



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**17.11.2010 Patentblatt 2010/46**

(51) Int Cl.:  
**B02C 13/14<sup>(2006.01)</sup> B02C 2/10<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **10004784.4**

(22) Anmeldetag: **06.05.2010**

(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 SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME RS**

(71) Anmelder: **PALLMANN MASCHINENFABRIK GMBH + CO. KG**  
**D-66482 Zweibrücken (DE)**

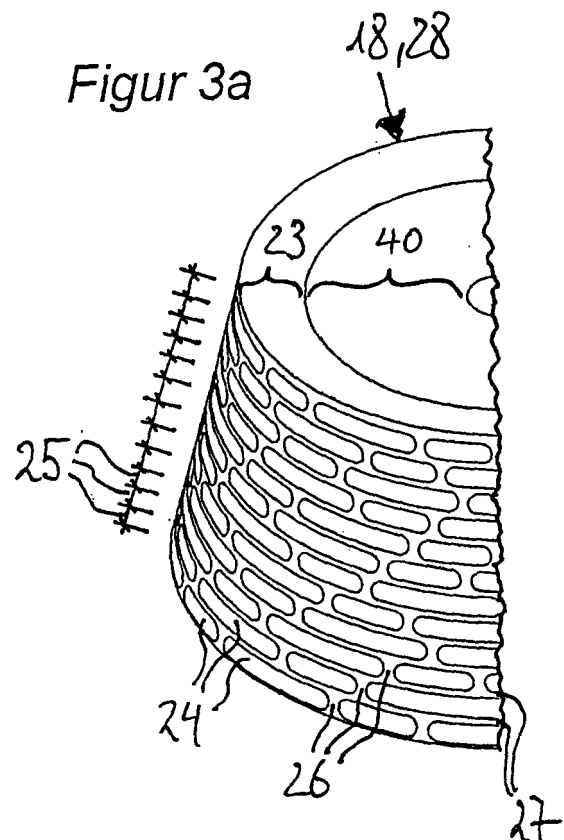
(72) Erfinder: **Pallmann, Hartmut**  
**66482 Zweibrücken (DE)**

(30) Priorität: **11.05.2009 DE 102009020714**

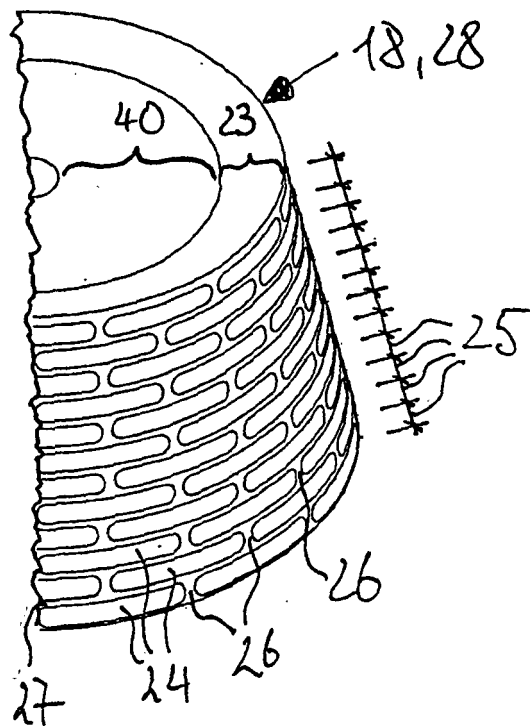
(74) Vertreter: **Patentanwälte Möll, Bitterich & Dr. Keller**  
**Westring 17**  
**76829 Landau (DE)**

(54) **Vorrichtung zum Bearbeiten von Aufgabegut**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Mischen, Mahlen, Trocknen, Desagglomerieren, Zerkleinern oder Coatieren von Aufgabegut mit einem innerhalb eines Gehäuses (1) um eine Achse (4) drehenden Rotor (18, 18') und einem den Rotor (18, 18') unter Einhaltung eines radialen Arbeitsspalts (36) umgreifenden, gegenüber dem Gehäuse (1) ortsfesten Stator. Der Rotor (18, 18') weist über seine Mantelfläche verteilte Rotorwerkzeuge (23) auf, deren wirksame Kanten zur Zerkleinerung des Aufgabeguts mit den Statorwerkzeugen (20) am Innenumfang des Stators zusammenwirken. Dabei wird das Aufgabegut im Trägergasstrom dem Arbeitsspalt (36) zugeführt. Zur wirkungsvollen Bearbeitung des Aufgabeguts wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass in die Mantelfläche des Rotors (18, 18') eine Vielzahl von Vertiefungen (24) eingebracht ist, wobei Bereiche zwischen zwei benachbarten Vertiefungen (24) Stege (26, 27) ausbilden, die die wirksamen Kanten der Rotorwerkzeuge (23) bilden.



Figur 3b



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Bearbeiten von Aufgabegut gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Vorrichtungen dieser Art sind dem Gebiet der mechanischen Verfahrenstechnik zuzuordnen. Dabei geht es darum, einen Ausgangsstoff in seiner Form, Größe und/oder Zusammensetzung zu verändern. Beispielsweise wird ein Ausgangsstoff beim Zerkleinern, Mahlen oder Desagglomerieren von einer Ursprungsgröße in eine demgegenüber kleinere Form gebracht. Bei Mischen werden unterschiedliche Komponenten im Aufgabegut so aufbereitet, dass am Ende eine einheitliche Partikelverteilung im Aufgabegut erzielt wird. Beim Coatieren oder Trocknen wird mit der Bearbeitung des Aufgabeguts gezielt Wärme in das Aufgabegut eingetragen, um ein Umschließen einzelner Partikel und/oder ein Verdunsten von Restfeuchte im Aufgabegut zu erreichen.

[0003] In Abhängigkeit von der Art des Aufgabeguts und der Art der Bearbeitung sind gattungsgemäße Vorrichtungen mit geeigneten Rotorwerkzeugen ausgerüstet, die durch den intensiven Kontakt mit dem Aufgabegut einem mehr oder minder starken Verschleiß unterworfen sind, der sich ab einem bestimmten Ausmaß negativ auf die Qualität des bearbeiteten Endprodukts auswirkt. Aus diesem Grund sind bei bekannten Vorrichtungen die Rotorwerkzeuge lösbar in der Vorrichtung befestigt, um in regelmäßigen Zeitintervallen einen Austausch der verbrauchten Rotorwerkzeuge vornehmen zu können. Gleichzeitig liegt es im Bestreben der Betreiber die Werkzeugwechselzeiten im Sinne eines wirtschaftlichen Betriebs zu minimieren, um einen Produktionsausfall infolge Stillstandszeiten der Vorrichtung in Grenzen zu halten.

[0004] Aus der DE 35 43 370 A1 ist eine luftdurchströmte Mühle bekannt mit einem etwa zylindrischen Mühlengehäuse, entlang dessen Innenumfang ein Stator angeordnet ist. Der Stator umgreift unter Einhaltung eines radialen Arbeitsspalts einen koaxial ausgerichteten Rotor, dessen Antriebswelle das Gehäuse axial durchsetzt und innerhalb von Lagern drehbar gehalten ist. Auf der Antriebswelle sitzen axial hintereinander Nabenabschnitte, von denen jeweils ein Nabenabschnitt einer Mahlstufe zugeordnet ist. Jeder Nabenabschnitt trägt eine Rotorscheibe, an deren Außenumfang sich schließlich die radial ausgerichteten Schlagplatten befinden, die in radialem Abstand entlang der Statorinnenfläche streichen.

[0005] Über einen zentrischen Guteintrag im Bodenbereich des Gehäuses gelangt das Aufgabegut im Luftstrom in die Vorrichtung und durchwandert das Gehäuse im Arbeitsspalt auf einer schraubenlinienförmigen Bahn. Dabei erfolgt die Bearbeitung des Aufgabeguts im Zusammenspiel von Mahlplatten und Stator. Nach seinem Austritt aus dem Arbeitsspalt wird das Aufgabegut über einen tangentialen Gutaustritt im oberen Gehäusebereich der Maschine entnommen.

[0006] Ein Nachteil dieser Vorrichtung ergibt sich aus der Art der Befestigung der Mahlplatten an den Rotorscheiben mit Hilfe von Schrauben. Durch die Anordnung mehrerer Mahlstufen axial hintereinander und die Vielzahl von Mahlplatten pro Mahlstufe ergibt sich ein erheblicher Montageaufwand beim verschleißbedingten Wechsel der Mahlplatten.

[0007] Diesbezüglich konnte ein Fortschritt durch die Weiterentwicklung der Befestigungsart der Werkzeuge am Rotor erreicht werden. So besitzen die aus der DE 100 53 946 A1, DE 196 49 338 A1 und DE 10 2004 014 258 A1 bekannten Vorrichtungen Rotoren, die über ihren Umfang gleichmäßig verteilte Aufnahmen aufweisen, in die die Rotorwerkzeuge axial eingesteckt werden. Über einen Formschluss zwischen Rotor und Rotorwerkzeugen wird gewährleistet, dass die Werkzeuge in radialer Richtung gehalten sind. Damit wird der Aufwand beim Wechsel der Rotorwerkzeuge wesentlich reduziert, da der Montageaufwand durch Schraubverbindungen entfällt. Dennoch ist mit dem sukzessiven Wechseln der einzelnen Rotorwerkzeuge weiterhin ein beträchtlicher Arbeitsaufwand verbunden.

[0008] Zudem erweist es sich bei allen vorgenannten Vorrichtungen als nachteilig, dass die geometrische Ausbildung der Zerkleinerungszone nur innerhalb enger Grenzen möglich ist. Der Grund hierfür liegt in der Art der Konstruktion, die stets axial verlaufende Mahlplatten oder Schlagleisten vorsieht, die über den Rotorumfang überstehen. Eine Variation in der Ausbildung der Schlagleisten und den dahinter liegenden Turbulenzonen ist daher nur beschränkt möglich.

[0009] Vor diesem Hintergrund liegt die Aufgabe der Erfindung darin, eine gattungsgemäße Vorrichtung anzugeben, die einerseits einen schnellen Wechsel der Rotorwerkzeuge ermöglicht und andererseits einen maximalen Spielraum bei der Gestaltung der Zerkleinerungszone bietet.

[0010] Ein Rotor im Sinne der Erfindung besitzt mindestens ein Rotorelement, das in radialer Richtung untergliedert ist in einen inneren, einen Tragkörper bildenden Bereich, der drehfest mit der Antriebswelle verbunden ist, und einen äußeren, Rotorwerkzeuge bildenden Bereich. Der Tragkörper erstreckt sich dabei von der Antriebswelle radial nach außen und trägt die Mantelfläche des Rotors bildenden Rotorwerkzeuge. Ein erfindungsgemäßer Rotor kann lediglich ein einziges derartiges Rotorelement aufweisen, das sich im Wesentlichen über die gesamte axiale Länge des Rotors erstreckt oder mehrere derartiger Rotorelemente, die axial aneinandergefügt den Rotor ergeben.

[0011] Bei einem erfindungsgemäßen Rotor sind die Rotorwerkzeuge integraler Bestandteil des Rotorelements, das heißt Tragkörper und Rotorwerkzeuge sind monolithisch, also aus einem einzigen Werkstück herausgearbeitet, beispielsweise durch Fräsen, Bohren, Erodieren, Gießen und dergleichen. Dadurch unterscheidet sich die Erfindung von Vorrichtungen mit mehrstückigem Rotor, bei denen der Tragkörper und die Rotor-

werkzeuge separate Teile darstellen, die lösbar, zum Beispiel durch Schrauben oder Einstecken, oder unlösbar, zum Beispiel durch Schweißen, zusammengesetzt sind.

**[0012]** Diese Art der Konstruktion stellt ohne Zweifel eine klare Abkehr von bekannten Vorrichtungen dar, an deren Rotoren stets leistenförmige Rotorwerkzeuge befestigt sind. Die Erfindung markiert somit einen Wendepunkt in der Konstruktion gattungsgemäßer Vorrichtungen.

**[0013]** In vorteilhafter Weiterbildung besteht die Erfindung darin, die Rotorwerkzeuge durch Anordnung von Vertiefungen in der Rotoroberfläche herzustellen, wobei sowohl die zwischen den Vertiefungen vorhandenen Stege als auch die Vertiefungen selbst Einfluss auf die Art der Bearbeitung des Aufgabeguts nehmen. Da die Rotorwerkzeuge bei einem solchen Rotor aus der Oberfläche eines oder mehrerer Rotorelemente, also aus dem Vollen, herausgearbeitet sind, ergibt sich ein immenser Spielraum bei der geometrischen Gestaltung der Bearbeitungszone. Während bei bekannten Vorrichtungen die Bearbeitungszone im Wesentlichen von Mahlplatten gebildet ist, kann nun durch geeignete Ausbildung der Vertiefungen erreicht werden, dass nicht nur die Stege, sondern auch die Vertiefungen einen aktiven Beitrag bei der Bearbeitung des Aufgabeguts leisten. So kann die Erzeugung von Wirbeln innerhalb der Turbulenzzone durch die Größe und Geometrie der Vertiefungen gezielt gesteuert werden. Auch ist es möglich, durch Variation der Geometrie der Vertiefungen in deren Abfolge in Umfangsrichtung die Intensität der Bearbeitung zu verstärken und damit eine Leistungssteigerung zu erreichen.

**[0014]** Bevorzugt ist dabei eine Ausführungsform der Erfindung, bei der der Tragkörper aus einem massiven Vollkörper besteht, zum Beispiel aus einem Vollzylinder oder Vollkegelstumpf, der lediglich axial eine Bohrung zur formschlüssigen Aufnahme der Antriebswelle aufweist. Ein solcher Rotor bietet ausreichend radiale Tiefe für alle Arten von Vertiefungen, ohne dass dadurch die Stabilität des Rotors beeinträchtigt ist.

**[0015]** Die erfindungsgemäße Konstruktionsweise bringt ferner den Vorteil, dass ein Wechsel der Rotorwerkzeuge durch Austausch des Rotors bzw. der Rotorelemente erfolgt, das heißt mit dem Austausch des Rotors werden gleichzeitig auch alle Rotorwerkzeuge gewechselt. Damit zeichnet sich eine erfindungsgemäße Vorrichtung durch extrem kurze Stillstandszeiten beim Werkzeugwechsel aus.

**[0016]** Darüber hinaus eröffnet ein erfindungsgemäßer Rotor die Möglichkeit bei gleicher Bauhöhe mehr Umfangsebenen in axialer Richtung und mehr wirksame Kanten über den Umfang unterzubringen als dies bei bekannten Rotoren der Fall ist. Infolge der sich daraus ergebenden Dichte an Rotorwerkzeugen zeichnet sich eine erfindungsgemäße Vorrichtung durch eine sehr hohe Maschinenleistung aus.

**[0017]** Die Erfindung wird nachstehend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels nä-

her erläutert. Es zeigen

- |    |                |                                                                                                                       |
|----|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5  | Fig. 1         | einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung entlang der in Fig. 2 dargestellten Linie I-I,             |
| 10 | Fig. 2         | einen Horizontalschnitt durch die in Fig. 1 dargestellte Vorrichtung entlang der dortigen Linie II-II, die            |
| 15 | Fig. 3a bis 4b | Schrägsichten verschiedener Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Rotors, die                                     |
| 20 | Fig. 5 und 6   | Explosionsdarstellungen einer aus scheibenförmigen Rotorelementen zusammengesetzten Ausführungsform eines Rotors, die |
| 25 | Fig. 7 bis 9   | Teilschnitte verschiedener Ausführungsformen der Erfindung im Bereich des Arbeitsspalts, und                          |
| 30 | Fig. 10        | einen Teilschnitt durch einen erfindungsgemäßen Rotor in dessen Umfangsbereich.                                       |

**[0018]** Der allgemeine Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ergibt sich aus den Fig. 1 und 2. Dort sieht man ein Gehäuse 1, das sich aus einem zylindrischen Unterteil 2 und einem glockenförmigen Oberteil 3 zusammensetzt. Die Längsachse des Gehäuses 1 ist mit dem Bezugszeichen 4 versehen. Das Unterteil 2 ist nach unten durch einen Boden 5 abgeschlossen, in dem zentrisch zur Achse 4 eine kreisförmige Öffnung 6 angeordnet ist. Die Öffnung 6 dient zur Aufnahme einer im Wesentlichen zylindrischen Wellenlagerung 7, die koaxial zur Achse 4 mittels einer Flanschverbindung am Boden 5 angeschraubt ist. Das obere Ende der Wellenlagerung 7 erstreckt sich bis in den Bereich des Oberteils 3. Auf diese Weise ergibt sich innerhalb des Unterteils 2 ein Ringkanal 8, der über einen tangential zur Achse 4 verlaufenden Materialauslass 9 aus dem Gehäuse 1 mündet. Den oberen Abschluss des Unterteils 2 bildet ein umlaufender Ringflansch 10, auf dem ein im Querschnitt winkliger Lagerring 11 befestigt ist.

**[0019]** Wie bereits erwähnt, ist die äußere Gestalt des Oberteils 2 glockenförmig, während der Innenumfang des Oberteils 2 einen konischen Verlauf aufweist und zur Aufnahme der Statorwerkzeuge 20 dient. Die Oberseite des Oberteils 2 ist von einem lösbaren Deckel 12 verschlossen, der im Bereich der Achse 4 eine zentrische Öffnung besitzt, an die ein Einlaufstutzen 13 zur Beschikung der Vorrichtung mit Aufgabegut koaxial anschließt.

**[0020]** Der Fußbereich des Oberteils 2 ist mit seinem Außenumfang komplementär zum Innenumfang des Lagerrings 11 ausgebildet, so dass das Oberteil 3 mit seinem Fußbereich axial in das Unterteil 2 einsteckbar ist.

Zur sicheren Befestigung des Oberteils 3 am Unterteil 2 dient ein am Außenumfang planparallel und coaxial verlaufender Ringflansch 14, der mittels Schraubverbindungen am Unterteil 2 befestigt ist. Die Einstecktiefe des Oberteils 3 in das Unterteil 2 kann über Justierschrauben 15 eingestellt werden, die sich axial durch den Ringflansch 14 erstrecken und sich an der Oberseite des Lagers 11 abstützen.

**[0021]** Innerhalb der Wellenlagerung 7 ist die coaxial zur Achse 4 ausgerichtete Antriebswelle 17 in Lagergruppen 16 drehbar gehalten. Das untere außerhalb des Gehäuses 1 liegende Ende der Antriebswelle 17 ist an einen nicht weiter dargestellten Drehantrieb angeschlossen. Das gegenüberliegende, im Inneren des Gehäuses 1 liegende Ende erstreckt sich bis weit in den Bereich des Oberteils 3 und dient zur drehfesten Aufnahme eines Rotors 18. Der Rotor 18 besteht im wesentlichen aus einem Rotorelement 28, das selbst massiv ausgebildet ist, das heißt, es besteht aus Vollmaterial und besitzt entsprechend der Kontur des Innenumfangs des Oberteils 3 eine kegelstumpfförmige Gestalt, was nicht ausschließt, dass der Rotor 18 bei einem zylindrischen Gehäuse auch zylindrisch ausgebildet sein kann. Die massive Ausbildung des Rotors 18 erlaubt zudem die Unterbringung von nicht dargestellten Kühlkanälen, die sich beispielsweise im umfangsnahen Bereich mantellinienparallel erstrecken und zur Kühlung der Bearbeitungszone mit einem Kühlfluid beaufschlagt sind.

**[0022]** Die Oberseite des Rotorelements 28 ist von einer coaxial zur Achse 4 angeordneten Prallscheibe 19 bedeckt, an deren äußerem Umfang radial ausgerichtete Schlagklötze 21 angeschraubt sind (siehe auch Fig. 5 und 6). Durch Einhaltung eines axialen Abstands zwischen der Prallscheibe 19 und dem Deckel 12 bzw. dem Einlaufstutzen 13 wird eine scheibenförmige Kammer 22 gebildet, in der eine Vorzerkleinerung des Aufgabeguts durchgeführt wird.

**[0023]** Das Rotorelement 28 ist in radialer Richtung untergliedert in einen inneren, einen Tragkörper 40 bildenden Bereich, der drehfest mit der Antriebswelle 17 verbunden ist, und einen äußeren, Rotorwerkzeuge 23 bildenden Bereich, wobei die Rotorwerkzeuge 23 vom Tragkörper 40 gehalten sind. Statorwerkzeuge 20 und Rotorwerkzeuge 23 liegen sich unter Einhaltung eines radialen Arbeitsspalts 36 (Fig. 7, 8 und 9) gegenüber, in dem die Bearbeitung des Aufgabeguts hauptsächlich erfolgt. Auf die konkrete Ausgestaltung der gleichmäßig über den Umfang des Rotors 18 verteilten Rotorwerkzeuge 23 sowie deren gegenseitige Zuordnung wird im Folgenden näher eingegangen.

**[0024]** Die Art der Bearbeitung ist maßgeblich von der Oberflächengestaltung des Rotors 18 abhängig. Ein erfindungsgemäßer Rotor 18 eröffnet eine Vielzahl möglicher Oberflächengestaltungen, die bei bekannten Rotoren nicht oder nur unter Aufbringung eines unverhältnismäßig großen konstruktiven Aufwands erreicht werden können. Einige wenige Ausführungsformen, die im Rahmen der Erfindung liegen, werden nachfolgend beschrieben

ben ohne sich darauf einzuschränken.

**[0025]** Die Fig. 3a und 3b zeigen jeweils ein der Einfachheit halber nur hälftig dargestelltes monolithisches Rotorelement 28 eines Rotors 18, dessen der Achse 4 bzw. der Antriebswelle 17 zugeordneter Bereich einen Tragkörper 40 bildet, der infolge der einstückigen Ausbildung die die Mantelfläche des Rotors 18 bildenden Rotorwerkzeuge 23 trägt. Die Rotorwerkzeuge 23 bestehen aus Vertiefungen 24, die in die Mantelfläche des Rotors 18 eingebracht sind, beispielsweise durch Fräsen oder Erodieren. Die Vertiefungen 24 besitzen eine Längserstreckungsrichtung tangential zur Achse 4 und sind in Umfangsrichtung hintereinander, in mehreren axial aufeinanderfolgenden Umfangsebenen 25 angeordnet. Dabei bilden die tangentialen Abstände zwischen zwei Vertiefungen 24 jeweils einen Steg 26 aus, der Bereich zwischen zwei benachbarten Umfangsebenen 25 einen durchlaufenden Ringsteg 27. Daraus ergeben sich eine Vielzahl von Umfangsebenen 25, die den axialen Materialfluss bremsen und so die Aufenthaltszeit des Aufgabeguts in der Bearbeitungszone verlängern.

**[0026]** Die Abfolge der Vertiefungen 24 in Umfangsrichtung ist so gewählt, dass die Stege 26 zweier benachbarter Umfangsebenen 25 mit Umfangsversatz zueinander angeordnet sind. Dies kann durch unterschiedliche Längen der Vertiefungen 24 erreicht werden (Fig. 3a) oder mit einem Umfangsversatz um die halbe Länge einer Vertiefung 24 bei ansonsten gleichen Längen der Vertiefungen 24 pro Umfangsebene 25 (Fig. 3b).

**[0027]** Nicht dargestellt, aber ebenso im Rahmen der Erfindung liegt eine Anordnung der Vertiefungen derart, dass die Stege 26 benachbarter Umfangsebenen 25 auf einer Mantellinie des Rotors 18 liegen.

**[0028]** Die Fig. 4a und 4b unterscheiden sich von der vorbeschriebenen Ausführungsform eines Rotors 18 lediglich durch die Ausrichtung der Vertiefungen 24, die bei diesem Ausführungsbeispiel eine Längserstreckungsrichtung parallel zu einer Mantellinie besitzen. Auf diese Weise werden über die gesamte Höhe des Rotors 18 durchgehende Stege 26 gebildet. Dabei können die Vertiefungen 24 wie in Fig. 4a gezeigt, in planparallelen Umfangsebenen 25 gruppiert sein, so dass sich zwischen den Umfangsebenen 25 durchgehende Ringstege 27 ergeben, oder aber die Enden zweier in Umfangsrichtung benachbarter Vertiefungen 24 sind mit einem axialen Längenversatz angeordnet, wie in Fig. 4b dargestellt. Diese Ausführungsformen der Erfindung führen zu walzenförmigen Wirbeln geringen Durchmessers aber hoher Umlaufgeschwindigkeit. Da der Gutstrom auf weniger axial wirkende Strömungshindernisse trifft als bei der zuvor beschriebenen Ausführungsform, ist dessen Verweilzeit in der Bearbeitungszone entsprechend geringer.

**[0029]** Im Gegensatz zu den Fig. 3 und 4, die einen aus einem einzigen Rotorelement 28 bestehenden Rotor 18 zeigen, setzt sich der in den Fig. 5 und 6 dargestellte Rotor 18' aus mehreren scheibenförmigen Rotorelementen 28' zusammen, die jeweils monolithisch ausgebildet und coaxial aneinander gefügt sind. Zur Verdeutlichung

dieses Sachverhalts zeigen die Fig. 5 und 6 die Erfindung als Explosionsdarstellung. Mit einem solchen Rotor 18' lassen sich die gleichen vorerwähnten Vorteile erzielen bei einer gleichzeitig vereinfachten Herstellung. Zudem kann der Rotor 18' durch Kombination unterschiedlicher Rotorscheiben 28' auch nachträglich noch in seiner Geometrie und damit Wirkungsweise verändert werden.

**[0030]** In Fig. 5 setzt sich der Rotor 18' beispielsweise aus vier scheibenförmigen Rotorelementen 28' zusammen, die in radialer Richtung unterteilt sind in einen inneren einen Tragkörper 40 bildenden Bereich und einen äußeren, die Rotorwerkzeuge 23 bildenden Bereich. Durch monolithische Ausbildung der Rotorelemente 28' sind die Rotorwerkzeuge 23 von dem Tragkörper 40 gehalten ist.

**[0031]** Die Rotorwerkzeuge 23 werden von Vertiefungen 24 gebildet, die gleichmäßig über den Umfang der Rotorelemente 28' verteilt sind und die sägezahnartige Rotorwerkzeuge 23 ergeben, deren genauere Ausgestaltung noch unter Fig. 10 erläutert wird. Die scheibenförmigen Rotorelemente 28' sitzen mit ihrem Tragkörper 40 jeweils derart auf der Antriebswelle 17, dass die Vertiefungen 24 benachbarter Rotorelemente 28' in axialer Richtung fluchten, also mehrere Vertiefungen 24 eine sich in axialer Richtung über mehrere Umfangsebenen erstreckende Gesamtvertiefung entlang einer Mantellinie des Rotors 18' ergeben. Auch ist es möglich, zwei benachbarte scheibenförmige Rotorelemente 28' in Umfangsrichtung um die halbe Länge einer Vertiefung 24 zu versetzen. Auf diese Weise entstehen seitliche, in axialer Richtung wirkende Begrenzungsflächen, die das Aufgabegut länger im Bereich der Rotorwerkzeuge halten.

**[0032]** Jedes scheibenförmige Rotorelement 28' weist an seiner Oberseite einen zylindrischen Ansatz 29 und an seiner Unterseite eine dazu komplementäre Ausnehmung auf. Durch den beim axialen Zusammenfügen der scheibenförmigen Rotorelemente 28' entstehenden Formschluss wird eine Zentrierung der Rotorelemente 28' zueinander erreicht. Den oberen Abschluss des so entstehenden Rotors 18' bildet wiederum die bereits erwähnte Prallscheibe 19 mit Schlagklötzen 21, den unteren Abschluss eine Ringscheibe 30. Mittels nicht dargestellter axial wirkender Spannmittel werden die Einzelteile des Rotors 18' zusammengespannt.

**[0033]** Der Rotor 18' gemäß Fig. 6 unterscheidet sich von der soeben beschriebenen Ausführungsform lediglich durch die Zwischenschaltung coaxialer Stauscheiben 31 zwischen benachbarte scheibenförmige Rotorelemente 28'. Der Durchmesser der Stauscheiben 31 ist so gewählt, dass die Stauscheiben 31 mit ihrem Umfang die Vertiefungen 24 teilweise oder vollständig radial überlappen. Durch geeignete Wahl des Durchmessers der Stauscheiben 31 kann somit die Aufenthaltsdauer des Aufgabeguts im Bereich des Rotors 18' beeinflusst werden und damit die Intensität der Bearbeitung.

**[0034]** Das in Verbindung mit dem Rotor 18' gemäß der Fig. 5 und 6 gewählte Profil der Vertiefungen 24 ist

in Fig. 10 genauer dargestellt. Die Vertiefungen 24 besitzen in einer axialen Draufsicht einen asymmetrischen Verlauf, der bewirkt, dass die Stege 26 in Umlaufrichtung 32 eine vordere Flanke 33 mit in etwa radialer Ausrichtung aufweisen, während die hintere Flanke 35 demgegenüber flacher verläuft und am Grund der Vertiefung 24 in einer Rundung in die vordere Flanke 33 des nachfolgenden Stegs 26 übergeht. Die vordere Flanke 33 kann zudem ganz oder teilweise mit einer Verschleißschicht 34 versehen sein um die Werkzeugstandzeiten zu erhöhen. Auf diese Weise ergibt sich eine sägezahnartige Ausgestaltung des Rotors 18' über seinen Umfang, der sich durch sein aggressives Zerkleinerungsverhalten auszeichnet.

**[0035]** Aus den Fig. 7 und 8 gehen weitere mögliche Ausgestaltungen der Vertiefungen 24 hervor. So ist es möglich, die Länge und/oder auch radiale Tiefe in Umfangsrichtung aufeinanderfolgender Vertiefungen 24 zu variieren, um eine bestimmte Art der Bearbeitung zu erreichen. Dabei führen kleine Vertiefungen zu Wirbeln kleinen Durchmessers, aber hoher Umlaufgeschwindigkeit, während große Vertiefungen eine Entspannungszone mit Wirbeln großen Durchmessers und geringeren Umlaufgeschwindigkeiten bilden. Der Wechsel dieser unterschiedlichen Wirbel fördert einen intensiven Abschluss des Aufgabeguts.

**[0036]** Wie in Fig. 7 dargestellt können die Vertiefungen 24 in einer axialen Draufsicht im wesentlichen rechtwinklig ausgebildet sein, wobei die Eckbereiche vorzugsweise ausgerundet sind, um einen der Durchströmung angenäherten stetigen Verlauf zu erzielen. Dabei werden die Vertiefungen 24 auch hier von sich radial erstreckenden, im Querschnitt symmetrischen Stegen 26 getrennt. In Fig. 7 sieht man ferner die innere Oberfläche der Statorwerkzeuge 20, die den Vertiefungen 24 und Stegen 26 unter Einhaltung eines Arbeitsspalts 36 radial gegenüber liegt. Die Oberfläche der Statorwerkzeuge 20 wird von einer Vielzahl halbkreisförmiger Ausnehmungen 37 gebildet, die sich in axialer Richtung über die gesamte Höhe des Rotors 18 erstrecken.

**[0037]** Eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Rotors 18 zeigt Fig. 8. Die dort dargestellten Vertiefungen 24 besitzen in einer axialen Draufsicht halbkreisförmige Gestalt, wobei in Umfangsrichtung aufeinanderfolgende Vertiefungen 24 einen unterschiedlichen Radius besitzen. Dadurch weisen aufeinanderfolgende Vertiefungen 24 sowohl eine unterschiedliche Länge als auch unterschiedliche Tiefe auf. Die Halbkreisform der Vertiefungen 24 entspricht wenigstens teilweise der Bahn der Wirbel, so dass der damit eintretende Selbstreinigungseffekt Ablagerungen in den Vertiefungen verhindert. In Fig. 8 wirken die Vertiefungen 24 und die sich zwischen den Vertiefungen 24 ergebenden Stege 26 mit sägezahnartig ausgebildeten Statorwerkzeugen 20 zusammen.

**[0038]** Eine weitere Ausführungsform der Statorwerkzeuge 20 ist noch in Fig. 9 gezeigt, die einen mäanderartigen Verlauf der Oberfläche der Statorwerkzeuge 20

offenbart mit im Querschnitt quadratischen, axial verlaufenden Nuten 38 und Leisten 39. Der in Fig. 9 dargestellte Rotor 18, 18' entspricht ansonsten dem in Fig. 7 dargestellten und beschriebenen. Aus den Fig. 7 bis 9 geht zudem hervor, dass die Erstreckung der Vertiefungen 24 des Rotors 18, 18' in Umfangsrichtung einem Vielfachen der vergleichbaren Erstreckung der Ausnehmungen 37 entspricht, beispielsweise mindestens dem 4-fachen.

**[0039]** Es versteht sich, dass die Erfindung nicht auf die hier in den einzelnen Ausführungsbeispielen offenbarten Merkmalskombinationen beschränkt ist, sondern selbstverständlich auch Ausführungsformen mit umfasst, bei denen die Merkmale unterschiedlicher Ausführungsformen miteinander kombiniert sind. Beispielsweise können die in den Fig. 7 bis 10 dargestellten Vertiefungen 24 sowohl an einem Rotor 18 mit nur einem Rotorelement 28 als auch an einem scheibenförmig aufgebauten Rotor 18' verwirklicht sein. Auch können alle geometrischen Ausbildungen der Stege 26 und/oder Vertiefungen 24 eines Rotors 18, 18' in ihrer Länge und Tiefe variieren oder es können unterschiedliche geometrische Ausgestaltungen der Stege 26 und/oder Vertiefungen 24 in Umfangsrichtung oder von Umfangseben 25 zu Umfangsebene 25 kombiniert werden.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Mischen, Mahlen, Trocknen, Desagglomerieren, Zerkleinern oder Coatieren von Aufgabegut mit einem innerhalb eines Gehäuses (1) um eine Achse (4) drehenden, auf einer Antriebswelle (17) sitzenden Rotor (18, 18') mit zylindrischer oder konischer Mantelfläche und einem den Rotor (18, 18') unter Einhaltung eines radialen Arbeitspalts (36) umgreifenden, gegenüber dem Gehäuse (1) ortsfesten Stator, wobei der Rotor (18, 18') mindestens ein Rotorelement (28, 28') besitzt, das in radialer Richtung untergliedert ist in einen inneren, einen Tragkörper (40) bildenden Bereich, der drehfest mit der Antriebswelle (17) verbunden ist, und einen äußeren, Rotorwerkzeuge (23) bildenden Bereich, wobei die Rotorwerkzeuge (23) vom Tragkörper (40) gehalten sind und mit Statorwerkzeugen (20) am Innenumfang des Stators zusammenwirken, und wobei das Aufgabegut im Trägergasstrom dem Arbeitsspalt (36) zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Bildung der Rotorwerkzeuge (23) am Außenumfang des mindestens einen Rotorelements (28, 28') des Rotors (18, 18') eine Vielzahl von Vertiefungen (24) angeordnet ist, wobei Bereiche zwischen zwei benachbarten Vertiefungen (24) Stege (26, 27) ausbilden, die die zur Bearbeitung des Aufgabeguts wirksamen Kanten der Rotorwerkzeuge (23) bilden.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Haupterstreckungsrichtung der

Vertiefungen (24) in Umfangsrichtung des Rotors (18, 18') oder senkrecht zur Umfangsrichtung, also parallel zu einer Mantellinie des Rotors (18, 18') verläuft

3. Vorrichtung nach Ansprüchen 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vertiefungen (24) in mehreren axial gestaffelten Ebenen (25) nebeneinander angeordnet sind und die einzelnen Vertiefungen (24) einer Ebene (25) in Umfangsrichtung (32) fluchtend hintereinander angeordnet sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** benachbarte Vertiefungen (24) in Umfangsrichtung (32) und/oder in axialer Richtung mit Versatz zueinander angeordnet sind.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** benachbarte Vertiefungen (24) unterschiedliche Längen und/oder Tiefen aufweisen.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis von Länge zu Tiefe der Vertiefungen (24) in einem Bereich von 2 : 1 bis 3 : 1 liegt.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stege (26) im Querschnitt symmetrisch ausgebildet sind.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stege (26) im Querschnitt asymmetrisch ausgebildet sind, wobei die in Rotationsrichtung (32) des Rotors (18, 18') vorseilende Flanke (33) des Stegs (26) steiler verläuft als die nachfolgende Flanke (35).
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die den Außenumfang des mindestens einen Rotorelements (28, 28') bildenden Seiten der Vertiefungen (24) stetig ineinander übergehen.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Rotorelement (28, 28') des Rotors (18, 18') monolithisch ausgebildet ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor (18, 18') mehrere scheibenförmige Rotorelemente (28') umfasst, die coaxial zur Rotationsachse (4) axial aneinander liegen und die einzelnen Außenumfänge der Rotorelemente (28') zusammen den Mantel des Rotors (28') bilden.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet,**

**zeichnet, dass** die scheibenförmigen Rotorelemente (28') entlang ihres Außenumfangs Vertiefungen (24) aufweisen, die zusammen mit den Vertiefungen (24) benachbarter Rotorelemente (28) eine zusammenhängende Gesamtvertiefung ergeben.

5

13. Vorrichtung nach einem, der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor (18, 18') mindestens einen auf einem Umfangskreis liegenden Ringsteg als Stauelement aufweist.

10

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ringsteg von den die Vertiefungen (24) in axialer Richtung begrenzenden Stegen (27) gebildet ist.

15

15. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ringsteg jeweils von einer zwischen den Rotorelementen (28') coaxial angeordneten Stauscheibe (31) gebildet ist.

20

25

30

35

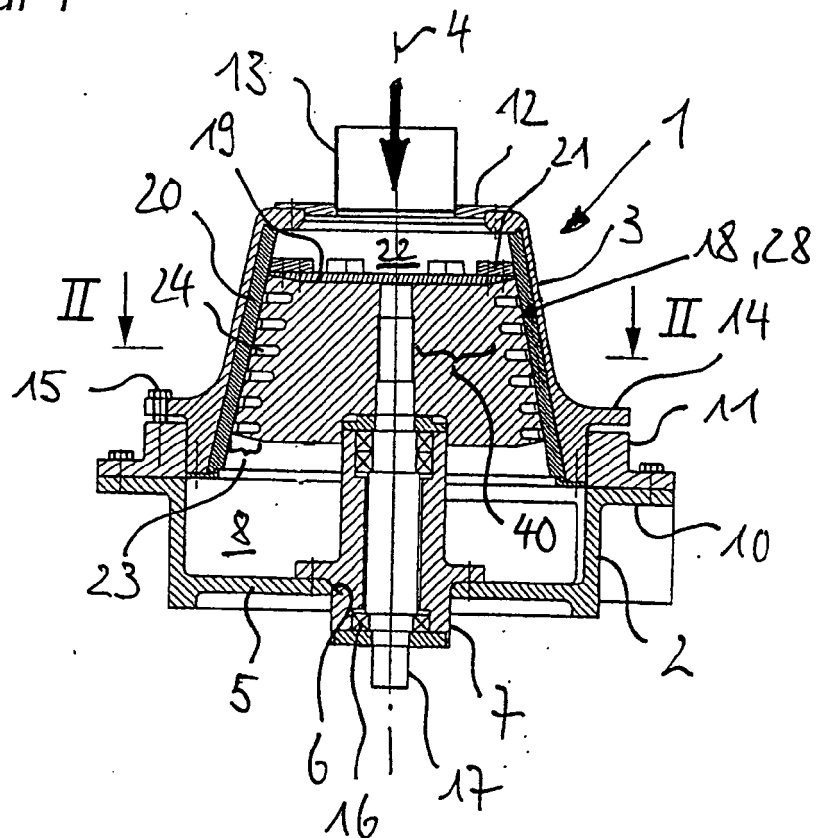
40

45

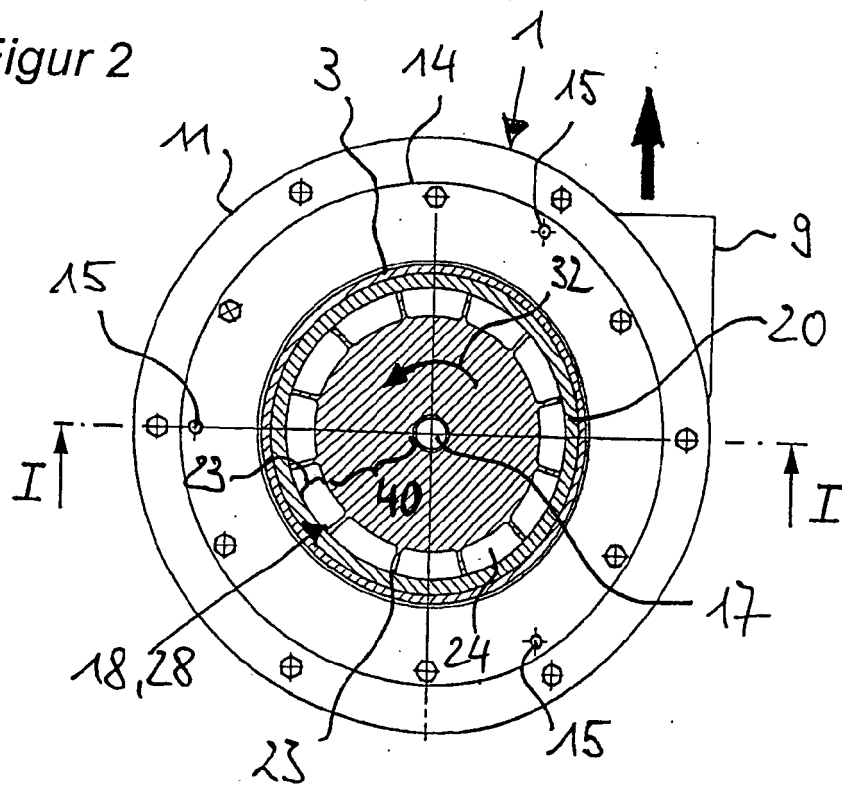
50

55

*Figur 1*



*Figur 2*



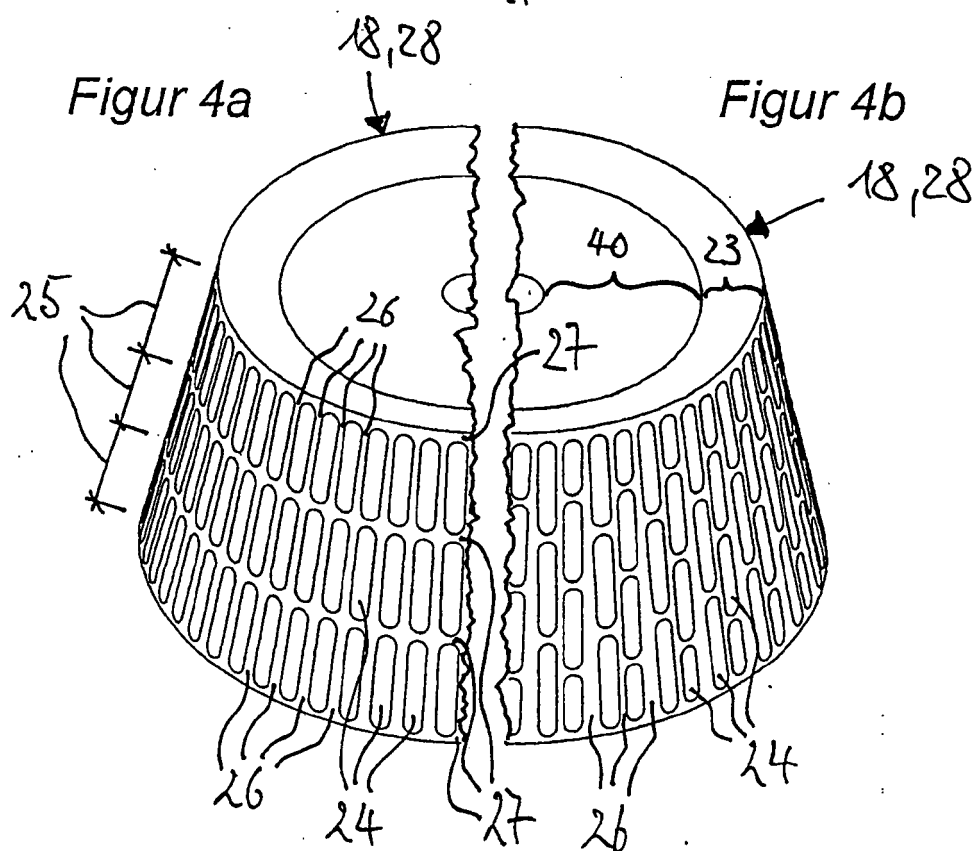
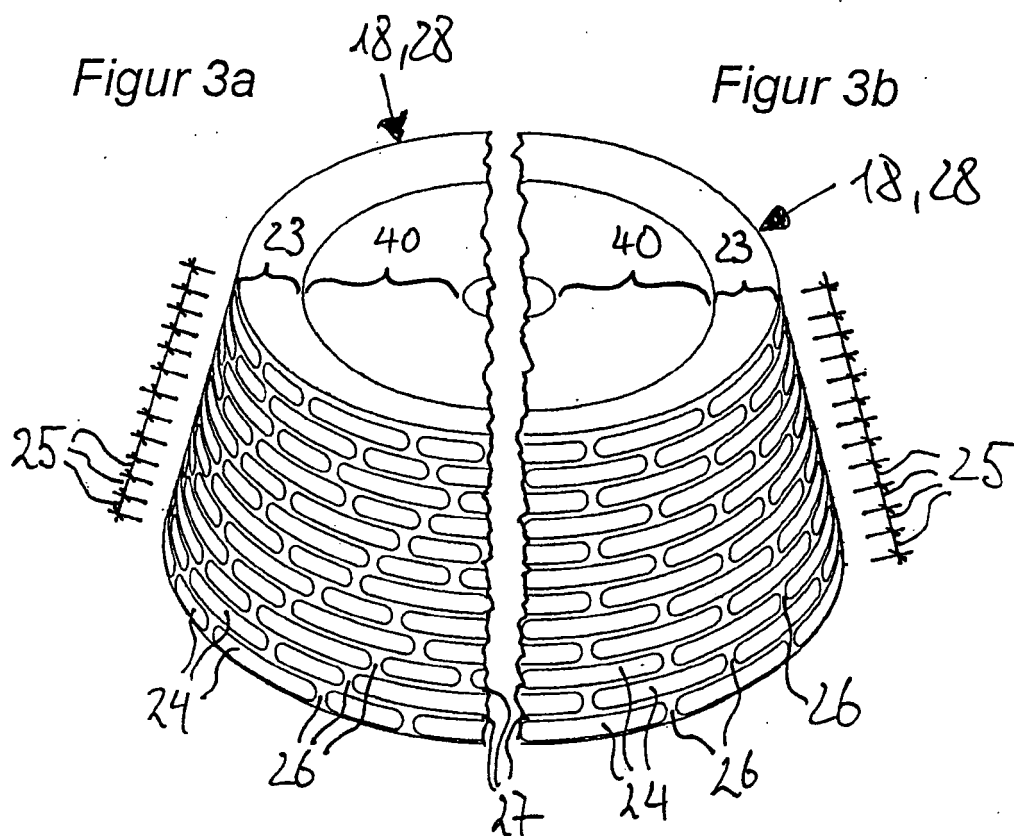


Figure 5

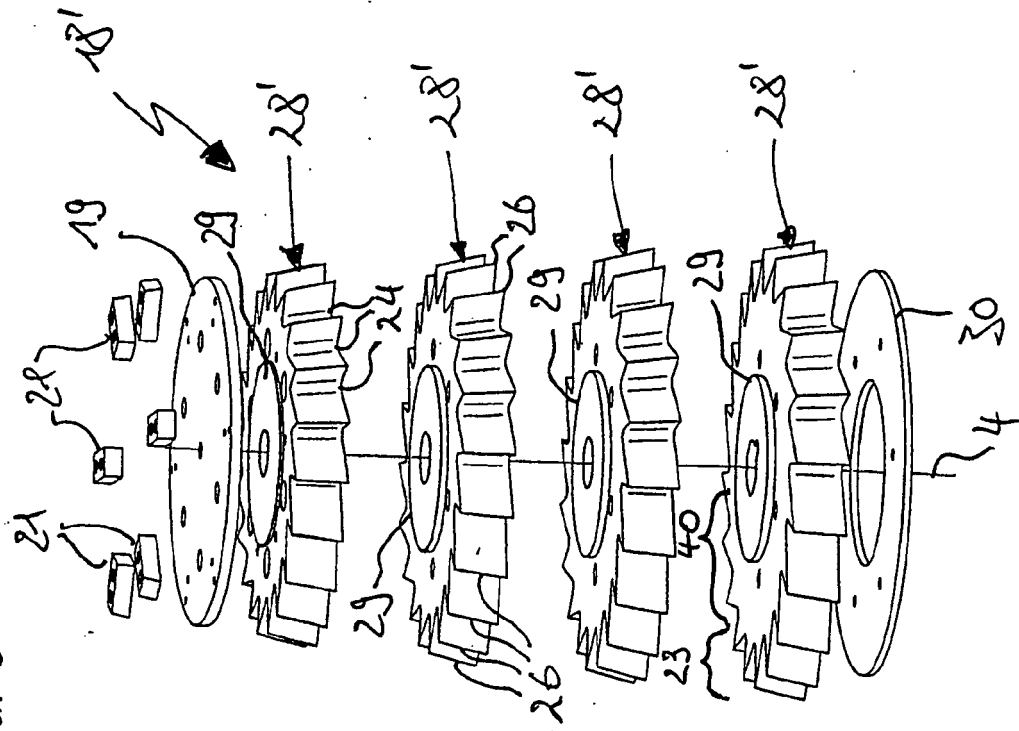
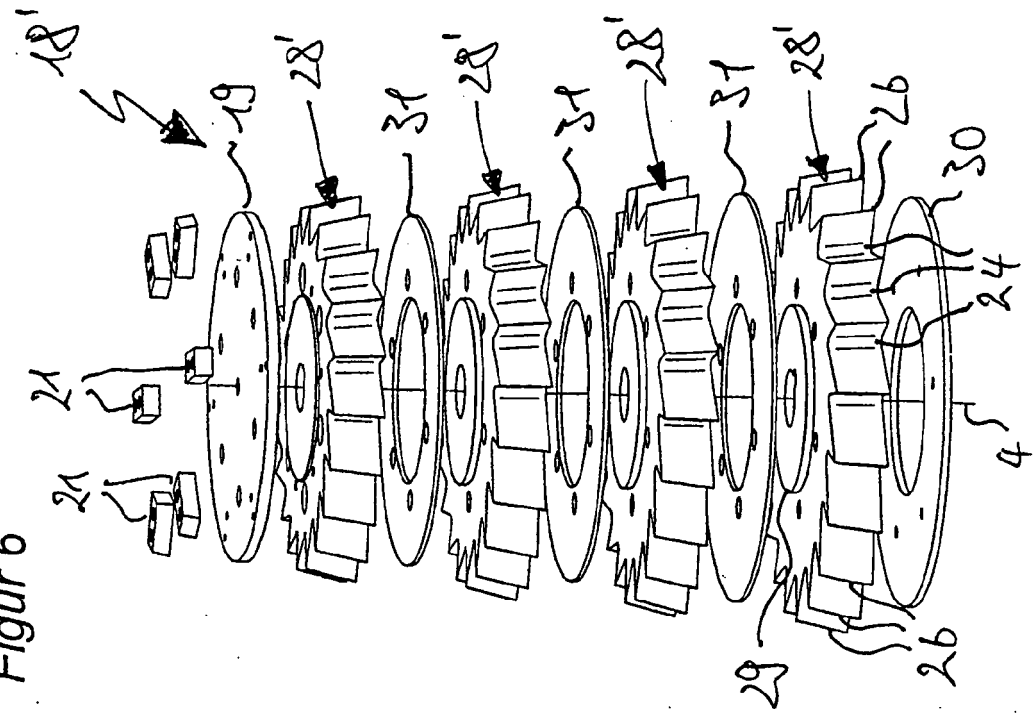


Figure 6



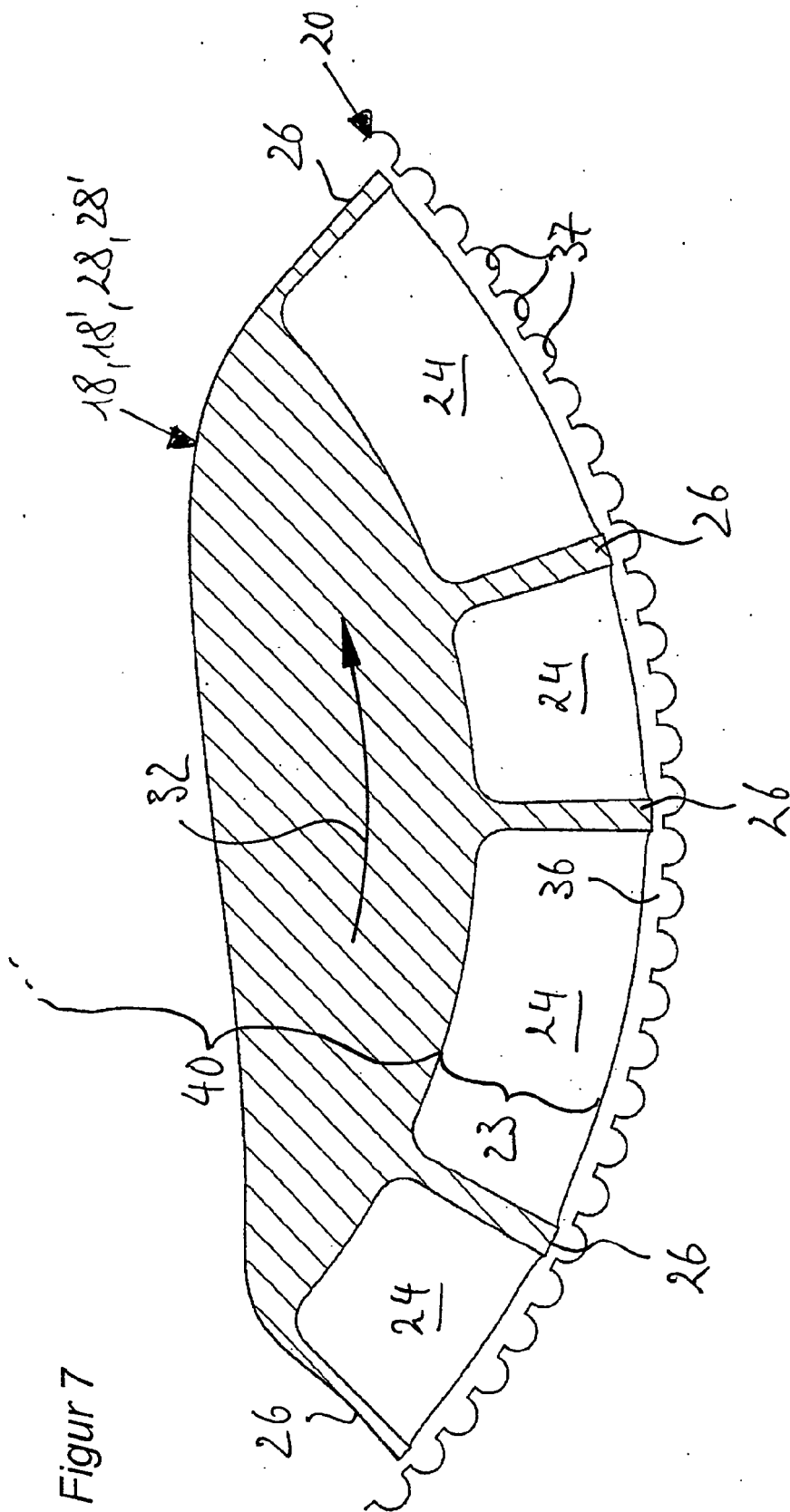
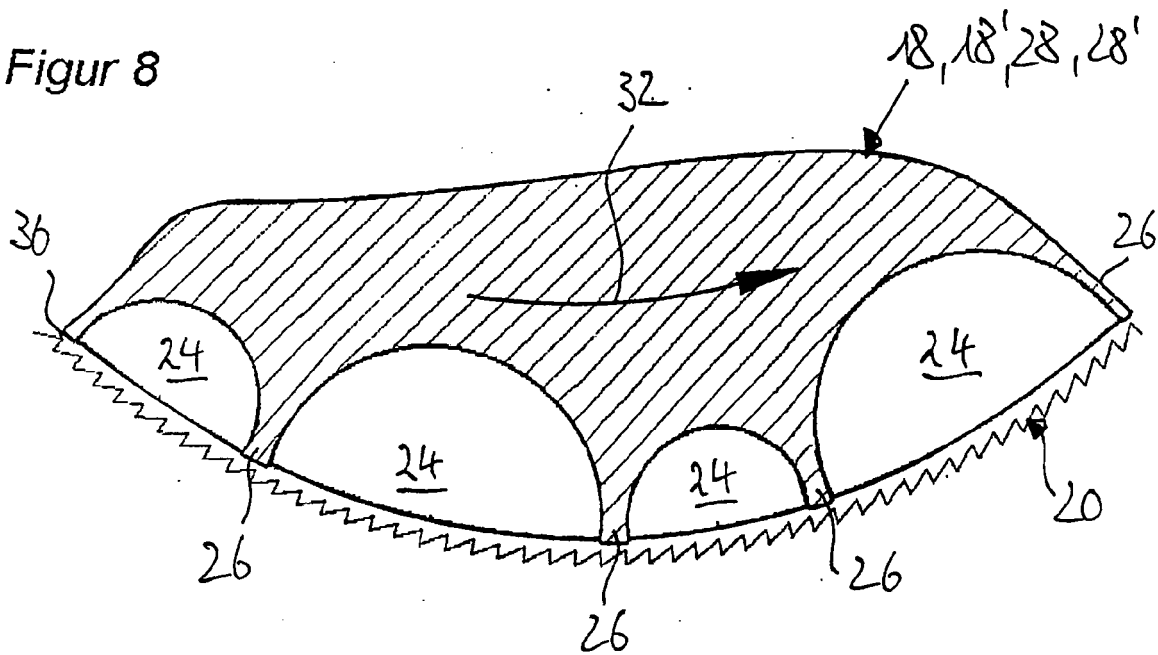
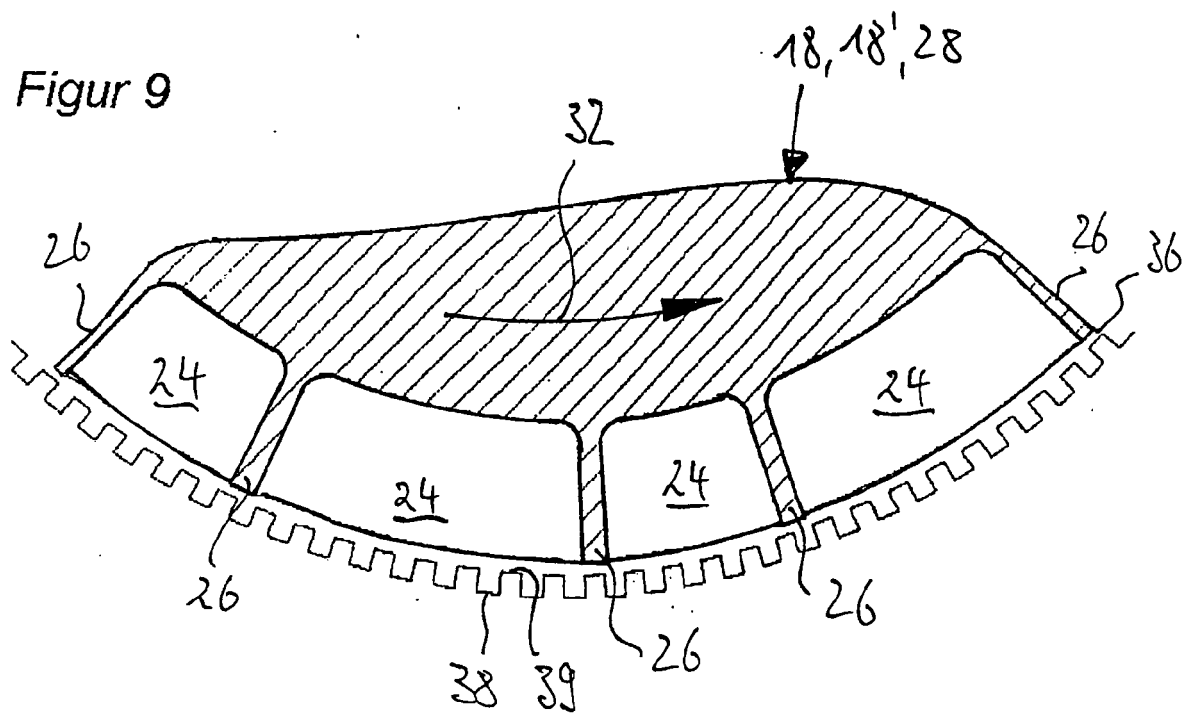


Figure 7

Figur 8



Figur 9



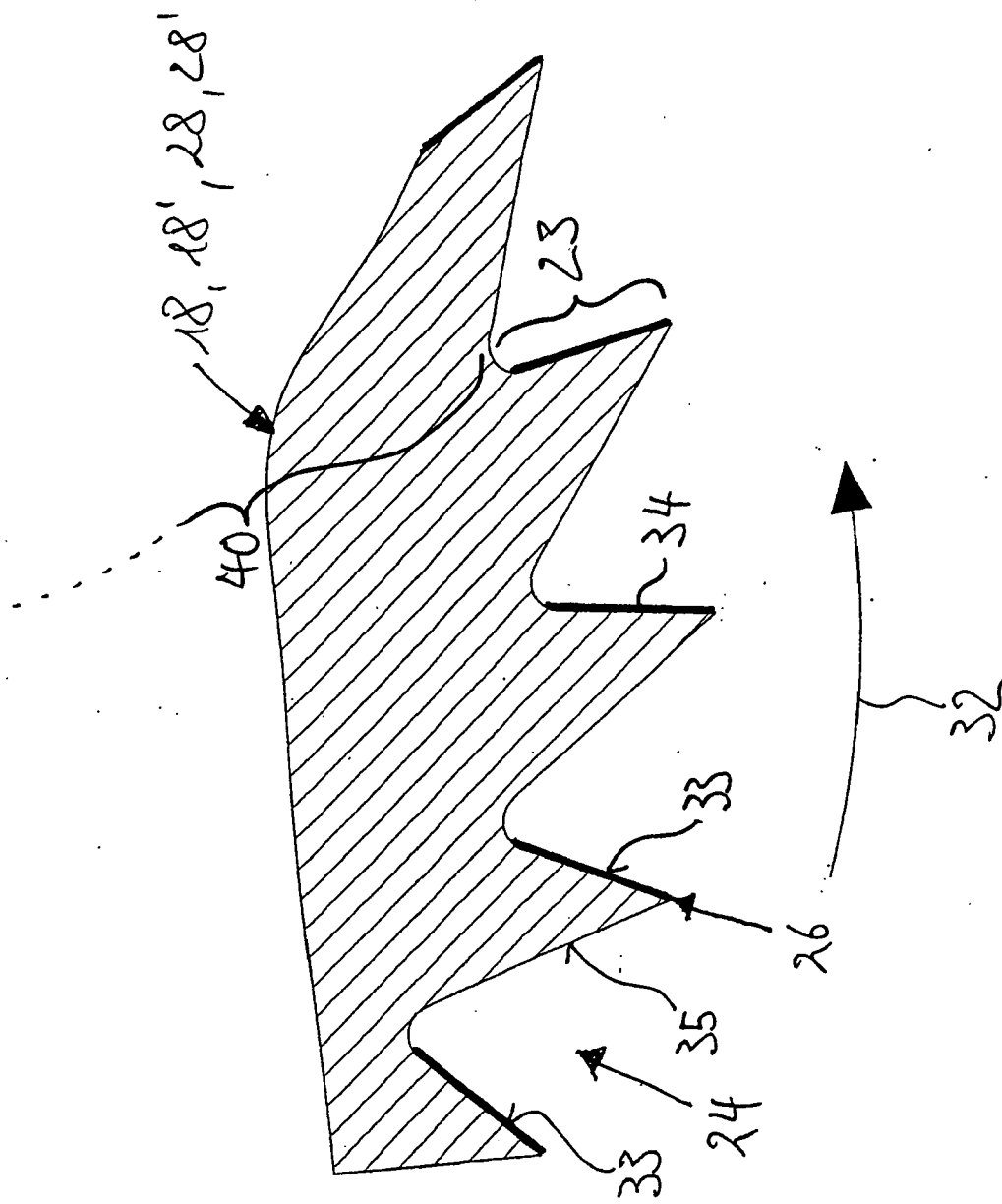


Figure 10



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 10 00 4784

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                         | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)      |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DE 195 09 808 A1 (ENGEL RUDOLF [CH]; MÜTHER CHRISTOPH [CH])<br>28. September 1995 (1995-09-28)                     | 1-3,7,9,11,13,15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | INV.<br>B02C13/14<br>B02C2/10           |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | * Abbildungen 4-8 *                                                                                                | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                         |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | EP 0 122 608 A2 (KAWASAKI HEAVY IND LTD [JP]) 24. Oktober 1984 (1984-10-24)                                        | 1,10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | * Abbildungen 1-6 *                                                                                                | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                         |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | EP 0 775 526 A1 (NISSHIN FLOUR MILLING CO [JP]; JACKERING ALTENBURGER MASCH [DE] NISSHI) 28. Mai 1997 (1997-05-28) | 1,8,9,11,12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | * Abbildungen 2,5,6,14c,14d *                                                                                      | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                         |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DE 103 26 457 A1 (RESULT TECHNOLOGY AG MAMMERN [CH])<br>11. November 2004 (2004-11-11)                             | 1,4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)<br>B02C |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | * Abbildungen 4-6,17,18 *                                                                                          | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | EP 0 696 475 A1 (HOSOKAWA MICRON KK [JP])<br>14. Februar 1996 (1996-02-14)                                         | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | * Abbildung 11 *                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                         |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | US 5 637 434 A (IKUSHIMA SUSUMI [JP] ET AL) 10. Juni 1997 (1997-06-10)<br>* das ganze Dokument *                   | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                         |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                         |
| Recherchenort<br>München                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                    | Abschlußdatum der Recherche<br>27. September 2010                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                    | Prüfer<br>Kopacz, Ireneusz                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                         |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                    | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                         |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 10 00 4784

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

27-09-2010

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patendokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|---------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 19509808 A1                                    | 28-09-1995                    | AT 158203 T                       | 15-10-1997                    |
|                                                   |                               | AU 1951395 A                      | 09-10-1995                    |
|                                                   |                               | CA 2185214 A1                     | 28-09-1995                    |
|                                                   |                               | CN 1147774 A                      | 16-04-1997                    |
|                                                   |                               | WO 9525595 A1                     | 28-09-1995                    |
|                                                   |                               | EP 0751831 A1                     | 08-01-1997                    |
|                                                   |                               | ES 2110837 T3                     | 16-02-1998                    |
|                                                   |                               | JP 9510394 T                      | 21-10-1997                    |
|                                                   |                               | US 5938128 A                      | 17-08-1999                    |
| EP 0122608 A2                                     | 24-10-1984                    | DE 3470007 D1                     | 28-04-1988                    |
|                                                   |                               | US 4562972 A                      | 07-01-1986                    |
| EP 0775526 A1                                     | 28-05-1997                    | DE 69618431 D1                    | 14-02-2002                    |
|                                                   |                               | DE 69618431 T2                    | 29-08-2002                    |
|                                                   |                               | US 5845855 A                      | 08-12-1998                    |
| DE 10326457 A1                                    | 11-11-2004                    | KEINE                             |                               |
| EP 0696475 A1                                     | 14-02-1996                    | CA 2155485 A1                     | 09-02-1996                    |
|                                                   |                               | DE 69513100 D1                    | 09-12-1999                    |
|                                                   |                               | DE 69513100 T2                    | 20-07-2000                    |
|                                                   |                               | JP 3060398 B2                     | 10-07-2000                    |
|                                                   |                               | JP 8047646 A                      | 20-02-1996                    |
|                                                   |                               | US 5544824 A                      | 13-08-1996                    |
| US 5637434 A                                      | 10-06-1997                    | KEINE                             |                               |

EPO FORM P0481

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 3543370 A1 [0004]
- DE 10053946 A1 [0007]
- DE 19649338 A1 [0007]
- DE 102004014258 A1 [0007]