0031] Figuren 2A bis 2B zeigen verschiedene Möglichkeiten von weiteren Ausführungsformen von erfindungsgemäßen Mahlscheiben 1, 1b. Insbesondere ist die Mahlscheibe 1 b in Viertelkreissektoren I bis IV aufgeteilt, wobei jeder Viertelkreissektor I bis III eine unterschiedliche Ausführungsform einer Mahlscheibe 1b-I, 1b-II, 1b-III, 1 b-IV mit unterschiedlicher Ausbildung von Erhöhungen 6 und Vertiefungen 7 darstellt. Hierbei sind die Erhöhungen 6 beziehungsweise Vertiefungen 7 durch weitere Strukturen 6U, 7U unterteilt, beispielsweise findet sich gemäß Figur 2B in einem erhöhten Bereich 6 eine gezackte Profilierung 6U. Insbesondere sind mehrerer Reihen mit Erhöhungen 6U hintereinander angeordnet. Hierbei sind die Erhöhungen 6U immer versetzt, so dass auf eine Erhöhung 6U immer eine Aussparung beziehungsweise ein Zwischenraum 8 folgt. Die Größe der Erhöhungen 6U und Aussparungen beziehungsweise Zwischenräume 8 kann immer gleich oder variabel sein, wobei auch die Anordnung von Erhöhungen 6 und Vertiefungen 7 in unterschiedlichen Größen auf einer Mahlscheibe 1 denkbar ist.

[0032] Sektor I zeigt eine Ausführungsform einer Mahlscheibe 1b-I. Hierbei ist die Mahlscheibe 1c-I in radiale Sektoren 11 gleicher Größe unterteilt, wobei ein radialer Sektor 11 von der Mitte der Mahlscheibe 1b-I zum äußeren Rand hin in einen inneren Untersektor 12a und einen äußeren Untersektor 12b unterteilt ist. Hierbei ist vorgesehen, dass ein innerer Untersektor 12a insbesondere Erhöhungen 6 und der radial angrenzende äußere Untersektor 12b dagegen Vertiefungen 7 aufweisen. Weiterhin ist vorgesehen, dass Erhöhungen 6 und Vertiefungen 7 in direkt benachbarten inneren Untersektoren 12a beziehungsweise direkt benachbarten äußeren Untersektoren 12b jeweils abwechselnd angeordnet sind. Insbesondere sind die Untersektoren 12a, 12b regelmäßig alternierend angeordnet, die die die Sektoren 11 stellen jeweils Winkelsegmente gleicher Größe dar. Die Erhöhungen 6 und Vertiefungen 7 weisen jeweils zumindest annähernd eine Trapezform auf.

[0033] Sektor II zeigt eine Ausführungsform einer Mahlscheibe 1b-II. Hierbei weisen die radialen Sektoren 11 a, 11 b jeweils unterschiedliche Winkelbreiten auf. Analog zur Mahlscheibe 1b-I sind die Erhöhungen 6 in einem äußeren Kreisring eines radialen Sektors 11 angrenzend an Vertiefungen 7 eines inneren Kreisrings desselben radialen Sektors 11 und angrenzend an Vertiefungen 7 eines äußeren Kreisrings eines direkt benachbarten radialen Sektors 11.

[0034] Sektor III zeigt eine Ausführungsform einer Mahlscheibe 1b-III. Hierbei weisen die radialen Sektoren 11 jeweils unterschiedliche Winkelbreiten auf. Weiterhin sind Erhöhungen 6 und Vertiefungen 7 unregelmäßig ausgebildet. Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass eine Vertiefung 7 teilweise in einen benachbarten radialen Sektor 11 hineinragt.

[0035] Sektor IV zeigt eine Ausführungsform einer Mahlscheibe 1b-IV. Hierbei weisen die radialen Sektoren

11 jeweils unterschiedliche Winkelbreiten auf. Weiterhin sind Erhöhungen 6 und Vertiefungen 7 nur in jedem zweiten radialen Sektor 11 ausgebildet wobei die Anordnung der Erhöhungen 6 und Vertiefungen im inneren und äußeren Kreisring jedes zweigeteilten radialen Sektors 11 jeweils gleich ist. Figur 3 zeigt weitere Ausführungsformen der Strukturierung von erfindungsgemäßen Mahlscheiben 1, 1c. Insbesondere ist die Mahlscheibe 1 c in Viertelkreissektoren I bis IV aufgeteilt, wobei jeder Viertelkreis Sektor I bis III eine unterschiedliche Ausführungsform einer Mahlscheibe 1c-I, 1c-II, 1c-III mit unterschiedlicher Ausbildung von Erhöhungen 6 und Vertiefungen 7 darstellt. Hierbei sind die Erhöhungen 6 und Vertiefungen 7 aus einem Vollmaterial herausgearbeitet, insbesondere sind die Vertiefungen 7 aus dem Vollmaterial herausgefräst. Dadurch ist es einfach möglich, Vertiefungen 7 mit verschiedenen Winkeln in die Mahlscheibe 1c-I, 1c-II, 1c-III einzubringen, so dass die Vertiefungen 7 nicht radial zur Scheibenachse aufgeteilt sein müssen.

[0036] Sektor I zeigt eine Ausführungsform einer Mahlscheibe 1c-I mit radialen Sektoren 11, die von der Mitte der Mahlscheibe 1c-I zum äußeren Rand hin in innere Untersektoren 12a und äußere Untersektoren 12b unterteilt sind. Insbesondere sind die Sektoren 11 zweireihig unterteilt. Hierbei ist vorgesehen, dass ein innerer Untersektor 12a insbesondere Erhöhungen 6 und der radial angrenzende äußere Untersektor 12b dagegen Vertiefungen 7 aufweisen. Weiterhin ist vorgesehen, dass Erhöhungen 6 und Vertiefungen 7 in direkt benachbarten inneren Untersektoren 12a beziehungsweise direkt benachbarten äußeren Untersektoren 12b jeweils abwechselnd angeordnet sind. Insbesondere sind die Untersektoren 12a, 12b regelmäßig alternierend angeordnet, die die die Sektoren 11 stellen jeweils Winkelsegmente gleicher Größe dar. Die Erhöhungen 6 und Vertiefungen 7 weisen jeweils zumindest annähernd eine Trapezform auf.

[0037] Sektor II zeigt eine Ausführungsform einer Mahlscheibe 1c-II, bei der ebenfalls eine Unterteilung in einen inneren Kreisring 13 und einen äußeren Kreisring 14 vorgesehen ist. Innerhalb der Kreisringe 13, 14, sind Erhöhungen 6 vorgesehen, die in der Draufsicht jeweils die Form eines gleichschenkligen Trapezes zeigen. Weiterhin sind Vertiefungen 7 vorgesehen, die in der Draufsicht die Form eines Rechtecks zeigen. Die Erhöhungen 6 und Vertiefungen 7 sind innerhalb eines Kreisrings 13, 14 regelmäßig und alternierend angeordnet. Die Vertiefungen 7 weisen eine Breite B auf, die geringer ist als längere Breitseite einer Erhöhung 6₁₃ im inneren Kreisring 13 und geringer als die kürzere Breitseite einer Erhöhung 6₁₄ im äußeren Kreisring 14. Vorzugsweise weisen die rechteckigen Vertiefung 7₁₃, 7₁₄ im inneren und äußeren Kreisring 13, 14 jeweils dieselbe Breite B auf.

[0038] Die Vertiefungen 7 sind derart angeordnet, dass die Mittelachse einer trapezförmigen Erhöhung 6₁₄ im äußeren Kreisring 14 und die Mittelachse einer rechteckigen Vertiefung 7₁₃ im inneren Kreisring 13 auf einer gemeinsamen Achse liegen und dass die Mittelachse ei-

ner rechteckigen Vertiefung 7₁₄ im äußeren Kreisring 14 und die Mittelachse einer trapezförmigen Erhöhung 6₁₃ im inneren Kreisring 13 ebenfalls auf einer gemeinsamen Achse, insbesondere auf einem Radius r der Mahlscheibe 1c-II, liegen. Insbesondere grenzt eine rechteckige Vertiefung 7₁₃ des inneren Kreisrings 13 an eine trapezförmige Erhöhung 6₁₄ im äußeren Kreisring 14. Aufgrund der oben beschriebenen Breite B der rechteckigen Vertiefungen 7 und der beschriebenen Anordnung ergibt sich somit eine Überschneidung der Erhöhungen 6₁₃, 6₁₄, das heißt insbesondere, dass die trapezförmigen Erhöhungen 6₁₃, 6₁₄ des inneren und äußeren Kreisrings 13, 14 bereichsweise aneinander grenzen. Ein solcher Angrenzungsbereich wird unter Verweis mit der Referenznummer 15 dargestellt.

[0039] Sektor III zeigt eine Ausführungsform einer Mahlscheibe 1c-III, bei der Vertiefungen 7 in verschiedenen Winkeln α_1 , α_2 in die Mahlscheibe 1c-III eingebracht wurden, so dass die Vertiefungen 7 nicht radial zur Scheibenachse aufgeteilt sind. Insbesondere weisen die Vertiefungen 7 jeweils annähernd die Form eines Parallelogramms auf. Die Vertiefungen 7₁₃ in dem inneren Kreisring 13 sind in einem ersten Winkel α_1 ungleich 0° zu einem Radius r der Mahlscheibe 1c-III ausgebildet. Dagegen sind die Vertiefungen 7₁₄ in dem angrenzenden äußeren Kreisring 14 in einem zweiten Winkel α_2 ungleich 0° zu einem Radius r der Mahlscheibe 1c-III ausgebildet. Es handelt sich jeweils um spitze Winkel α_1 , α_2 jedoch mit unterschiedlichen Vorzeichen. Alternativ könnte es sich auch jeweils um spitze Winkel mit gleichem Vorzeichen aber unterschiedlichem Betrag handeln.

[0040] Gemäß einer weiteren, nicht dargestellten Ausführungsform kann auch vorgesehen sein, innerhalb eines Kreisrings 13, 14 parallelogrammähnliche Vertiefungen 7 mit jeweils unterschiedlichen Winkeln zu einem Radius r der Mahlscheibe 1c-III vorzusehen.

[0041] Figuren 4A bis 4D zeigen verschiedene Ansichten einer vierten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Mahlscheibe 1, 1 d. Bei dieser wird der axiale Impuls bzw. die Verdichtungs- und/oder Entlastungszone durch unterschiedlich tiefe Einfräsungen erzielt. Insbesondere ist eine Dicke der Mahlscheibe 1d im Bereich eines inneren Durchmesser d_i und eines äußeren Durchmessers d_A gleich.

[0042] Insbesondere weist die Mahlscheibe 1d wechselseitige Vertiefungen 7 beziehungsweise Einfräsungen auf, die zu alternierenden axialen Bewegungen des Mahlguts und der Mahlkörper führen. Durch die entstehenden Aktivierungsflächen wird weiterhin eine Intensivierung der Radialströmung S bewirkt. Gemäß einer weiteren Ausführungsform könnte die Mahlscheibe 1d analog zu den in den Figuren 2 und 3 beschriebenen Ausführungsformen Einfräsungen auf unterschiedlichen inneren Radien beziehungsweise Kreisringen aufweisen. Beispielsweise können gegensätzlichen Einfräsungen in benachbarten Ringen vorgesehen sein (vergleiche Mahlscheibe 1 c-III in Figur 3). Die Einfräsungen können hier-

bei beispielsweise unterschiedlich tief ausgebildet sein und / oder unregelmäßig angeordnet sein. Insbesondere können die Form, die Winkelanordnung und / oder die Breite der Einfräsungen unterschiedlich gewählt werden. Analog zu dem in den Figuren 1A bis 1D beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel einer Mahlscheibe 1 a bewirken Druckdifferenzen hier ebenfalls vorteilhafte Kavitationseffekte.

[0043] Figur 5 zeigt das Strömungsverhalten von Mahlkörpern zwischen zwei erfindungsgemäßen ersten Mahlscheiben 1 a gemäß dem in den Figuren 1a bis 1D dargestellten ersten Ausführungsbeispiels. Die erfindungsgemäße Strukturierung der Stirnflächen 4, 5 der Mahlscheiben 1a insbesondere durch Erhöhungen 6 und Nuten 7 bewirken einen nach außen gerichteten Mahlgut- Mahlkörperstrom S. Der Mahlgut-Mahlkörperstrom S wird insbesondere durch die Nuten 7 in den Zwischenraum Z zwischen den Mahlscheiben 1a abgeleitet. Zusätzlich finden vermehrt Vibrationen in den Mahlkörpern beziehungsweise in der Mahlgut- Mahlkörperpackung statt, die zu einer erhöhten Stoßfrequenz zwischen den Mahlkörpern beziehungsweise innerhalb der Mahlgut-Mahlkörperpackungen führen und dadurch eine intensivere Beanspruchung der Mahlgutpartikel bewirken.

[0044] Figur 6 zeigt das Strömungsverhalten von Mahlkörpern zwischen zwei erfindungsgemäßen ersten Mahlscheiben 1 a, 1a* gemäß dem in den Figuren 1A bis 1D dargestellten ersten Ausführungsbeispiels, wobei die Mahlscheiben 1 a, 1a* spiegelbildlich zueinander angeordnet sind. Durch die spiegelbildliche Anordnung der Mahlscheiben 1 a, 1a* sind Vertiefungen 7 der einen Mahlscheibe 1 a direkt gegenüberliegend zu Vertiefungen 7* der anderen Mahlscheibe 1a* ausgebildet und Erhöhungen 6 der einen Mahlscheibe 1 a sind direkt gegenüberliegend zu Erhöhungen 6* der anderen Mahlscheibe 1a* ausgebildet. Dadurch ergeben sich im Zwischenraum Z zwischen den beiden Mahlscheiben 1 a, 1a* durch den jeweils nach außen gerichteten Mahlgut-Mahlkörperstrom S insbesondere Verdichtungszone V und Entlastungszonen E, in denen der Mahlgut- Mahlkörperstrom S jeweils unterschiedlichen Kräften ausgesetzt ist. Die Verdichtungszone V werden dabei insbesondere in dem Bereich zwischen den beiden Mahlscheiben 1 a, 1a* ausgebildet, der aufgrund der jeweiligen Erhöhungen 6, 6* der Mahlscheiben 1 a, 1a* verengt ist und indem der relative Abstand A1 zwischen den beiden Mahlscheiben 1 a, 1a* verringert ist.

[0045] Die Entlastungszonen E werden dabei insbesondere in dem Bereich zwischen den beiden Mahlscheiben 1 a, 1a* ausgebildet, der aufgrund der jeweiligen Vertiefungen 7, 7* der Mahlscheiben 1 a, 1a* verbreitert ist und indem der relative Abstand A2 zwischen den beiden Mahlscheiben 1a, 1a* erhöht ist. Zwischen den Entlastungszonen E und den Verdichtungszone V besteht eine Druckdifferenz, wodurch axiale Pulse erzeugt werden. Dies führt zu Schwingungen in dem Mahlgut-Mahlkörperstrom S und damit zu einer zusätzlichen Beanspruchung der Mahlgutpartikel.

[0046] Die Erfindung wurde unter Bezugnahme auf eine bevorzugte Ausführungsform beschrieben. Es ist jedoch für einen Fachmann vorstellbar, dass Abwandlungen oder Änderungen der Erfindung gemacht werden können, ohne dabei den Schutzbereich der nachstehenden Ansprüche zu verlassen.

Bezugszeichenliste

10 **[0047]**

| | |
|----------|-----------------------------------|
| 1 | Mahlscheibe |
| 2 | zentrale Achsöffnung |
| 3 | Scheibenkörper |
| 15 4 | erste Stirnseite |
| 5 | gegenüberliegende Stirnseite |
| 6 | Erhöhung |
| 7 | Vertiefung / Nut |
| 8 | Zwischenraum |
| 20 10 | Durchströmöffnung |
| 11 | Sektor |
| 12 | Untersektor |
| 13 | innerer Kreisring |
| 14 | äußerer Kreisring |
| 25 15 | Angrenzungsbereich |
| α | Winkel |
| A | relativer Abstand |
| B | Breite |
| D | Durchmesser |
| 30 E | Entlastungszone |
| I bis IV | Viertelskreissectoren |
| r | Radius |
| S | Mahlgut- Mahlkörper- Produktstrom |
| V | Verdichtungszone |
| 35 Z | Zwischenraum |

Patentansprüche

1. Rührwerkskugelmühle zur Bearbeitung und insbesondere Zerkleinerung von Mahlgut mit Hilfe von Mahlkörpern, umfassend ein Rührwerk mit einer drehbaren axialen Rührwelle, mit mindestens einer an der axialen Rührwelle im Wesentlichen senkrecht angeordneten Mahlscheibe (1), die Mahlscheibe (1) umfassend zwei Stirnseiten (4, 5) mit im Wesentlichen orthogonal zur axialen Rührwelle des Rührwerks ausgebildeten Stirnseitenebenen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mahlscheibe (1) Bereiche umfasst, in denen eine erste der zwei Stirnseiten (4) erste Erhebungen (6) und / oder erste Vertiefungen (7) gegenüber der ersten Stirnseitenebene aufweist und dass die Mahlscheibe (1) Bereiche umfasst, in denen eine zweite der zwei Stirnseiten (5) zweite Erhebungen (6*) und / oder zweite Vertiefungen (7*) gegenüber der zweiten Stirnseitenebene aufweist, wobei durch die Erhebungen (6) und / oder Vertiefungen (7) auf jeder Stirnseite jeweils Strö-

mungskanäle für einen Mahlgut und Mahlkörper umfassenden Produktstrom (S) ausgebildet sind.

2. Rührwerkskugelmühle nach Anspruch 1, wobei die Mahlscheibe (1) erste Bereiche umfasst, in denen die eine erste Stirnseite (4) Erhebungen (6) gegenüber der ersten Stirnseitenebene aufweist und wobei die Mahlscheibe (1) in diesen ersten Bereichen auf der zweiten Stirnseite (5) Vertiefungen (7*) gegenüber der zweiten Stirnseitenebene aufweist und / oder wobei die Mahlscheibe (1) zweite Bereiche umfasst, in denen die eine erste Stirnseite (4) Vertiefungen (7) gegenüber der ersten Stirnseitenebene aufweist und wobei die Mahlscheibe (1) in diesen zweiten Bereichen auf der zweiten Stirnseite (5) Erhebungen (6*) gegenüber der zweiten Stirnseitenebene aufweist. 5
3. Rührwerkskugelmühle nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei sich die Erhebungen (6, 6*) und / oder die Vertiefungen (7, 7*) gegenüber den Stirnseiten (4, 5) radial von einer zentralen Wellenöffnung (2) für die Rührwelle des Rührwerks zu einem äußeren Rand der Mahlscheibe (1) erstrecken. 10
4. Rührwerkskugelmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 2, wobei sich die Erhebungen (6, 6*) und / oder die Vertiefungen (7, 7*) gegenüber den Stirnseiten (4, 5) von einer zentralen Wellenöffnung (2) für die Rührwelle des Rührwerks zu einem äußeren Rand der Mahlscheibe (1) erstrecken, wobei die Vertiefungen (7, 7*) in einem Winkel ungleich 0° zu Radien (r) der Mahlscheibe (1) ausgebildet sind, insbesondere wobei die Vertiefungen (7, 7*) in einem Winkel zwischen 15° und 75° zu Radien (r) der Mahlscheibe (1) ausgebildet sind. 15
5. Rührwerkskugelmühle nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei die Erhebungen (6, 6*) und Vertiefungen (7, 7*) in einem regelmäßigen Muster alternierend ausgebildet sind. 20
6. Rührwerkskugelmühle nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei die Erhebungen (6, 6*) und / oder Vertiefungen (7, 7*) jeweils strukturiert sind und / oder ein Profil aus Erhebungen (6u) und Vertiefungen aufweisen. 25
7. Rührwerkskugelmühle nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei die Mahlscheibe (1) im Bereich der zentralen Wellenöffnung (2) eine erste Stärke aufweist und wobei die Mahlscheibe (1) im Bereich ihres Außenumfangs eine zweite Stärke aufweist, wobei die erste Stärke geringer ist als die zweite Stärke. 30
8. Rührwerkskugelmühle nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei die Mahlscheibe (1) im Bereich der zentralen Wellenöffnung (2) eine erste Stärke aufweist und wobei die Mahlscheibe (1) im Bereich ihres Außenumfangs eine zweite Stärke aufweist, wobei die erste Stärke geringer ist als die zweite Stärke. 35

henden Ansprüche, wobei die Stirnseiten (4, 5) der Mahlscheibe (1) jeweils in mindestens zwei Kreistränge (13, 14) unterteilt sind und wobei innerhalb der Kreistränge (13, 14) alternierende Bereiche mit Erhebungen (6) und Vertiefungen (7) ausgebildet sind, wobei Vertiefungen (7) in einem inneren Kreistrang (13) keine oder nur eine bereichsweise Angrenzungsbereiche (15) mit Vertiefungen (7) in einem angrenzenden äußeren Kreistrang (14) aufweisen und wobei Erhebungen (6) im inneren Kreistrang (13) keine oder nur bereichsweise Angrenzungsbereiche (15) mit Erhebungen (6) im angrenzenden äußeren Kreistrang (14) aufweisen.

9. Rührwerkskugelmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Stirnseiten (4, 5) der Mahlscheibe (1) jeweils in mindestens zwei Kreistränge (13, 14) unterteilt sind und wobei innerhalb der Kreistränge (13, 14) jeweils alternierende Bereiche mit Erhebungen (6) und Vertiefungen (7) ausgebildet sind, wobei Vertiefungen (7) in einem inneren Kreistrang (13) keine Angrenzungsbereiche (15) mit Vertiefungen (7) in einem angrenzenden äußeren Kreistrang (14) aufweisen und wobei Erhebungen (6) im inneren Kreistrang (13) keine Angrenzungsbereiche (15) mit Erhebungen (6) im angrenzenden äußeren Kreistrang (14) aufweisen (vergleiche Ausführungsform 1c-I in Figur 3) oder wobei Vertiefungen (7) in einem inneren Kreistrang (13) keine Angrenzungsbereiche (15) mit Vertiefungen (7) in einem angrenzenden äußeren Kreistrang (14) aufweisen und wobei Erhebungen (6) im inneren Kreistrang (13) bereichsweise Angrenzungsbereiche (15) mit Erhebungen (6) im angrenzenden äußeren Kreistrang (14) aufweisen. (vergleiche Ausführungsform 1c-II in Figur 3) 40
10. Rührwerkskugelmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Stirnseiten (4, 5) der Mahlscheibe (1) jeweils in mindestens zwei Kreistränge (13, 14) unterteilt sind und wobei innerhalb der Kreistränge (13, 14) alternierende Bereiche mit Erhebungen (6) und Vertiefungen (7) ausgebildet sind, wobei die Vertiefungen (7) in einem Winkel (α) ungleich 0° zu Radien (r) der Mahlscheibe (1) ausgebildet sind, insbesondere wobei die Vertiefungen (7) in einem Winkel (α) zwischen 15° und 75° zu Radien (r) der Mahlscheibe (1) ausgebildet sind. 45
11. Rührwerkskugelmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Stirnseiten (4, 5) der Mahlscheibe (1) jeweils in mindestens zwei Kreistränge (13, 14) unterteilt sind und wobei innerhalb der Kreistränge (13, 14) jeweils alternierende Bereiche mit Erhebungen (6) und Vertiefungen (7) ausgebildet sind, wobei die Vertiefungen (7) in einem inneren Kreistrang (13) in einem ersten Winkel (α_1) ungleich 0° zu den Radien der Mahlscheibe (1) ausgebildet sind und wobei die Vertiefungen (7) in einem angrenzenden 50

äußeren Kreisring (14) in einem zweiten Winkel (α_2) ungleich 0° zu den Radien der Mahlscheibe (1) ausgebildet sind, wobei der erste Winkel (α_1) ungleich dem zweiten Winkel (α_2) ist.

5

12. Rührwerkskugelmühle nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei die Mahlscheibe (1) aus einem Vollmaterial gefertigt ist, in das die Vertiefungen (7) eingearbeitet, insbesondere eingefräst, sind.

10

13. Rührwerkskugelmühle nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei die Mahlscheibe (1) mittels eines Umformverfahrens, beispielsweise mittels Formgießens, hergestellt ist.

15

14. Rührwerkskugelmühle nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei an der Rührwelle mindestens zwei Mahlscheiben (1 a, 1a*) derart angeordnet sind, dass Vertiefungen (7) der einen Mahlscheibe (1 a) axial gegenüberliegend zu Vertiefungen (7*) der anderen Mahlscheibe (1a*) und Erhöhungen (6) der einen Mahlscheibe (1 a) axial gegenüberliegend zu Erhöhungen (6) der anderen Mahlscheibe (1a*) angeordnet sind.

20

25

15. Mahlscheibe (1) für ein Rührwerk einer Rührwerkskugelmühle zur Bearbeitung und insbesondere Zerkleinerung von Mahlgut mit Hilfe von Mahlkörpern **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mahlscheibe (1) Bereiche umfasst, in denen eine erste Stirnseite (4) der Mahlscheibe (1) erste Erhebungen (6) oder erste Vertiefungen (7) gegenüber einer ersten Stirnseitenebene aufweist und dass die Mahlscheibe (1) Bereiche umfasst, in denen eine zweite Stirnseite (5) zweite Erhebungen (6*) oder zweite Vertiefungen (7*) gegenüber einer zweiten Stirnseitenebene aufweist, wobei durch die Erhebungen (6) und / oder Vertiefungen (7) Strömungskanäle für einen Mahlgut und Mahlkörper umfassenden Produktstrom (S) ausgebildet sind.

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

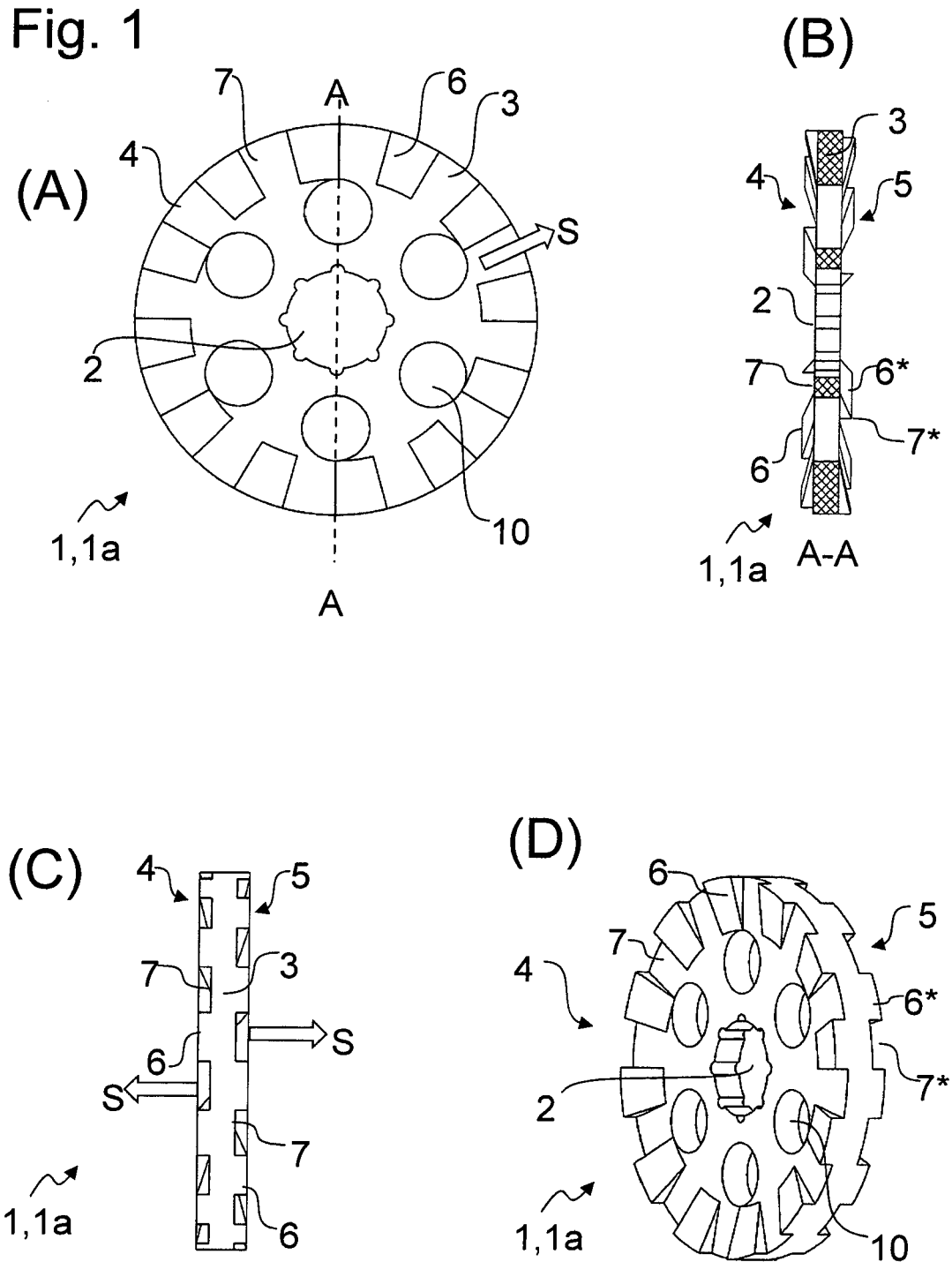


Fig. 2

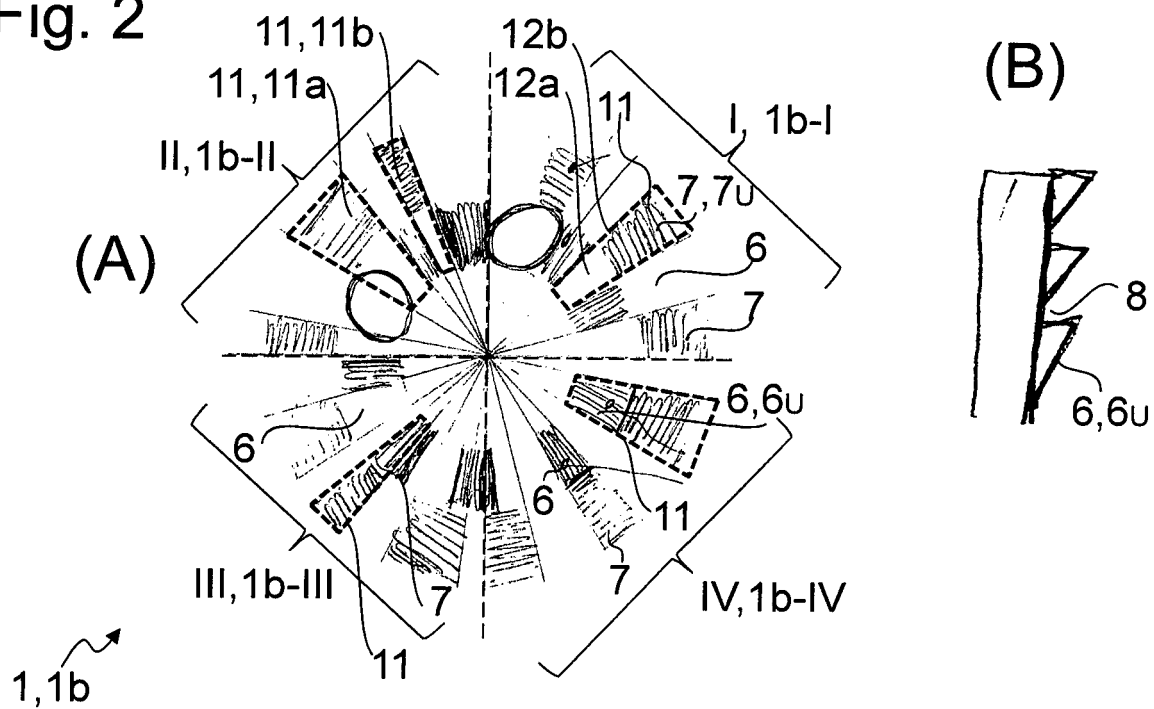


Fig. 3

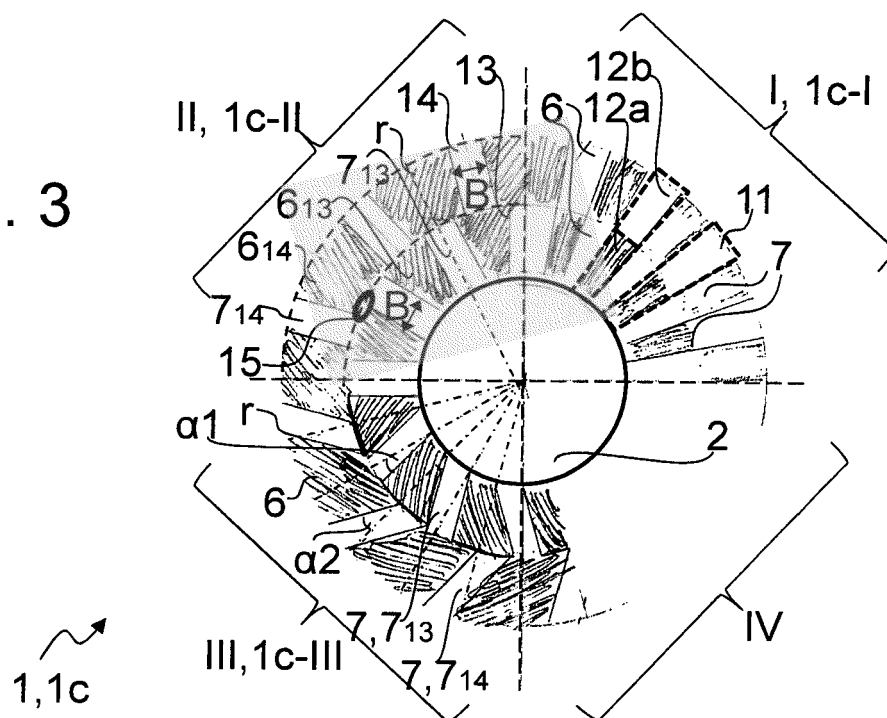


Fig. 4

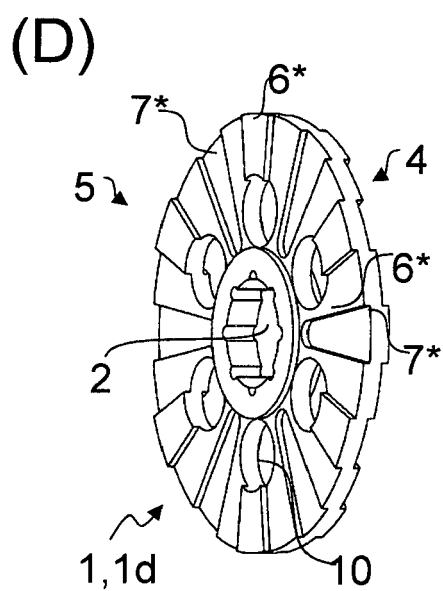
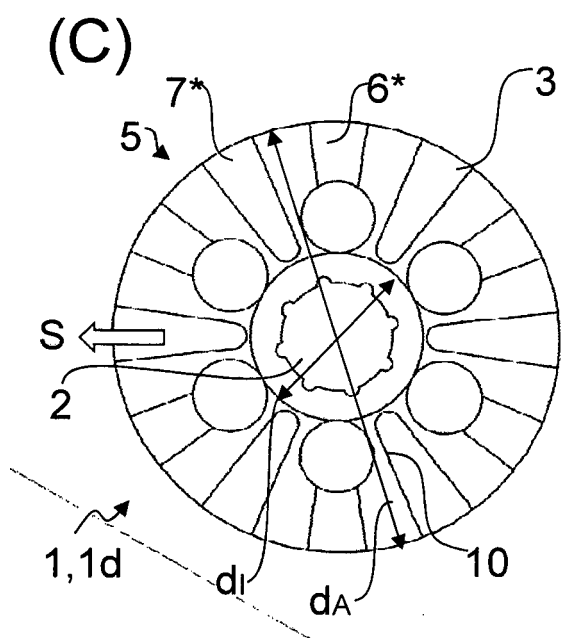
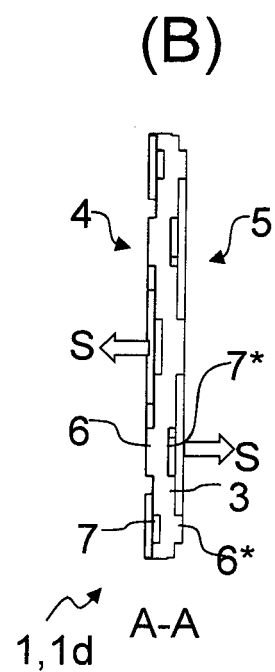
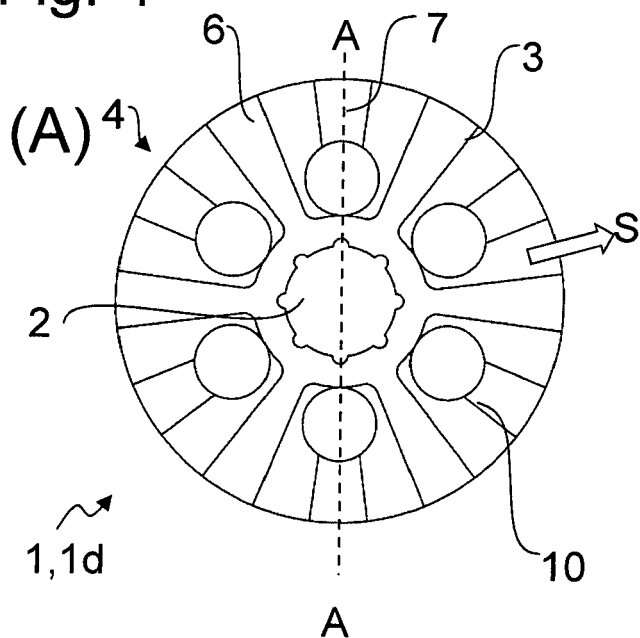


Fig. 5

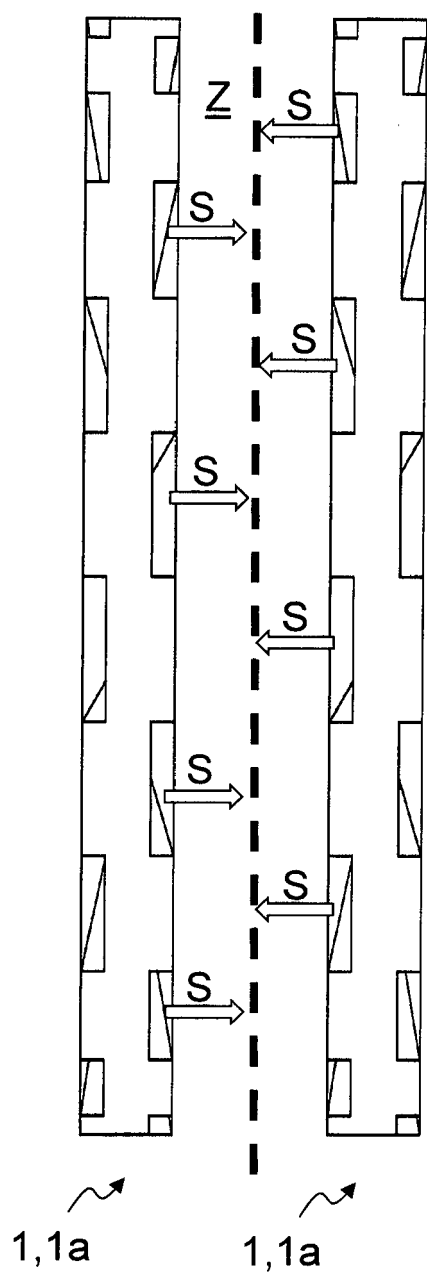
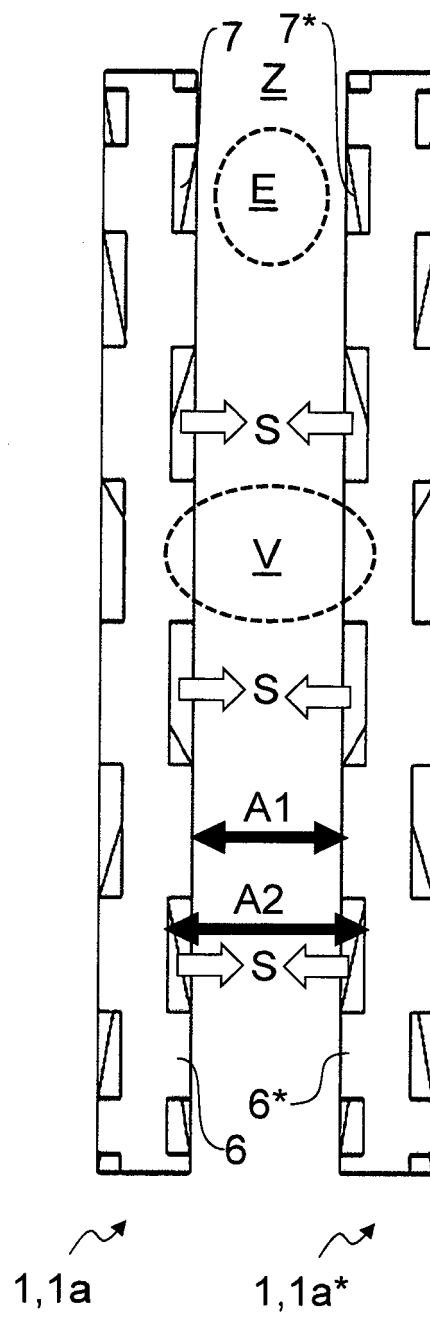


Fig. 6





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 00 0204

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE | | | |
|---|--|---|------------------------------------|
| Kategorie | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile | Betrifft Anspruch | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| X A | DE 16 32 424 A1 (VYZK USTAV ORGAN SYNTEZ) 13. August 1970 (1970-08-13) * Seite 3 - Seite 4; Abbildungen 1,3,4 * | 1,5,6, 12,13,15 2-4, 7-11,14 | INV. B02C17/16 |
| X | EP 0 410 229 A1 (AGFA GEVAERT AG [DE]) 30. Januar 1991 (1991-01-30) * Spalte 3, Zeile 5 - Zeile 38; Abbildungen 1a,1b * | 1,5,6, 12,13,15 | |
| X | US 2014/008473 A1 (YANASE SHIGEO [JP]) 9. Januar 2014 (2014-01-09) * Absatz [0056] - Absatz [0057]; Abbildung 3 * | 1,15 | |
| X | DE 16 07 533 A1 (F B LEHMANN GMBH MASCHINENFABR) 2. Oktober 1969 (1969-10-02) * Seite 14; Abbildungen 1,8 * | 1,15 | |
| | | | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) |
| | | | B02C |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt | | | |
| Recherchenort München | | Abschlußdatum der Recherche 20. Juni 2016 | Prüfer Swiderski, Piotr |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur | | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument | |

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 16 00 0204

5 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.

20-06-2016

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 1632424 A1 | 13-08-1970 | AT 282570 B | 10-07-1970 |
| | | CH 477229 A | 31-08-1969 |
| | | DE 1632424 A1 | 13-08-1970 |
| | | FR 1556825 A | 07-02-1969 |
| | | GB 1197523 A | 08-07-1970 |
| | | NL 6804034 A | 23-09-1968 |
| EP 0410229 A1 | 30-01-1991 | DE 3924678 A1 | 07-02-1991 |
| | | EP 0410229 A1 | 30-01-1991 |
| | | JP H0360747 A | 15-03-1991 |
| US 2014008473 A1 | 09-01-2014 | JP 5825646 B2 | 02-12-2015 |
| | | KR 20140034141 A | 19-03-2014 |
| | | US 2014008473 A1 | 09-01-2014 |
| | | WO 2012131998 A1 | 04-10-2012 |
| | | WO 2012132041 A1 | 04-10-2012 |
| DE 1607533 A1 | 02-10-1969 | KEINE | |

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

- DE 60115392 T2 [0005] [0006]