



(11) **EP 4 389 286 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.06.2024 Patentblatt 2024/26

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B02C 17/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23215714.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B02C 17/161

(22) Anmeldetag: **12.12.2023**

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

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

(72) Erfinder: **Möschl, Holger**
95100 Selb (DE)

(30) Priorität: **20.12.2022 DE 102022134099**

(54) **RÜHRWERKSMÜHLE**

(57) Rührwerksmühle mit einem Mahlkörper beinhaltenden Mahraum und einer darin um eine horizontale Rührwellenachse umlaufenden Rührwelle, die mehrere drehfest mit ihr verbundene, in Richtung der horizontalen Achse voneinander beabstandete Mahlorgane, bevorzugt in Gestalt von Mahlscheiben, trägt, die die Mahlkörper bewegen, wobei die Rührwelle auslassseitig einen

an seinem Außenumfang bevorzugt mit Mahlorganen besetzten Korb besitzt, der den eine siebartige Abscheidertrommel tragenden Auslass übergreift, wobei der radiale Abstand zwischen der Innenumfangsfläche des Korbes und der Außenumfangsfläche der siebartigen Abscheidertrommel in Umfangsrichtung nicht konstant ist, sondern variiert.

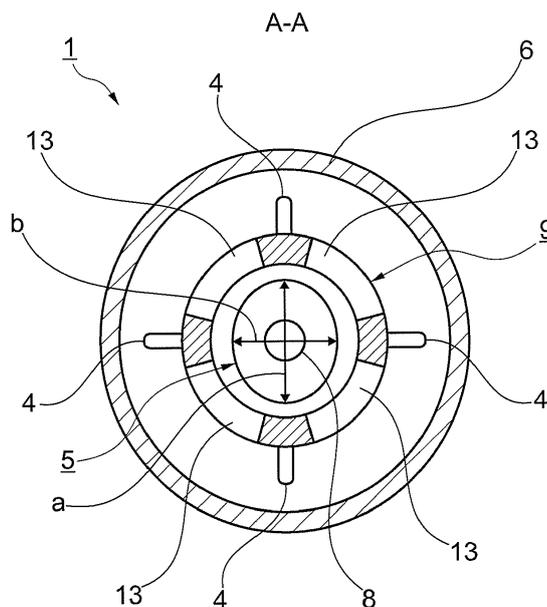


Fig. 3

EP 4 389 286 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Rührwerksmühle nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

TECHNISCHER HINTERGRUND

[0002] Rührwerksmühlen werden zur Deagglomeration von Feststoffen bzw. zur Verringerung der Teilchengröße innerhalb einer zu mahlenden Suspension oder Dispersion verwendet. Der maßgebliche Größenbereich ist ein Größenbereich von mehreren hundert Mikrometern bis hin zu einigen Nanometern.

[0003] Die dabei stattfindenden Vorgänge innerhalb einer Rührwerksmühle werden im Folgenden anhand von Fig. 1 erklärt.

[0004] In Fig. 1 ist schematisch eine Rührwerksmühle 1 mit einer horizontalen Rührwelle 3 (häufig auch als Mahlrotor bezeichnet) dargestellt. Auf die Darstellung der im Mahlbehälter 6 befindlichen Mahlkörper, welche in der Regel als Stahl- oder Keramikugeln ausgeführt sind, wurde verzichtet.

[0005] Im Betrieb der Rührwerksmühle 1 wird über den Einlass 7 der Rührwerksmühle 1 das zu mahlende Gut in bzw. durch den vom Mahlbehälter 6 umschlossenen Mahlraum 2 gepumpt.

[0006] Durch eine Rotationsbewegung der Rührwelle 3 werden die drehfest mit der Rührwelle 3 verbundenen Mahlorgane 4, welche häufig auch als Mahlscheiben oder Rührelemente bezeichnet werden, in Rotation versetzt. Zur Erzeugung der Rotationsbewegung kann die Rührwelle 3 beispielsweise über einen nicht dargestellten Riementrieb von einem Elektromotor angetrieben werden. Der Antrieb der Rührwerksmühle 1 befindet sich dabei meist in einem an den Mahlbehälter 6 angrenzenden Gehäuse.

[0007] Durch die Rotation der Mahlorgane 4 werden die im Mahlraum 2 befindlichen Mahlkörper, welche sich in der Nähe der Mahlorgane 4 befinden, in Umfangsrichtung des Mahlbehälters 6 mitgenommen. Im Mittelbereich zwischen je zwei Mahlorganen 4 fließen die bewegten Mahlkörper, sobald sie den Scheitelpunkt erreicht haben, wieder zurück in Richtung der Rührwelle 3. Somit entsteht zwischen je zwei Mahlorganen 4 eine Zirkulationsbewegung der Mahlkörper. Um möglichst feine Partikelgrößen im Mikrometer- bzw. Nanometerbereich zu erzielen, werden idealerweise Mahlkörper mit einer Größe zwischen 0,05 mm und 10 mm, idealerweise zwischen 0,1 mm und 5 mm verwendet.

[0008] Durch die Bewegung der Mahlkörper werden Kollisionen zwischen den Feststoffen der durch den Mahlraum 2 gepumpten Mahlgutsuspension und den Mahlkörpern hervorgerufen. Diese Kollisionen führen zum Absplittern feiner Partikel von den Feststoffen in der Mahlgutsuspension, sodass die am Auslass 8 der Rührwerksmühle 1 ankommenden Feststoffe letztendlich deutlich kleiner sind als die am Einlass 7 zugeführten Feststoffe. Die maximal erreichbare Zerkleinerung hängt

dabei unmittelbar von der Größe der Mahlkörper ab.

[0009] Um zu gewährleisten, dass keine Mahlkörper aus dem Mahlraum 2 abgezogen werden, ist vor dem Auslass 8, über den das Mahlgut abgezogen wird, noch ein Trennsystem 5 angebracht, beispielsweise in Form eines Siebs, eines Filters oder eines Spaltrohrs (im Folgenden soll der Begriff "Sieb" alle Arten von Trennsystemen umfassen).

[0010] Um das Verstopfen der Durchlässe des Trennsystems 5 mit Mahlkörpern zu verhindern, wird das Trennsystem 5 typischerweise von einem am auslassseitigen Endabschnitt der Rührwelle 3 angebrachten oder diesen bildenden Korb 9 umgriffen. Im Betrieb der Rührwerksmühle 1 rotiert der Korb 9 um das Trennsystem 5 herum. Aufgrund der Rotation des Korbes 9 werden die an der Außenumfangsfläche des Korbes 9 befindlichen Mahlkörper in Rotationsrichtung des Korbes 9 beschleunigt und von der dabei entstehenden Zentrifugalkraft in Richtung des Mahlbehälters 6 bewegt. Zudem ist der Korb 9 in der Regel mit Schlitzen ausgestattet. Diese sollen bewirken, dass ein Teil der um den Korb 9 herum geströmten Mahlgutsuspension, die sich im Spalt zwischen dem Trennsystem 5 und dem Korb 9 befindet, wieder in Richtung des Mahlbehälters 6 strömen kann und dabei das Trennsystem 5 von dort angesammelten Mahlkörpern freispült.

STAND DER TECHNIK

[0011] Während ein derartiges Freispülen des Trennsystems grundsätzlich gut funktioniert, kann in bestimmten ungünstigen Konstellationen genau der gegenteilige Effekt hervorgerufen werden.

[0012] Je nach Geometrie und Größe der betroffenen Bauteile der Rührwerksmühle - insbesondere des Spaltes zwischen dem Korb der Rührwelle und dem Trennsystem - kann es vorkommen, dass die in dem Spalt zwischen Korb und Trennsystem befindlichen Mahlkörper nicht mehr ausgetragen werden. In einem solchen Fall verläuft die Strömungsrichtung der Mahlgutsuspension entgegen der Zentrifugalkraft in Richtung hin zum Trennsystem. Dies hat zur Folge, dass die Mahlkörper in Richtung hin zu dem Trennsystem bewegt werden und sich dort ansammeln. Zusätzlich können dabei Verwirbelungen entstehen, die einen Austrag der Mahlkörper aus dem Spalt zwischen dem Korb und dem Trennsystem zusätzlich erschweren. Dies führt schließlich zur Verlegung der Durchlassöffnungen des Trennsystems, bis hin zu deren Verstopfung, wodurch sich der Wirkungsgrad der Rührwerksmühle erheblich verschlechtert. Im ungünstigsten Fall kann es überdies zu einem starken Druckanstieg in der Rührwerksmühle kommen, sodass der Betrieb bis zur Reinigung des Trennsystems eingestellt werden muss, um keine größeren Schäden zu verursachen.

[0013] Die Verwirbelungen können außerdem dazu führen, dass die Mahlkörper derartig am Trennsystem entlangschleifen, dass es zu übermäßigen Verschleißer-

scheinungen am Trennsystem kommt.

DAS DER ERFINDUNG ZUGRUNDE LIEGENDE PROBLEM

[0014] Angesichts dessen ist es die Aufgabe der Erfindung, eine Rührwerksmühle zu schaffen, bei der einen Abfluss von Mahlgut durch das Trennsystem verhindernden Ansammlung von Mahlkörpern am Trennsystem vorgebeugt wird.

DIE ERFINDUNGSGEMÄSSE LÖSUNG

[0015] Erfindungsgemäß wird dieses Problem mit den Merkmalen des auf die Rührwerksmühle gerichteten Hauptanspruchs gelöst.

[0016] Dementsprechend erfolgt die Lösung des Problems mit einer Rührwerksmühle mit einem Mahlkörper beinhaltenden Mahlraum und einer darin um eine horizontale Rührwellenachse umlaufende Rührwelle. Die Rührwelle trägt mehrere drehfest mit ihr verbundene, in Richtung der horizontalen Achse voneinander beabstandete Mahlgänge. Die Mahlgänge sind bevorzugt in der Gestalt von Mahlscheiben ausgeführt und bewegen die Mahlkörper. Dabei besitzt die Rührwelle auslassseitig einen an seinem Außenumfang bevorzugt mit Mahlgängen besetzten Korb, der den eine siebartige Abscheidertrommel tragenden Auslass übergreift. Die Rührwerksmühle zeichnet sich dadurch aus, dass der bezogen auf die Rührwelle radiale Abstand zwischen der Innenumfangsfläche des Korbes und der im Regelfall die Siebstruktur ausbildenden Außenumfangsfläche der siebartigen Abscheidertrommel in Umfangsrichtung nicht konstant ist.

[0017] Stattdessen variiert der radiale Abstand. Lediglich im Toleranzbereich liegendes Variieren ist dabei nicht erfindungsgemäß. Letztes ist nur ein mehr als nur unwesentliches Variieren.

[0018] Dabei variiert der radiale Abstand zwischen der Innenumfangsfläche des Korbes und der Außenumfangsfläche der Abscheidertrommel bevorzugt derart, dass sich beim Umlauf des Korbes um die Siebtrommel mehr als nur unwesentliche Strömungen in schräg oder radial auswärtiger und in schräg oder radial einwärtiger Richtung ausbilden. Durch das Variieren wird also eine Kraft- bzw. Pumpwirkung radial nach außen verursacht.

[0019] Die Variation des radialen Abstandes zwischen der Abscheidertrommel und dem Korb lässt sich idealerweise erzeugen, indem der Querschnitt der Abscheidertrommel als Ellipse ausgeführt wird. Dadurch kommt es infolge der Rotation des Korbes zu pulsierenden Druckverhältnissen zwischen der Abscheidertrommel und dem Korb. Dies führt zur Entstehung von Strömungen, die zum einen einer Ablagerung von Mahlkörper auf der Spaltrohroberfläche vorbeugt und zum anderen die dort befindlichen Mahlkörper austrägt.

[0020] Die Strömungen entstehen dabei infolge der Rotation des mit Schlitzen in seiner Mantelfläche verse-

henen Korbes der Rührwelle um die Abscheidertrommel. Aufgrund der Rotation werden die Flüssigkeit bzw. die Mahlgutsuspension und die Mahlkörper durch die Schlitze des Korbes dort nach außen verdrängt, wo der Spalt zwischen dem Korb und der Siebtrommel im Zuge der Drehung des Korbes enger wird. Dort, wo der Spalt im Zuge der Drehung des Korbes weiter wird, werden hingegen Mahlkörper und Mahlgutsuspension durch die Schlitze des Korbes in Richtung hin zur Abscheidertrommel eingesaugt. Auf diese Art und Weise entstehen Pulsationsströmungen, die die Mahlkörper vom Mantel der Abscheidertrommel abziehen.

[0021] Unter dem Begriff "Korb" wird ein Hohlzylinder verstanden, dessen von der Rührwelle abgewandte Stirnseite offen und dessen der Rührwelle zugewandte Stirnseite geschlossen ist. Dabei ist die der Rührwelle zugewandte Seite mit der Rührwelle drehfest verbunden oder geht in die Rührwelle über. Entlang seiner Mantelfläche weist der Korb mehrere, idealerweise gleichmäßig verteilte Schlitze auf, die parallel oder im Wesentlichen parallel zur Längsachse des Hohlzylinders verlaufen und den Weg ins Innere des Hohlzylinders frei geben.

[0022] Das "Übergreifen" des Korbes um die Abscheidertrommel beschreibt, dass die Abscheidertrommel und der Korb coaxial angeordnet sind und die Abscheidertrommel zumindest teilweise in den Korb hineinragt.

[0023] Die Bezeichnung "siebartige Abscheidertrommel" beschreibt den Abschnitt des Trennsystems, der die Siebfläche bildet. Dabei kann der Begriff "Abscheidertrommel" auch synonym zu "Trennsystem" oder "Siebtrommel" verwendet werden. Demzufolge beschreibt der Begriff "Abscheidertrommel" auch, aber nicht ausschließlich, ein als Spaltrohr oder Stufenspaltrohr ausgeführtes Trennsystem.

[0024] Ein "mehr als nur unwesentlich" variierender Abstand zwischen dem Korb und der Abscheidertrommel ist nicht nur, aber jedenfalls dann gegeben, wenn die Variation derart ausgeprägt ist, dass die oben beschriebenen Pulsationseffekte messbar auftreten, also den oben beschriebenen Austrag der Mahlkörper bewirken. Dies ist jedenfalls dann gegeben, wenn mindestens ein Abschnitt vorhanden ist, in dem der radiale Abstand zwischen der Abscheidertrommel und dem Korb um den Faktor 1,25 größer ist als im Bereich des kleinsten radialen Abschnitts. Mit Blick auf den potentiellen Stand der Technik sei gesagt, dass einzelne, in Umfangsrichtung gesehen bloß lokale Nuten oder lokale Vertiefungen im Mantel der Abscheidertrommel nicht geeignet sind, um die erfindungsgemäß verlangten Unterschiede des radialen Abstandes und den damit bewirkten Effekt zu realisieren. Der oben genannte mindestens eine Abschnitt, in dem der radiale Abstand zwischen der Abscheidertrommel und dem Korb um den Faktor 1,25 größer ist als am Ort mit dem kleinsten radialen Abstand, sollte sich daher bevorzugt mindestens entlang 10 % der Außenumfangsfläche der Abscheidertrommel erstrecken. Idealerweise ist es so, dass der Abstand zwischen der Abscheidertrommel und dem Korb im Laufe einer 360-Grad-

Umrundung der Abscheidertrommel mehrfach variiert, also kleiner/größer/kleiner/größer wird, bevor der Ausgangspunkt wieder erreicht wird. In vielen Fällen erzeugt erst das die nötigen Druckschwankungen und Strömungen.

[0025] "Mehr als nur unwesentliche" Strömungen sind dann vorhanden, wenn die Strömungen bei Nenndrehzahl der Rührwelle die oben beschriebenen Pulsationseffekte bewirken.

[0026] Die "auswärtige Richtung" der Strömungen beschreibt die Richtung weg von der Abscheidertrommel und hin zum Mahlbehälter. Die "einwärtige Richtung" beschreibt die entgegengesetzte Richtung.

[0027] Dass der Auslass die Abscheidertrommel "trägt", beschreibt, dass die Abscheidertrommel derartig gelagert ist, dass das Mahlgut nach dem Passieren der Abscheidertrommel mittelbar oder unmittelbar zum Auslass der Rührwerksmühle geleitet wird.

[0028] Besonders günstig ist es, wenn die siebartige Abscheidertrommel so eingebaut ist, dass der größte Abstand zwischen dem Korb und der Abscheidertrommel nicht im in vertikaler Richtung gesehen untersten Bereich der Abscheidertrommel auftritt, oder wenn der Einbau so erfolgt, dass ganz oben und ganz unten in vertikaler Richtung gesehen ein größter Abstand anzutreffen ist.

[0029] Der Vorteil der erfindungsgemäßen Ausgestaltung ist, dass kein unnötiger Platz zwischen dem Korb und der Abscheidertrommel verbraucht wird.

BEVORZUGTE AUSGESTALTUNGSMÖGLICHKEITEN

[0030] Es besteht eine Reihe von Möglichkeiten, die Erfindung so auszugestalten, dass ihre Wirksamkeit oder Brauchbarkeit noch weiter verbessert wird.

[0031] In einer bevorzugten Ausführungsform besteht die Siebtrommel aus duktilem Material und hat durch plastische Verformung bei einem Zusammenpressen zwischen sich paarweise gegenüberliegenden Stempeln eine unrunde Form aufgeprägt bekommen.

[0032] Auf diese Weise lässt sich auf einfache Weise eine Siebtrommel mit ellipsenförmigem Querschnitt herstellen. Der Vorteil einer ellipsenförmigen Siebtrommel liegt darin, dass ein stetiger Übergang des variierenden radialen Abstandes zwischen der Siebtrommel und dem Korb realisiert wird. Dadurch wird die Entstehung einer Pulsationsströmung erleichtert. Die Strömungswechsel infolge der Rotation des Korbes finden somit in einer optimalen Frequenz statt und es wird eine ideale Austragsströmung erreicht.

[0033] Unter einem "duktilen" Werkstoff in diesem Sinne ist ein Werkstoff mit einer Bruchdehnung A zwischen 1 % und 50 % zu verstehen.

[0034] Die Bezeichnung "unrunde Form" beschreibt idealerweise einen ellipsenförmigen Querschnitt, jedoch ist es auch denkbar, Querschnitte mit Sprüngen oder Kanten hierunter zu fassen.

[0035] In einer weiteren bevorzugten Ausführungs-

form weist die Querschnittsfläche der Siebtrommel senkrecht zur Rührwellenachse zwei Hauptachsen a und b auf. Für die gilt dann bevorzugt:

wenn $a < 30$ mm, dann a mindestens 2 mm größer als b

5 wenn $a = 30$ mm bis 100 mm, dann a mindestens 4 mm größer als b wenn $a > 100$ mm, dann a mindestens 6 mm größer als b

Voraussetzung hierfür ist natürlich, dass die Mahlkörper kleiner sind als alle örtlichen radialen Spalthöhen, die aus den genannten Differenzen resultieren.

10 An der Stelle, an der die Hauptachse b durch den Spalt zwischen der Abscheidertrommel und dem Korb verläuft, ist der radiale Abstand zwischen der Abscheidertrommel und dem Korb minimal. Dort, wo die Hauptachse a durch den Spalt zwischen der Abscheidertrommel und dem

15 Korb verläuft, ist der radiale Abstand zwischen der Abscheidertrommel und dem Korb maximal. Der Verlauf der Außenumfangsfläche der Abscheidertrommel in Umfangsrichtung ist dabei zwischen den Abschnitten, an denen die beiden Hauptachsen die Außenumfangsfläche

20 jeweils schneiden, idealerweise stetig. Dadurch ergibt sich ein ellipsenförmiger Querschnitt der Abscheidertrommel. Interne Versuche und Simulationen haben ergeben, dass bei einer derartigen Geometrie optimale

Austragsströmungen erreicht werden.

25 **[0036]** Der Begriff "Hauptachse" beschreibt je eine Senkrechte zur Tangente an dem Scheitelpunkt des größten beziehungsweise kleinsten Umfangs, die durch die Längsachse der Abscheidertrommel verläuft. Die Hauptachse b verläuft demzufolge senkrecht zur Tangente des geringsten Durchmessers. Die Hauptachse a

30 verläuft senkrecht zur Tangente des größten Durchmessers.

[0037] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Querschnittsfläche der Siebtrommel senkrecht zur Rührwellenachse polygonförmig. Bevorzugt hat sie dabei die Gestalt eines Pentagons oder eines Hexagons.

35 **[0038]** Grundsätzlich ist in den meisten Anwendungen eine Querschnittsfläche ohne Sprünge und Kanten von Vorteil, da sich dadurch im Regelfall eine für den Austrag von Mahlkörpern aus dem Spalt zwischen dem Korb und der Abscheidertrommel ideale Pulsationsströmung hervorrufen lässt. Insbesondere ellipsenförmige Querschnitte sind hierfür gut geeignet. Es ist jedoch auch

40 denkbar, vielkantige Querschnitte zu verwenden. Dies kann beispielsweise von Vorteil sein, wenn die Rührwelle der Rührwerksmühle mit sehr niedrigen Drehzahlen läuft, sodass die Frequenz der Druckänderung bei ellipsenförmigen Querschnitten zu niedrig wäre.

45 **[0039]** Vorzugsweise ist die Siebtrommel ein Spaltrohr.

[0040] Spaltrohre sind Hohlzylinder mit mehreren Spalten in der Mantelumfangsfläche. Durch die Spalte kann das Mahlgut in das Innere des Spaltrohres gelangen und von dort aus der Rührwerksmühle abtransportiert werden. Dabei werden die Spalte gebildet, indem Spaltbildner - typischerweise in Form eines Drahtes - im

50 Träger gewickelt werden. Die Abstände zwischen den

55

Wicklungen stellen dann die Spalte dar. Dabei ist, je nach Art der Wicklung, in der Spaltbildner um die Träger gewickelt werden, und in Abhängigkeit davon, ob nach der Wicklung noch weitere Fertigungsschritte durchgeführt werden, zwischen Radialspaltrohren und Axialspaltrohren zu unterscheiden. Bei Axialspaltrohren verläuft jeder Spalt parallel oder nahezu parallel zur Längsachse der Mantelumfangsfläche des Spaltrohrs. Bei Radialspaltrohren verlaufen die Spalte hingegen spiralförmig um die Längsachse der Mantelumfangsfläche des Spaltrohrs herum.

[0041] Vorteilhaft an Spaltrohren ist, dass sich die Spaltweite und der Verlauf der Spalte gut an die Art des Einsatzgebietes beziehungsweise die Größe der Mahlkörper und die Viskosität der Mahlgutsuspension anpassen lassen.

FIGURENLISTE

[0042]

Fig. 1 zeigt schematisch eine aus dem Stand der Technik bekannte Rührwerksmühle.

Fig. 2 zeigt eine erfindungsgemäße Rührwerksmühle im Längsschnitt.

Fig. 3 zeigt eine erfindungsgemäße Rührwerksmühle in einem Querschnitt, bei dem die Schnittebene durch die Siebtrommel verläuft.

Fig. 4 zeigt die Stempel zur Erzeugung eines ellipsenförmigen Siebtrommelquerschnitts in der Ausgangsstellung mitsamt der zwischen die Stempel eingelegten Siebtrommel im Längsschnitt.

Fig. 5 zeigt die Stempel zur Erzeugung eines ellipsenförmigen Siebtrommelquerschnitts in der Ausgangsstellung mitsamt der zwischen die Stempel eingelegten Siebtrommel im Querschnitt.

Fig. 6 zeigt die Stempel zur Erzeugung eines ellipsenförmigen Siebtrommelquerschnitts im unteren Totpunkt mitsamt der umgeformten Siebtrommel im Querschnitt.

Fig. 7 zeigt die Stempel zur Erzeugung eines ellipsenförmigen Siebtrommelquerschnitts zurück in der Ausgangsstellung mitsamt der umgeformten Siebtrommel im Querschnitt.

AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

[0043] Die Funktionsweise der Erfindung wird beispielhaft anhand der Figuren 2-7 erläutert.

[0044] Dabei zeigen die Figuren 2 und 3 die Rührwerksmühle 1 mit montierter Siebtrommel 5, während die Figuren 4-7 die Stempel 12 zur Erzeugung eines el-

lipsenförmigen Siebtrommelquerschnitts mitsamt der Siebtrommel 5 darstellen.

[0045] Anhand der Fig. 2 und 3 lässt sich der Aufbau der Rührwerksmühle 1 erkennen. Insbesondere erkennt man in Fig. 3 den längeren Doppelpfeil, der die lange Hauptachse a symbolisiert, und den kürzeren Doppelpfeil, der die kurze Hauptachse b symbolisiert. Durch den Einlass 7 gelangt das ungemahlene Mahlgut in den Mahlraum 2. Dort wird es von (nicht dargestellten) Mahlkörpern gemahlen. Hierfür werden die Mahlkörper und das Mahlgut mit Hilfe der Mahlgorgane 4, welche drehfest mit der Rührwelle verbunden sind und mit dieser im Betrieb der Rührwerksmühle rotieren, in Bewegung versetzt. Das am Korb 9 befindliche Mahlgut gelangt schließlich durch die Spalte 13 des Korbes 9 sowie über den Spalt zwischen der dem Auslass zugewandten Stirnseite des Korbes 9 und dem Mahlbehälter 6 hin zu der Siebtrommel 5. Die Siebtrommel 5 ist koaxial zur Rührwelle 3 und dem einstückig mit der Rührwelle 3 verbundenen Korb 9 gelagert. Im Betrieb der Rührwerksmühle 1 rotiert der einstückig mit der Rührwelle 3 verbundene Korb 9 daher um die Siebtrommel 5. Durch die in den Fig. 2-3 nicht erkennbaren Durchlässe der Siebtrommel 5 gelangt das gemahlene Mahlgut in das Innere der Siebtrommel 5 und von dort aus in den Auslass 8 der Rührwerksmühle 1.

[0046] Um einer unerwünschten Ansammlung von Mahlkörpern in dem Spalt zwischen der Innenumfangsfläche 10 des Korbes 9 und der Außenumfangsfläche 11 der Siebtrommel 5 vorzubeugen, welche womöglich zur Verstopfung der (nicht dargestellten) Durchlässe in der Mantelfläche der Siebtrommel 5 führen kann, ist der Querschnitt der Siebtrommel 5 als Ellipse ausgeführt. Dies ist anhand von Fig. 3 gut sichtbar. Dabei ist in dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel die Wandstärke der Siebtrommel 5 konstant, sodass sowohl die von der Außenumfangsfläche 11 der Siebtrommel 5 gebildete Begrenzung des Querschnitts der Siebtrommel 5 als auch die von der Innenumfangsfläche der Siebtrommel 5 gebildete Begrenzung eine Ellipse bilden. Es ist jedoch auch denkbar, die Wandstärke der Siebtrommel 5 variabel zu gestalten, sodass nur die von der Außenumfangsfläche 11 der Siebtrommel 5 gebildete Begrenzung des Querschnitts der Siebtrommel 5 eine Ellipse bildet und die von der Innenumfangsfläche gebildete Begrenzung einen Kreis bildet.

[0047] Da die Innenumfangsfläche 10 des Korbes 9 im Querschnitt eine kreisrunde Geometrie aufweist und die Siebtrommel 5 und der Korb 9 koaxial gelagert sind, führt der ellipsenförmige Querschnitt der Siebtrommel 5 zu einer variierenden Breite des Spalts zwischen der Innenumfangsfläche 10 des Korbes 9 und der Außenumfangsfläche 11 der Siebtrommel 5.

[0048] Infolge der Rotation des Korbes 9 um die Siebtrommel 5 kommt es in dem mit Mahlgut und unter Umständen auch Mahlkörpern gefüllten Spalt zwischen der Innenumfangsfläche 10 des Korbes 9 und der Außenumfangsfläche 11 der Siebtrommel deshalb zu wechselnden Druckverhältnissen. Dort, wo der Spalt infolge

des ellipsenförmigen Querschnitts der Siebtrommel 5 schmaler ist, ist der Druck höher. Dort, wo der Spalt breiter ist, ist der Druck niedriger. Da der Korb 9 mit Spalten 13 versehen ist, führt die Rotation des Korbes 9 zudem zu periodisch wechselnden Druckverhältnissen in dem Spalt zwischen dem Korb 9 und der Siebtrommel 5. Dadurch entsteht in Summe eine Strömung, die zu einem Austrag der Mahlkörper aus dem Spalt zwischen dem Korb 9 und der Siebtrommel 5 hin zum Mahlbehälter 6 führt.

[0049] Die der Rührwelle zugewandte Stirnseite der Siebtrommel 5 ist in der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform verschlossen, weist also keine Durchlässe hin zum Inneren der Siebtrommel 5 auf. Es ist jedoch auch denkbar, auch an dieser Stirnseite Durchlässe für das gemahlene Mahlgut vorzusehen.

[0050] Die Siebtrommel 5 wird in dem hier gezeigten Beispiel vollständig vom Korb 9 übergriffen. Das bedeutet, dass die Außenumfangsfläche 11 der Siebtrommel 5 vollständig von der Inneumfangsfläche 10 des Korbes 9 überlappt wird.

[0051] Es ist auch denkbar, den Korb 9 nicht einstückig in die Rührwelle 3 übergehen zu lassen, wie es in dem hier gezeigten Beispiel der Fall ist, sondern einen separaten Korb 9 drehfest an der Rührwelle 3 zu montieren. Dies kann beispielsweise über Schraubverbindungen erfolgen.

[0052] In den Fig. 4-7 wird dargestellt, wie die Fertigung einer Siebtrommel 5 mit dem oben beschriebenen ellipsenartigen Querschnitt erfolgen kann. Dabei wird ein später die Siebtrommel 5 bildender Hohlzylinder aus duktilem Material zwischen zwei Stempel 12 gelegt. Die der Siebtrommel 5 zugewandten Flächen der Stempel 12 sind dabei konkav geformt. Werden nun die Stempel 12 mit Hilfe einer Presse aufeinander zubewegt, wird eine elliptische Querschnittsform der Siebtrommel 5 erzeugt. Dies lässt sich gut anhand von Fig. 6 erkennen, in der die Stempel 12 sich am unteren Totpunkt befinden. Dabei muss der untere Totpunkt so gewählt werden, dass trotz der Rückfederung des Materials der Siebtrommel 5 die gewünschte Geometrie des Querschnitts der Siebtrommel 5 erzeugt wird. Zuletzt werden die Stempel 12 wieder voneinander wegbewegt, sodass die umgeformte Siebtrommel 5 herausgenommen werden kann. Dieser Zustand wird in Fig. 7 dargestellt.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0053]

- | | |
|---|---|
| 1 | Rührwerksmühle |
| 2 | Mahlraum |
| 3 | Rührwelle |
| 4 | Mahlorgane / Rührelemente / Mahlscheiben |
| 5 | Trennsystem/ Abscheidertrommel / Siebtrommel/ Spaltröhr |
| 6 | Mahlbehälter |
| 7 | Einlass |

- | | |
|----|--|
| 8 | Auslass |
| 9 | Korb der Rührwelle |
| 10 | Inneumfangsfläche des Korbes |
| 11 | Außenumfangsfläche der Abscheidertrommel |
| 5 | 12 Stempel |
| 13 | Spalte in Korb |
| a | lange Hauptachse |
| b | kurze Hauptachse |

10

Patentansprüche

1. Rührwerksmühle (1) mit einem Mahlkörper beinhaltenden Mahlraum (2) und einer darin um eine horizontale Rührwellenachse umlaufenden Rührwelle (3), die mehrere drehfest mit ihr verbundene, in Richtung der horizontalen Achse voneinander beabstandete Mahlorgane (4), bevorzugt in Gestalt von Mahlscheiben (4), trägt, die die Mahlkörper bewegen, wobei die Rührwelle (3) auslassseitig einen an seinem Außenumfang bevorzugt mit Mahlorganen (4) besetzten Korb (9) besitzt, der den eine siebartige Abscheidertrommel (5) tragenden Auslass (8) übergreift, **dadurch gekennzeichnet, dass** der radiale Abstand zwischen der Inneumfangsfläche (10) des Korbes (9) und der Außenumfangsfläche (11) der siebartigen Abscheidertrommel (5) in Umfangsrichtung nicht konstant ist, sondern variiert, wobei der Übergang des variierenden radialen Abstandes zwischen der Abscheidertrommel (5) und dem Korb (9) stetig ist.
2. Rührwerksmühle (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Siebtrommel (5) aus duktilem Material besteht und durch plastische Verformung bei einem Zusammenpressen zwischen sich paarweise gegenüberliegenden Stempeln (12) eine unrunde Form aufgeprägt bekommen hat.
3. Rührwerksmühle (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittsfläche der Siebtrommel (5) senkrecht zur Rührwellenachse zwei Hauptachsen a und b aufweist, für die gilt:
wenn $a < 30\text{mm}$, dann a mindestens 2mm größer als b
wenn $a = 30$ bis 100mm, dann a mindestens 4mm größer als b
wenn $a > 100\text{mm}$, dann a mindestens 6mm größer als b.
4. Rührwerksmühle (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittsfläche der Siebtrommel (5) senkrecht zur Rührwellenachse polygonförmig ist, bevorzugt in Gestalt eines Pentagons oder eines Hexagons.
5. Rührwerksmühle (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Siebtrommel (5) ein Spaltrohr ist.

6. Verfahren zur Verhinderung einer den Abfluss von Mahlgut durch das Trennsystem (5) verhindernden Ansammlung von Mahlkörpern am Trennsystem (5), **dadurch gekennzeichnet, dass** die bevorzugt als Spaltrohr ausgeführte Siebtrommel (5) einer Rührwerksmühle (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche in ausgebautem Zustand mittels einer Presse vorzugsweise unter Zwischenschaltung eines die Verformung beeinflussenden Gesenks plastisch verformt wird, sodass sie eine dauerhaft mehr als nur toleranzbedingt unrunde Gestalt aufweist. 5 10
7. Verfahren zur Verhinderung einer den Abfluss von Mahlgut durch das Trennsystem (5) verhindernden Ansammlung von Mahlkörpern am Trennsystem (5), **dadurch gekennzeichnet, dass** der besagte Korb (9) einer Rührwerksmühle (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 an seiner Innenumfangsfläche (10) mehr als nur toleranzbedingt unrund ausgedreht wird. 15 20

25

30

35

40

45

50

55

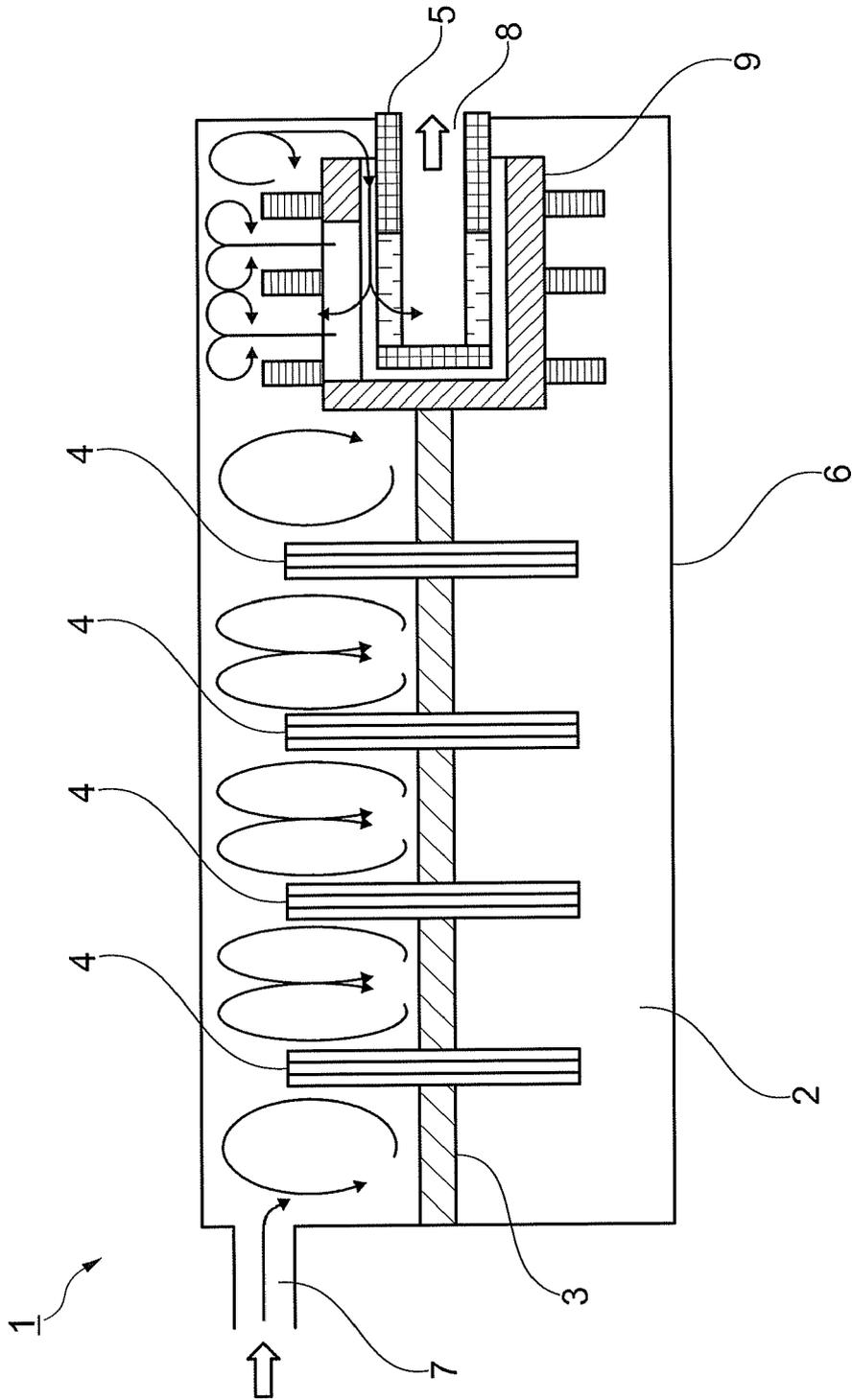


Fig. 1

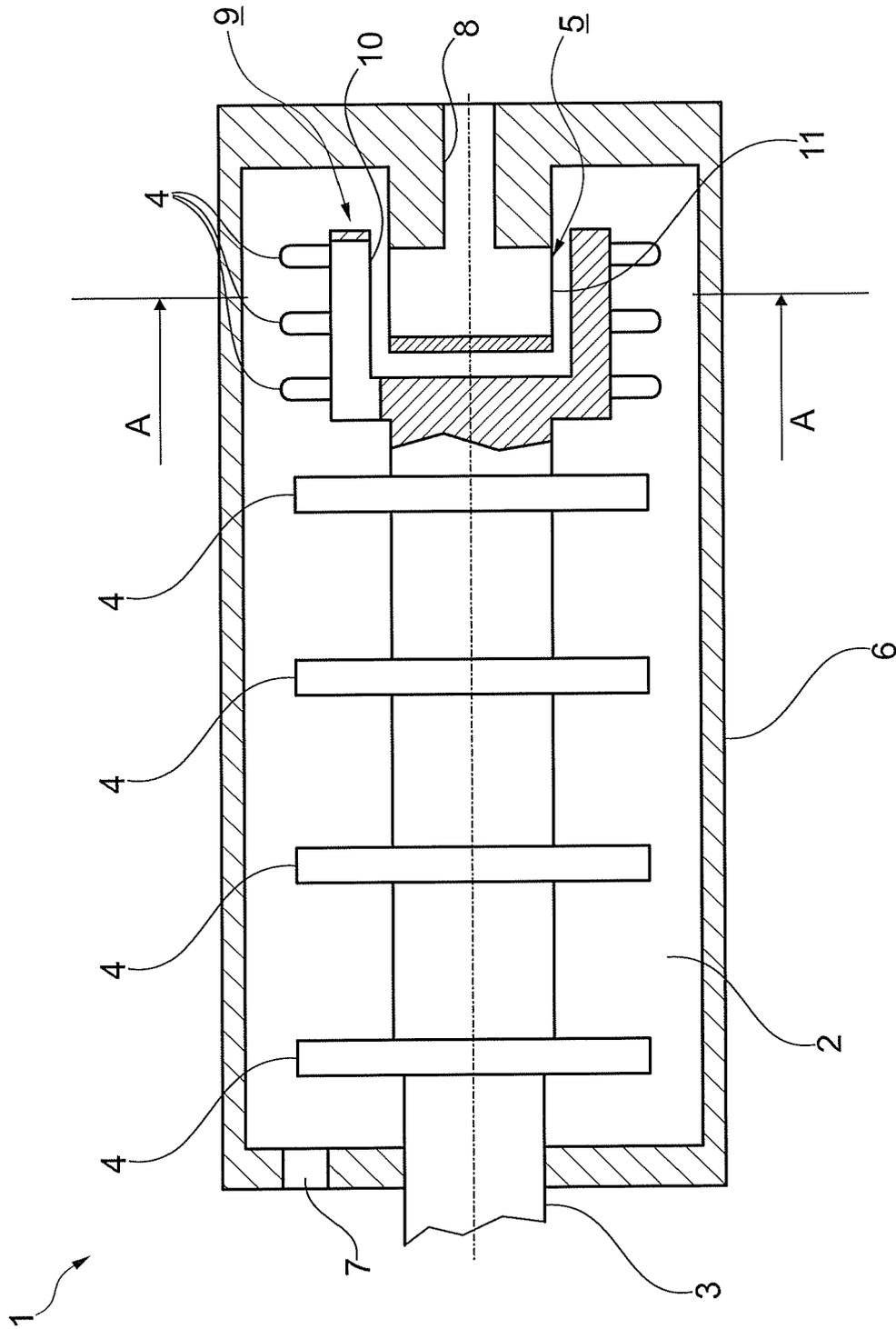


Fig. 2

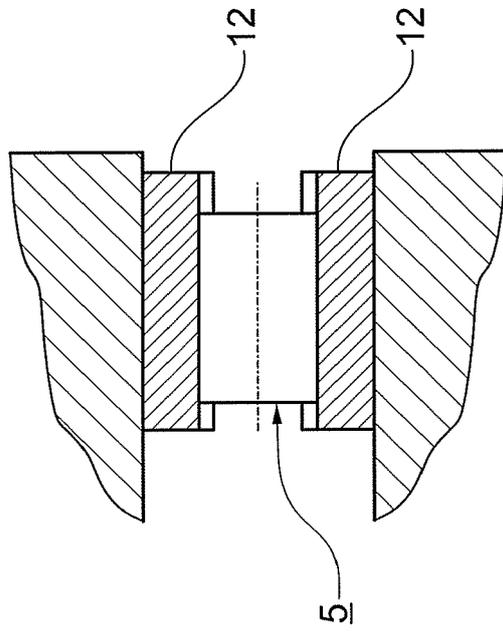


Fig. 4

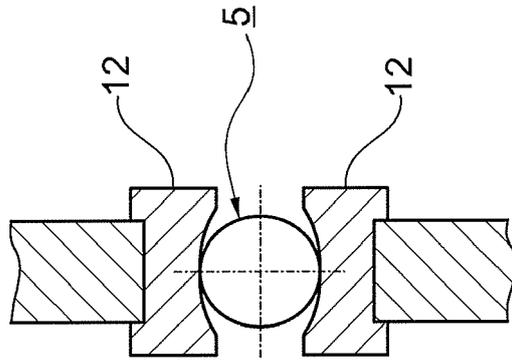


Fig. 5

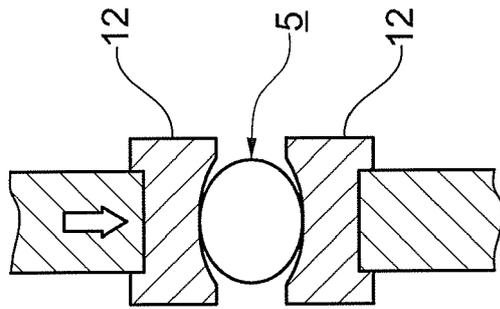


Fig. 6

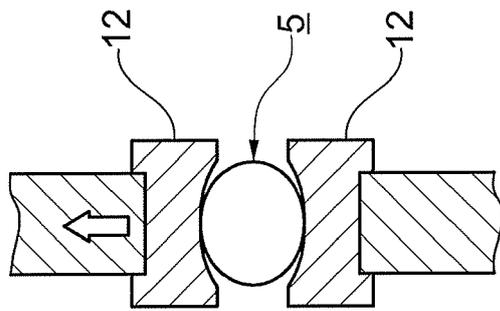


Fig. 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 23 21 5714

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	DE 40 09 092 C1 (ERICH NETZSCH GMBH & CO HOLDING KG [DE]) 23. Mai 1991 (1991-05-23) * Spalte 2, Zeilen 17-26, 68 - Spalte 3, Zeile 5; Abbildungen 1, 3, 4 * -----	1-6	INV. B02C17/16
X	DE 195 10 807 A1 (NETZSCH ERICH HOLDING [DE]) 28. September 1995 (1995-09-28) * Spalte 1, Zeilen 27-29; Abbildungen 1, 2, 5 * * Spalte 2, Zeilen 61-64 * -----	1-3, 5, 6	
X	EP 0 206 207 B1 (NETZSCH MASCHINENFABRIK [DE]) 24. Mai 1989 (1989-05-24) * Spalte 1, Zeilen 37-41, 51-62; Abbildungen 1, 2, 7 * -----	1, 5, 7	
A	JP H06 312226 A (SHOWA ALUMINUM CORP) 8. November 1994 (1994-11-08) * Abbildungen 1-6 * -----	2, 6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B02C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlussdatum der Recherche 21. März 2024	Prüfer Pössinger, Tobias
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 : nichtschriftliche 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	

1
EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

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

EP 23 21 5714

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
 Patentedokumente 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.

21-03-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 4009092 C1	23-05-1991	DE 4009092 C1 EP 0448100 A1	23-05-1991 25-09-1991
15	DE 19510807 A1	28-09-1995	KEINE	
	EP 0206207 B1	24-05-1989	KEINE	
20	JP H06312226 A	08-11-1994	KEINE	
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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