

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. April 2006 (27.04.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/043162 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

B02C 7/12 (2006.01) *B30B 9/12* (2006.01)
D21D 1/30 (2006.01) *B30B 11/24* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/IB2005/003146

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. Oktober 2005 (21.10.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
01739/04 21. Oktober 2004 (21.10.2004) CH

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **WELLDONE WEARTEC N.V.** [NL/NL]; Berg Ar-
rarat 1, Willemstad, Curaçao (AN).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BECH, Ulrich**
[AT/AT]; Welldone, Realschulstrasse 6-9, A-8650 Dorn-
birn (AT).

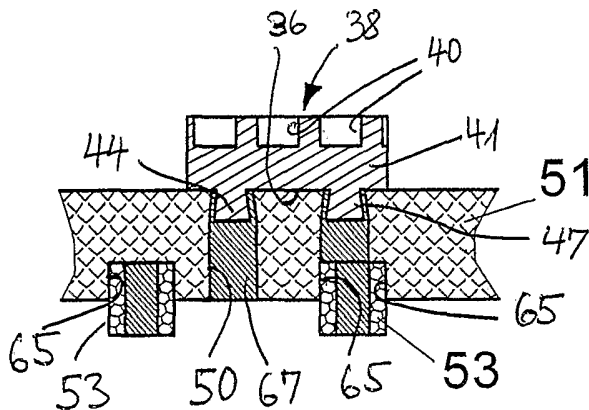
(74) Anwalt: **HASLER, Erich**; Riederer Hasler & Partner
Patentanwälte AG, Elestastrasse 8, CH-7310 Bad Ragaz
(CH).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CRUSHING ELEMENT AND MILLS WITH GRINDING BODIES, MIXERS, EXTRUDERS AND A PRESSING
WORM PROVIDED WITH SAID CRUSHING ELEMENTS

(54) Bezeichnung: MAHLELEMENT, SOWIE MAHLKÖRPER MÜHLEN, MISCHER, EXTRUDER UND PRESSSCHNE-
CKEN MIT SOLCHEN MAHLELEMENTEN



(57) Abstract: The invention relates to a crushing element for mills, mixtures and worms used, preferably, for grinding and treating paper pulp and plastic materials containing ceramic fillings and other fibrous materials such as raw lignite, beet chips and the similar. The crushing elements comprise at least two fixing elements which can be provided with undercuts (44), beads and/or corners and arranged on a fastening side (36) opposite to a working surface (38) for fixing the crushing element (41) in corresponding holes of a supporting part. Said crushing elements are mountable on the rotors of high-speed refiners. The rotors comprise annular sectors consisting of a plurality of individuals crushing elements. Different tasks are assigned to said annular sectors. A middle sector is made of metal carbides which are tenaciously embedded in such a way they are fixed,

high-temperature resistant and exhibit emergency running properties when a rubbing of a grinding disk occurs. In order to provided a slightly smaller working space in the area of said sector, the adjacent sectors are protected against rubbing and are formed by the modular and low-cost crushing elements (lamellar bodies) made of a ceramic material or compressed carbon fibres. Said lamellar bodies are obtainable by the accurate serial production (PIM-powder injection moulding) and compression in a sieve-like supporting plate are optimally shaped for each user. The lamellar bodies are easily and rapidly interchangeable.

(57) Zusammenfassung: Gegenstand der Erfindung ist ein Mahlelement für Mühlen, Mischer und Schnecken, die vorzugsweise zum Mahlen/Verarbeiten von Papierstoff und Kunststoffen mit keramischen Füllungen, anderen Faserstoffen wie Roh-Braunkohle, Rübenschnitzel und Ähnlichem eingesetzt werden. Die Mahlelemente haben an der der Arbeitsoberfläche (38) gegenüberliegenden Befestigungsseite (36) zur Befestigung des Mahlelements (41) in entsprechenden Löchern eines Tragkörpers wenigstens zwei Befestigungselemente, die Hinterschneidungen (44), Sicken und/oder Ecken aufweisen können. Solche Mahlelemente können auf den Rotoren von High Speed Refinern angeordnet sein. Solche Rotoren haben ringförmige Sektoren, die aus einer Vielzahl von einzelnen Mahlelementen zusammengesetzt werden können. Den einzelnen Ringsektoren können dabei unterschiedliche Aufgaben zukommen. Ein mittlerer Sektor ist aus hochtemperaturbeständigen, zähfest gebetteten Metallkarbiden gebildet, die Notlauf-eigenschaften aufweisen, wenn eine Anstreifen der Mahlscheiben erfolgt. Durch das Vorsehen eines geringfügig engeren Arbeitsspalts

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

im Bereich dieses Sektors sind die benachbarten Sektoren vor einem Anstreifen geschützt und können durch modular aufgebaute, kostengünstige Mahlelemente (Lamellenkörper) aus Keramik oder gepressten Kohlefasern gebildet sein. Diese Lamellenkörper können durch präzise Serienherstellung im Pulverspritzgussverfahren (PIM - powder injection moulding) und Einpressen in eine siebförmige Trägerplatte in der Geometrie optimiert für jeden Anwender nach Wunsch hergestellt werden. Das Auswechseln ist einfach und schnell.

Mahlelement, sowie Mahlkörper Mühlen, Mischer, Extruder und Pressschnecken mit solchen Mahlelementen

Gegenstand der Erfindung:

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Mahlelement, beispielsweise für Mühlen, Mischer, Extruder und Pressschnecken.

Stand der Technik

Mühlen und Mischer werden in großer Zahl und mit verschiedenen Mahlplatten für unterschiedliche Endstoffe und verschiedenen Zwischenstufen hintereinander gebaut. Standardmäßig sind die Mahlplatten auf der Mahlscheibe aus einer Hartgusslegierung hergestellt, die durch Chrom-Karbide eine ausreichende Härte erhalten, um den Anforderungen auf Verschleiß zu genügen. Mit konventionellen Maschinen und bei der Verarbeitung von reinem Holzfaserstoff bei mittleren Geschwindigkeiten ergibt das eine zufriedenstellende Betriebsweise mit Revisionsintervallen von 6-10 Monaten. Die Qualität der aufgemahlenen Fasern wird deutlich durch die gerippte Geometrie der Mahlplatten mitbestimmt, die für einen spiralförmigen Stofffluss über die Rippen bis zum Auslass sorgen. Es entsteht so eine Pump- bzw. Presswirkung. Diese Wirkung wird in Pressschnecken und Extrudern vorrangig angestrebt. Zugleich wird immer eine innige, gleichmäßige Durchmischung des eingefüllten Stoffes erzielt. Denn dieser ist heterogen zusammengesetzt.

Für die Herstellung von Feinpapieren ist eine Aufmahlung bis auf sehr kleine Faserdurchmesser und Längen erforderlich. Dazu ist ein kleiner Arbeitsspalt in der Größenordnung weniger Zehntel Millimeter erforderlich. In der Praxis werden Mahlwerke eingesetzt, welche mit Walzen, Kegeln oder Mahlscheiben arbeiten. Bei Mahlscheiben, bei denen der Stofffluss radial von innen nach außen erfolgt, findet der Verschleiß aufgrund der höheren Umfangs-Geschwindigkeiten vorwiegend im äußeren Drittel statt. Die kaum verschleißenden, inneren Partien der Mahlscheibe sind jedoch für den Abstand zwischen den Mahlscheiben von Rotor und Stator maßgeblich, sodass ein Materialverschleiß in den äußeren Sektoren der Mahlscheibe nicht durch Nachsetzen der Achse ausgeglichen werden kann. Beim Nachsetzen der Achse droht nämlich ein Anstreifen der Mahlplatten. Diese Gefahr ist besonders groß beim An- und Abfahren der Maschine, wenn die Druck- und Stoffdurchfluss-verhältnisse noch nicht stabil sind.

Es wird aus wirtschaftlichen und ökologischen Gründen immer mehr verlangt, auch Altstoffe und Rücklaufmaterial aus der Fertigung in die Stoffmischung mit einzubringen. Dadurch sind häufig Füllstoffe keramischer Art mitzuverarbeiten, was den Verschleiß wesentlich verstärkt. Zur Lösung dieses Problem werden häufig härtere Mahlkörper eingesetzt. Diese sind jedoch gegen leichte Anstreifer extrem empfindlich. Werden die Mahlkörper im äußeren Arbeitskantenbereich auch nur

geringfügig um wenige zehntel Millimeter verschlissen, so entsteht im wichtigsten Arbeitsbereich für das Aufmahlen der Fasern und Stoffgemische ein zu großer Arbeitsspalt. Die Leistung der Maschine sinkt, die Qualität des Produktes ebenso. Extrem genaue, schnell reaktionsfähige Regelungen können ein Ausnutzen der Mahlscheiben bis an die geometrische Grenze verbessern.

Bei schnell laufenden Maschinen mit Innendruck sind die Arbeitsspalte so klein, dass diese im Bereich der elastischen Reaktionen der Maschine liegen: Kleinste Änderungen im Schwingungsverhalten des Mahlwerks verursacht durch Änderungen der Stoffeigenschaften können daher starken Verschleiß der Mahlscheiben oder sogar die Zerstörung der Maschine auslösen.

Verfahrenstechnisch gelingt es, die Maschinen in der Tagesleistung durch engste Arbeitsspalte und erhöhte Drehzahl hochzutreiben, indem raffinierte Steuerungen und Regelkreise eingesetzt werden. Eine erhöhte Mahl-Leistung bei zugleich verringertem Stromverbrauch bis 20% ist möglich. Der Preis ist der Zwang zum häufigen Mahlscheiben-Wechsel, da die Spitzen-Leistungen nur in einer kurzen Phase der Standzeit erreicht werden. Konventionelle Mahlscheiben bestehen aus einem Träger sowie auf dem Träger angeordneten lamellenartigen Mahlkörpern aus Hartguss. Die Herstellung der Hartguß-Mahlkörper verlangt ein Mass-Schleifen der Lamellenoberfläche vor dem Einbau. Dadurch ergeben sich jedoch scharfe Arbeitskanten, welche zu Beginn des Mahlprozesses kein optimales Mahlergebnis erlauben. Erst nach einer ‚Einlauf-Phase‘ (Kantenabrundung) wird ein optimales Mahlergebnis erreicht. Wird erhöhter Verschleiß hingenommen, sinken Mahl-Leistung und Produktqualität rasch.

Aufgabe der Erfindung

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Mahlelement vorzuschlagen, welches eine grössere Standzeit aufweist. Noch ein Ziel ist es, einen Mahlkörper mit einem Mahlelement vorzuschlagen, welcher von Beginn weg die gewünschte Mahlqualität liefert. Ein weiteres Ziel ist es, ein Walzen-, Kegel- oder Mahlscheiben-Mahlwerk vorzuschlagen, welches kostengünstig herstellbar ist und über eine lange Standzeit verfügt. Noch ein Ziel ist es, Maschinen, insbesondere Mahlvorrichtungen wie Refiner für Papier, Extruder für Kunststoff und Keramik, Pressschnecken für nasse Faserstoffe, Braunkohle, Torf, Rübenschnitzel usw. bereitzustellen, welche lange Serviceintervalle haben. Dabei ist es erwünscht, wenn auf besonders teure und aufwendige Steuerungen verzichtet werden kann.

Gegenstand der Erfindung

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass an der der Arbeitsoberfläche gegenüberliegenden Befestigungsseite zur Befestigung des Mahlelements in entsprechenden Löchern eines Tragkörpers wenigstens zwei Befestigungselemente vorgesehen sind, die Hinterschneidungen, Sicken und/oder Ecken haben. Diese Mahlelemente haben den Vorteil, dass die

Befestigungselemente eine sichere Befestigung an einem Tragkörper ermöglichen, sodass auch grosse Querkkräfte absorbiert werden können. Insbesondere erlauben die Mahlelemente einen modularen Aufbau von Mahlscheiben, sodass die Eigenschaften der einzelnen Mahlsektoren besser abgestimmt werden können als bei bekannten Mahlscheiben mit Hartgussplatten.

Vorteilhaft sind in den Elementen durchgehende Löcher vorgesehen, welche Löcher zum Einspritzen von Wasser oder Entwässern verwendet werden können. Dadurch kann das beim Aufschluss von Fasern anfallende Wasser schnell abgeführt werden. Zweckmässigerweise sind die Löcher als Schlitz mit diffusorartigem Auslass ausgebildet.

Die vorgeschlagenen, neuartigen Mahlelemente haben den Vorteil, dass die Mahlelemente im Pulverpress- oder vorzugsweise im Pulverspritzgussverfahren (PIM: powder injection moulding) hergestellt werden können. Dies ermöglicht es, die Mahlelemente kostengünstig herzustellen. Zweckmässigerweise sind die Mahlelemente oberflächenverdichtet. (durch duplex coating: diffuses Ion-nitriding + IBAD, ion beam assisted deposit of WC-Co, TiN, DLC etc). Dies erlaubt die Herstellung von sehr widerstandsfähigen Mahlelementen mit hoher Temperaturbeständigkeit.

Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform ist ein erster Typ eines Mahlelements aus hochtemperaturbeständigen Materialien gefertigt. Dies können beispielsweise Mahlelemente hergestellt aus Hartmetall und versetzt mit Hochtemperaturkarbiden, Hochtemperatur(mischkarbiden, -nitriden oder boriden oder Mischungen derselben mit einer Kobaltmatrix sein. Vorzugsweise ist der erste Typ eines Mahlelements aus Hartmetall mit WC, TiC, SiC-SiN, ggf. auch Boriden oder ähnlichen Hartphasenbildner mit eutektischer Matrix Typ Ni/Co-Cr-V-Nb-B-Si-C hergestellt. Solche Mahlelemente zeichnen sich durch eine gute Hochtemperaturbeständigkeit von besser als 2000 °C, vorzugsweise besser als 2500 °C, und besonders bevorzugt besser als 2800 °C.

Vorteilhaft ist ein zweiter Typ eines Mahlelements vorgesehen, hergestellt aus keramischen Werkstoffen. Dieser zweite Typ kann aus kostengünstigen Materialien hergestellt sein. Eine mögliche Zusammensetzung des Mahlelements ist beispielsweise Si-AL-Zr-Oxid. Alternativ kann der zweite Typ eines Mahlelements aus gepressten Kohlefasern, ggf. mit DLC-Beschichtung, hergestellt sein.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist auch ein Mahlkörper mit erfindungsgemäßen Mahlelementen, welcher dadurch gekennzeichnet ist, dass im Tragkörper Bohr- oder Stanzlöcher vorgesehen sind, und dass die Mahlelemente mit den Befestigungselementen in den Bohr- oder Stanzlöchern formschlüssig aufgenommen sind. Der Formschluss kann dabei durch Umspritzungen mit Materialien erfolgen, die einen tieferen Schmelzpunkt haben als die Mahlelemente und

Tragkörper resp. Trägerplatte. Derartige Mahlkörper haben den Vorteil, dass die Mahlelemente rasch ausgetauscht werden können, indem diese erhitzt werden. Auch können die aus einzelnen Mahlelementen zusammengesetzt Mahlkörper in Geometrie und Werkstoffeigenschaften optimiert sein. Dadurch können beispielsweise an den Auflageflächen Wärmeeigenspannungen vermieden werden. Die Herstellung der Mahlelemente mit den Befestigungselementen kann aus hochfest gesinterten Werkstoffen, im Pulverpress-, vorzugsweise Pulverspritzgussverfahren (powder injection moulding, PIM) erfolgen. Diese (Einzel-)Mahlelemente sind zweckmässigerweise mittels ihrer Befestigungselemente auf gelochten Trägerplatten formschlüssig befestigt. Die Mahlelemente können daher leicht und schnell gewechselt werden. Zweckmässigerweise sind die in den Bohr- oder Stanzlöchern angeordneten Befestigungselemente mit Kunststoff umspritzt, geklebt oder gelötet. Das Umspritzen der Befestigungselemente hat den Vorteil, dass diese im Tragkörper fest verankert sind.

Vorteilhaft ist der erste Typ eines Mahlelements im Tragkörper durch Ko-Sintern von Mahlelement und Tragkörper eingefügt, vorzugsweise durch Zwei-Schritt-Pressen von Mahlelementen und Tragkörper in derselben Pressform (Pulverpress- oder PIM-Verfahren). Es ist zweckmässig, wenn der erste Typ eines Mahlelements mit verdichteter Oberfläche auf einem Tragkörper solcher Geometrie eingefügt ist, dass ein Anschweissen/-heften an Arbeitsflächen von Apparaten möglich ist, ohne die Wärmeeinflusszone in das Mahlelement zu erstrecken.

Vorzugsweise sind die Befestigungselemente mit Sicken und/oder Ecken durch Kaltpressen in die Löcher des Tragkörpers eigenspannungsarm eingefügt. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass die Befestigungselemente nicht mehr aus ihren Befestigungen lösen können.

Eine bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass auf dem Tragkörper Mahlelemente des ersten und des zweiten Typs vorgesehen sind. Dies hat den Vorteil, dass die unterschiedlichen Bereiche einer Mahlplatte mit unterschiedlichen Mahleigenschaften ausgestattet sein kann. Vorzugsweise ist eine Mehrzahl von Mahlelementen des gleichen Typs jeweils benachbart zueinander zu Sektoren mit bestimmten Mahleigenschaften zusammengefasst bzw. bildet die Mehrzahl von Mahlelementen Arbeitskanten mit gleichen Eigenschaften. Vorteilhaft besitzt der Mahlkörper in Stoffflussrichtung wenigstens zwei mit Mahlelementen des ersten oder des zweiten Typs besetzte Sektoren.

Vorzugsweise ist eine Mehrzahl von einzelnen Mahlelementen auf Trägerplatten angeordnet, die in ihrer Grösse der Grösse von konventionellen Hartgussplatten entsprechen. Dies hat den Vorteil, dass die Trägerplatten mit den Mahlelementen an Stelle der konventionellen Hartguss-Mahlplatten eingesetzt werden können. Obwohl die erfindungsgemässen Mahlelemente direkt an einer Gehäusewand beispielsweise eines Extruders oder an einer Rotor-Trägerscheibe angeordnet werden

können, hat die Verwendung einer zusätzlichen Trägerplatte oder eines Tragkörpers den Vorteil, dass die Mahlelemente auf diesen vormontiert werden können. Ausserdem lassen sich die Mahlelemente mit geringerem Aufwand ersetzen, denn die Trägerplatten mit den Mahlelementen können direkt in einen Ofen gegeben werden, um das Lot oder andere Materialien mit relativ tiefem Schmelzpunkt, die für die lösbare Befestigung der Mahlelemente an der Trägerplatte eingesetzt werden können, aufzuschmelzen.

Gemäss einem unabhängigen Aspekt der Erfindung wird ein erster Sektor mit Mahlelementen besetzt, die „Notlaufeigenschaften“ gewährleisten. Die Oberfläche dieses ersten Sektors überragt die Oberflächen der benachbarten Sektoren vorzugsweise um eine bestimmte Distanz. Hier liegt die Idee zugrunde, in einer Maschine wenigstens die Mahlelemente eines ersten Sektors von den Mahlelementen eines zweiten, vorzugsweise benachbarten Sektors abzuheben, so dass der erste Sektor einen sogenannten Anstreiferschutz bildet. Dadurch kann vermieden werden, dass Mahlelemente resp. ganze Mahlplatten zerstört werden, wenn sie sich im Betrieb touchieren sollten. Weil die Oberfläche des "Notlaufeigenschaften" aufweisenden (ersten) Mahlelements von den anderen (zweiten) Mahlelementen abgesetzt ist, ist in einem Mahlwerk zwischen dem ersten Mahlelement und einer Gegenfläche ein kleinerer Arbeitsspalt als zwischen den anderen Mahlelementen und der Gegenfläche. Die Gegenfläche kann dabei ebenfalls mit Mahlelementen besetzt sein, oder durch eine stationäre Wand mit oder ohne Strukturierung (Lamellen oder dergleichen) gebildet sein.

Es versteht sich von selbst, dass in den verschiedenen Verwendungen der Mahlelemente beispielsweise in Extrudern, Schneckextrudern, auf Mahlplatten von Refinern, jeweils ein Sektor von hochtemperaturbeständigen Mahlelementen als Anstreiferschutz dient. Das heisst, dass im Bereich dieses Sektors ein geringerer Arbeitsspalt vorhanden ist, sodass übrige Sektoren mit Mahlelementen geschützt sind.

Das Notlaufeigenschaften aufweisende Mahlelement (mehrere gleiche Elemente können zu Sektoren zusammengefasst sein) ist vorzugsweise aus einem reibverschleißbeständigen Material hergestellt, mit feinkörniger Struktur, das dennoch Restzähigkeit besitzt. Das Mahlelement der ersten Art kann mit einer grösseren Stärke gefertigt sein als Mahlelemente der zweiten Art. Denkbar ist jedoch auch, das Absetzen der ersten Mahlelemente auch durch entsprechende Ausbildung der Unterlage (Tragkörper) zu bewerkstelligen. Denkbar ist jedoch auch, das Notlaufeigenschaften aufweisende Mahlelement oder aus diesen gebildete Sektoren aus gepressten Kohlefasern herzustellen.

Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform können die anderen Mahlelemente des zweiten und dritten Sektors aus kostengünstigen Keramikelementen bestehen. Dabei kann das zuerst

beschriebene Mahlelement der mittlere Sektor sein und die Oberfläche des ersten Mahlelementes von den Oberflächen der beiden anderen (zweiten) Mahlelemente abgesetzt sein. Diese Ausführungsform ist besonders geeignet für "High Speed Refiner"-Papiermühlen mit Mahlscheiben mit auf die gewünschten Funktionen optimierten ringförmigen Sektoren. Vorteilhaft ist der mittlere Sektor von den Oberflächen des inneren und äusseren Sektors abgesetzt. Der mittlere Sektor besitzt "Notlaufeigenschaften" und hat daher die Funktion eines Anstreiferschutzes, welcher verhindert, dass die anderen Sektoren während des Betriebes aneinanderstreifen können.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, dass der Mahlkörper eine Trägerplatte besitzt, auf welcher eine Mehrzahl von ersten und/oder zweiten Mahlelemente angeordnet ist. Diese Trägerplatte kann der Grösse von bekannten ganzstückigen Hartgusssegmenten entsprechen. Dies ist eine im Vergleich zu konventionellen Mahlkörpern völlig andere Bauweise, bei welcher die ganzstückigen Hartgusssegmente in eine Mehrzahl von einzelnen Mahlelementen aufgeteilt werden. Dies erlaubt es, völlig andere Produktionsmethoden für die Herstellung der Mahlkörper resp. Mahlelemente einzusetzen, beispielsweise powder injection moulding (PIM). Durch diese Herstellungsmethode können die Befestigungsorgane direkt an die Mahlelemente angeformt werden. Vorteilhaft weisen die einzelnen Mahlelemente auf der Rückseite (d.h. gegenüberliegend der Arbeitsfläche) Befestigungsorgane auf, welche mit dem Tragkörper formschlüssig verbindbar oder verbunden sind. So können die druckbelasteten Flächen eigenspannungsarm bleiben. Als Befestigungsorgane kommen Bolzen, Hohlstifte, Schrauben o.ä. in Frage. Diese Mahlelemente haben den Vorteil, dass die besonders arbeitsfähige äussere Zone zu 100% nutzbar ist, d.h. es sind keine Schraublöcher für die Befestigung der Mahlelemente in der Arbeitsfläche mehr vorhanden – dies im Unterschied zu konventionellen Mahlkörpern mit Hartgussplatten.

Vorzugsweise sind die Befestigungsorgane schwalbenschwanzförmig ausgebildete Füße, welche in Löchern des Trägerkörpers, vorzugsweise Rundlöchern mit oben kegelförmiger Bohrung, aufgenommen sind. Diese haben den Vorteil, dass sie in definierter Position bei geringer Wärme mit Kunststoff umspritzt – oder gelötet – werden können und dadurch fest im Tragkörper verankert werden können. Die Füße können mehreckig geformt sein, um horizontale Spannungen im plastischen Werkstoff des Tragkörper-Werkstoffs begrenzen zu können. Der Tragkörper kann wiederum präzise Zylinder-Hohlstifte haben, welche die Befestigungsorgane beispielsweise in einem Rotor verankern können, zugleich aber einen schnellen Austausch ermöglichen. Ebenso sind bei Tragkörpern, die nur die Außenkanten von Rotoren oder Schnecken schützen müssen, angeformte Laschen möglich, die mit kurzen, lösbaren Schweissnähten am Rotor befestigt werden.

Die Sektoren sind zweckmäßigerweise mit einer Mehrzahl von Mahlelementen bedeckt, die Oberflächenstrukturierungen haben, wie sie dem Fachmann bestens bekannt sind. Beispielsweise im Papierherstellungsprozess sollen Oberflächenstrukturierungen der Sektorteile, z.B. gerippte

Geometrien mit Kanälen von wenigen Millimetern Tiefe den Aufschluss von Zellstoff in möglichst dünne Fasern und den Abfluss des Stoffs gewährleisten. Derart ausgebildete Mahlelemente können auch als Lamellenelemente oder Lamellenkörper bezeichnet werden. Vorzugsweise sind diese Lamellenelemente der Sektoren im Pulverspritzgussverfahren (PIM: powder injection moulding) oder durch Pulverpressen, ggf. heissisostatisches Pressen (HIP: hot isostatic pressing) hergestellt.

Durch den Einsatz von PIM ist es möglich, einen dreilagigen Verbundkörper zu optimieren und kostengünstig in Serie herzustellen: Nur die Schicht direkt unter dem coating (TiN, DLC etc.) ist teures Hartmetall, gesintert als perfektes Substrat. Die Basis ist z.B. durch aushärtbaren, ferritischen Chromstahl (17-4) gebildet, co-gesintert mit dem Hartmetall.. Das hat den zusätzlichen Vorteil, dass ein solcher Verbundkörper auch durch Schweißen mit einer Trägerplatte verbunden werden kann.

Die Herstellung der Sektorteile durch Pulverspritzguss oder Pulverpressen hat den großen Vorteil, dass die Kanten der Oberflächenstrukturen bereits in einer optimalen Form hergestellt werden können. Dadurch bringen Mühlen mit derartigen Mahlkörpern bereits von Beginn weg ein optimales Ergebnis. Demgegenüber müssen sich konventionelle Mahlplatten aus Hartguss, deren Oberflächenstrukturen am Beginn scharfkantig sind, zuerst einlaufen und bringen daher erst nach einer bestimmten Anzahl von Betriebsstunden ein optimales Ergebnis.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung sind für die einzelnen Sektoren von Mahlkörpern unterschiedliche Werkstoffkombinationen möglich: Bei Vorhandensein von drei (ringförmigen) Sektoren können diese in Stoffflussrichtung (von innen nach außen) beispielsweise aus den nachfolgenden Materialien hergestellt sein:

Hartguß, Hartmetall, Keramik oder
Hartguß, Hartmetall, Kohlefaserteil oder
Keramik, Hartmetall, Hartmetall oder
Keramik, Hartmetall, Kohlefaserteil, oder
Hartmetall, Hartmetall, Kohlefaserteil oder
Hartguß, Hartmetall, Kohlefaserteil.
Weitere Kombinationen sind denkbar.

Vorteilhaft sind die in den Löchern aufgenommenen schwalbenschwanzförmigen, ggf. eckigen Füße mit Kunststoff umspritzt oder geklebt oder gelötet (oder direkt co-gesintert mit Flüssigphase, s.o.). Dies hat den Vorteil, dass die Verankerung formschlüssig und sehr rasch erfolgen kann. Die Entfernung der Mahlelemente kann erfolgen, indem die Mahlkörper erhitzt werden. Bei dreilagigen Verbundkörpern kann die Schweissverbindung der Trägerplatte gelöst werden.

Zweckmässigerweise sind die Mahlelemente als Lamellenkörper mit Oberflächenstrukturierungen,

durch Pulverpressen oder PIM hergestellt.

Vorteilhaft sind die äußeren Sektoren als Trägerplatten mit martensitaushärtenden oder ausgelagerten Duplex-Stählen ausgelegt – präzise gebohrt als Siebplattensegment nach bekannter Technik. Grundsätzlich kann die Trägerplatte auch als Stanzteil (Fig. 21c) mit kalt gepressten Kegellöchern hergestellt werden. Der Vorteil liegt im günstigen Ausdehnungskoeffizienten und in der wesentlich höheren Streckgrenze bei ausreichendem Korrosionsschutz, eine ausreichende Zähigkeit kann eingestellt werden. Dies erlaubt Gewichtsreduzierung und somit geringere Fliehkräfte bzw. höhere Arbeitsgeschwindigkeiten.

Auf dem Rotor kann eine Trägerplatte angeordnet sein mit Bohrungen und Schraublöchern für Noppenfüße. Schraublöcher ermöglichen eine Direktaufnahme von Mahl- resp. Lamellenelementen, die ohne Rotorausbau gewechselt werden können.

Die statorseitigen Mahlkörper können zur Kontrolle des Wassergehaltes mit Bohrungen versehen sein. Gemäß einer Ausführungsform können die Lamellenkörper (Mahlelemente) Bohrungen in den Noppenfüßen haben, die Wassereinspritzung bzw. Entwässerung zulassen können, ohne dass aktive Oberfläche verloren geht (Fig. 18,19). Dabei ist es möglich, die Löcher ohne Mehraufwand in Schlitzform zu pressen, was verfahrenstechnische Vorteile bietet. Hinter dem Schlitz kann eine diffusorähnliche Öffnung der Löcher mit eingepresst werden, die Verstopfungen vermeidet.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist auch eine Mühle, insbesondere High Speed Refiner für Papierstoff, mit Mahlelementen gemäss einem der Ansprüche 1 bis 31. Die Trägerplatte kann durch zylindrische Hohlstifte mit dem Rotor verbunden sein (Fig.6-10) oder durch eine lösbare Schweißverbindung. Dabei können Laschen Punkte für lösbare Schweißverbindungen ermöglichen, die eine Wärmeeinflusszone, im Bereich der Noppenfüße der Elemente, vermeiden.

Die statorseitigen Mahlkörper können zur Kontrolle des Wassergehaltes mit Bohrungen versehen sein. Gemäss einer Ausführungsform können die Lamellenkörper (Mahlelemente) Bohrungen in den Noppenfüßen haben, die Wasser-Einspritzung bzw. Entwässerung zulassen können, ohne dass aktive Oberfläche verloren geht.

Der Rotor kann als Scheibe, Kegel oder Walze ausgeführt sein.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist eine Mühle mit Mahlkörpern mit in radialer Richtung unterschiedlichen Sektoren, welche dadurch gekennzeichnet ist, dass ein ringförmiger

Sektor aus hochtemperaturbeständigen Materialien gefertigt ist und "Notlaufeigenschaften" hat. Vorteilhaft ist die Spaltweite zwischen den einander gegenüberliegenden Mahlelementen mit Notlaufeigenschaften kleiner ist als die Spaltweite zwischen den anderen Mahlelementen. Dies hat den Vorteil, dass der Sektor mit Notlaufeigenschaften ein Aneinanderstreifen und damit eine Beschädigung der anderen Sektoren verhindert. Daraus ergeben sich viel längere Standzeiten der Mahlplatten und auch qualitativ bessere Ergebnisse für das gemahlene Produkt.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren beispielhaft näher beschrieben. Es zeigt:

- Figur 1 Schematisch eine Draufsicht auf einen traditionellen als Scheibe ausgebildeter Rotor mit darauf angeordneten, konventionellen Mahlelementen;
- Figur 2 Den Scheiben-Rotor von Figur 1 im Längsschnitt;
- Figur 3 Schematisch der bekannte Rotor von Fig. 2 in vergrößertem Maßstab und im Schnitt (Stand der Technik);
- Figur 4 Ein erstes Ausführungsbeispiel eines Scheiben-Rotors mit einer Trägerplatte und darauf angeordneten erfindungsgemässen Mahlelementen im Schnitt;
- Figur 5 Einen Ausschnitt der Rotorscheibe von Fig. 4 in vergrößertem Maßstab mit Trägerplatte für Lamellenelemente, ggf. am Rotor befestigt mit Zylinderhohlstiften
- Figur 6 Schematisch und im Längsschnitt ein auf einem Tragkörper angeordnetes, Lamellen aufweisendes Mahlelement mit Noppenfüßen, welche Hinterschneidungen besitzen;
- Figur 7 Schematisch und im Querschnitt das Mahlelement von Figur 6;
- Figur 8 Das Mahlelement von Figur 6 in Draufsicht;
- Figur 9 Ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Mahlelements mit mit (Wasser-)Durchlässen;
- Figur 10 Einen Schnitt durch das Mahlelement von Figur 9 entlang der Linie AA;
- Figur 11 Schematisch Anordnung Mahlkörper für beliebige Mühlen: Doppelflutiger Refiner mit Gehäuse und einem konischen Rotor;

- Figur 12 schematisch im Schnitt ein Schneckenextruder mit einem in einem zylindrischen Gehäuse aufgenommenen Rotor (Schnecke), wobei die Schneckenwendel als Mahlkörper ausgebildet ist mit auf der Schneckenspirale angeordneten Mahlelementen;
- Figur 13 einen Schnitt durch Schnecken-Rotor Figur 12;
- Figur 14 eine Entwässerungspressschnecke mit erfindungsgemässen Mahlelementen;
- Figur 15 eine Stopfschnecke mit Entwässerungsmöglichkeit;
- Figur 16 einen Extruder mit verschiedenen, erfindungsgemässen Mahlelementen;
- Figur 17 eine Draufsicht auf die Arbeitsfläche (Lamellen) eines erfindungsgemässen Mahlelements;
- Figur 18 einen Schnitt durch einen Mahlkörper mit einem lediglich aus Hartmetall - Lamellen bestehenden Mahlelement, welches durch Ko-Sintern mit der Trägerplatte direkt verbunden ist resp. in diese eingelassen ist;
- Figur 19 eine weitere Ausführungsform eines Mahlkörpers mit einem (Wasser-)Durchlass zwischen den Lamellen;
- Figur 20 ein Extruderschnecken-Rotor mit einem spiralförmigen Schneckengang;
- Figur 21a ein Ausführungsbeispiel eines Extruderelements mit einem (Wasser-)Durchlass im Schnitt;
- Figur 21b eine Draufsicht auf das Extruderelement;
- Figur 21c eine Draufsicht auf eine gestanzte Trägerplatte.

Ein bekannter in einem Mahlwerk eingesetzter Rotor 11 (Figuren 1 bis 3) besitzt eine Montagefläche, welche mit einer Vielzahl von Hartgussplatten 16 besetzt ist. Die Hartgussplatten 16 sind mittels Schrauben oder Bolzen 17 direkt mit der darunterliegenden Rotor-Trägerscheibe 15 verbunden. Die Hartgussplatten 16 sind in radialer Richtung (Pfeil 21) in drei Ringsektoren angeordnet. Die Anordnung in Ringsektoren ist nötig, weil es fertigungstechnisch aufwändig ist, die Hartgussplatten 12,13,14 in grösseren Dimensionen und in der erforderlichen Genauigkeit herzustellen.

Der Rotor 25 unterscheidet sich nun vom bekannten dadurch, dass Ringsektoren 31, 33 und 37 vorgesehen sind, welche mindestens teilweise aus unterschiedlichen Materialien (nicht nur Hartgussmetall) bestehen. Ausserdem ist ein Sektor mit Notlaufeigenschaften vorhanden, welcher die

anderen Sektoren überragt. Im gezeigten Ausführungsbeispiel mit drei Ringsektoren 31, 33, 37 überragt beispielsweise der mittlere Ringsektor 33 die beiden anderen Ringsektoren 31 und 37 (Figuren 4 und 5). Dem Ringsektor 33 kommen dabei „Notlaufeigenschaften“ zu, wie dies weiter unten noch näher erklärt wird. Jeder Sektor 31, 33, 37 besteht aus einer Vielzahl von einzelnen Mahlelementen 41. Diese Mahlelemente 41 sind auf einer Trägerplatte 51 angeordnet, welche ihrerseits mit der Rotor-Trägerscheibe 25 fest verbunden ist. Denkbar ist, dass die Trägerplatte durch die Rotor-Trägerscheibe gebildet ist.

Der Rotor 25 ist in Abstand zu einer stationären Mahlscheibe angeordnet (in den Figuren nicht gezeigt), welche gleichartig aufgebaut sein kann wie die Rotor-Trägerscheibe 25, d.h. mit gleichen Mahlelementen besetzt sein kann.

Die Figuren 11 und 12 bis 16 zeigen verschiedene Umsetzungen der Erfindung. Figur 11 zeigt beispielsweise, dass die Mahlelemente in einem konischen Mahlwerk eingesetzt sein können (linke und rechte Seite der Figur 11 zeigen kegelförmige, in einem konischen Mahlgehäuse 26 angeordnete Rotoren 25a (Öffnungswinkel kann unterschiedlich sein). Dabei sind Mahlelemente 41 sowohl auf dem Rotor 25a als auch auf der Mahlgehäusewand 26 (= Tragkörper) einander gegenüberliegend aufgebracht. In Figur 12 wird eine Ausführungsform gezeigt, die einen kegelförmigen Rotor 25b mit Mahlelementen 41 besitzt, die eine Arbeitsfläche mit einer Lamellenstruktur aufweisen oder eine glatte Arbeitsfläche haben. Die Mahlelemente können mit Durchlässen 42 versehen sein (s. Fig. 9).

Die Gestalt der einzelnen Komponenten sowie deren mechanische Verbindung ist in den Figuren 6 - 10 dargestellt. Wie weiter oben bereits erwähnt, besteht jeder Sektor aus einer Vielzahl von einzelnen Mahlelementen 41. Jeder Sektor kann aus einer Mehrzahl von Trägerplatten, auf denen jeweils eine Mehrzahl von Mahlelementen angeordnet ist, gebildet sein. Diese Mahlelemente 41 sind in der Regel kleiner als die konventionellen Hartgussplatten von bekannten Rotoren. Dies bedeutet, dass anstelle einer konventionellen Hartgussplatte eine Mehrzahl von Mahlelementen 41 treten. Die Mahlelemente 41 haben eine Arbeitsoberfläche 38, in welche Gräben 40 eingearbeitet sind, sodass eine Lamellenstruktur erzeugt ist. Auf der der Arbeitsfläche 38 gegenüberliegenden Befestigungsseite 36 sind Befestigungsfüße vorgesehen. Diese können im Schnitt schwalbenschwanzförmig (Fuss 44), mehreckig (Figur 10: Fuss 46) oder rechteckig mit Sicken (Fig. 10) ausgebildet sein. Einzelne zylindrische Füße 45 können zum passgenauen Fixieren der Mahlelemente 41 auf der Trägerplatte 51 ohne Hinterschneidungen ausgeführt sein.

Die Mahlelemente 41 sind auf einer Trägerplatte 51 angeordnet. Diese kann eine Art Zwischenplatte mit einer Siebstruktur sein. Die Siebstruktur besteht aus einer Vielzahl von Löchern 50 (Figuren 5 und 21), welche der Aufnahme der Befestigungsfüße 45, 46, 47, 48 der Mahlelemente 41 dienen. Auf der

den Mahlelementen 41 gegenüberliegenden Seite der Trägerplatte (Unterseite) sind Hohlstifte 53 vorgesehen. Die Hohlstifte 53 sind in zylindrischen Ausnehmungen 65 an der Unterseite der Trägerplatte 51 aufgenommen. Die Ausnehmungen 65 sind vorzugsweise regelmäßig über die Unterseite der Trägerplatte 51 verteilt und können sich auch mit den Löchern 50 für die Noppenfüsse (= Befestigungselemente) überschneiden resp. mit diesen übereinstimmen.

Die Ausbildung der Befestigungsfüße 44 mit einer Hinterschneidung, beispielsweise als Schwalbenschwänze, bringt den Vorteil einer sicheren Befestigung mit sich. Die Ausführung mehreckig oder rechteckig mit Sicken (Füsse 46 resp. 48) erlaubt eine formschlüssige Presspassung durch örtliches, plastisches Fliessen der Trägerplatte, ohne dass insgesamt hohe Eigenspannungen im Element entstehen. Zur festen Verbindung der Mahlelemente 41 auf der Trägerplatte 51 können die beispielsweise eine Hinterschneidung aufweisenden Befestigungs-(Noppen-)füsse mit Kunststoff 67 umspritzt, geklebt oder mittels eines Lots fest vergossen werden (siehe weiter unten Beschreibung zu den Figuren 17 bis 19).

Die Hohlstifte 53 dienen der Befestigung der Trägerplatte 51 beispielsweise auf einer bekannten Rotorscheibe 15. Die Hohlstifte 53 können so verteilt angeordnet sein, dass sie mit dem Muster der Befestigungslöcher in konventionellen Rotorscheiben übereinstimmen. Dies hat den Vorteil, dass Rotoren mit konventionellen Hartgussmetallplatten mit neuen erfindungsgemäßen Mahlelementen ausgestattet werden können.

Die Ausführungsformen gemäss den Figuren 4,5,9 sind dadurch gekennzeichnet, dass in den Mahlelementen 41 Entwässerungskanäle 42 vorgesehen sind. In den Löchern 50 können Hohlstifte 54 aufgenommen sein, sodass eine Entwässerung durch die Hohlstifte 54 möglich ist. Die Entwässerungskanäle 42 erstrecken sich dabei durch die Befestigungsfüsse. Dadurch ist ermöglicht, dass ein flüssiges Mahlgut während des Mahl- oder Aufschlussvorgangs entwässert werden kann. Bei der gezeigten Ausführungsform von Fig. 9 erfolgt die Verbindung zwischen dem Mahlelement 41 und der Trägerplatte 51 mittels eines Lots 55. Das Lot 55 kann in Rillen 66 des Hohlstiftes 54 eingelegt oder eingeklebt sein (Fig. 9, Unteransicht des Hohlstiftes 54). Durch Erhitzen des Lots 55 kann dieses bei entsprechender Lage des Mahlkörpers in den Spalt zwischen dem schwalbenschwanzförmigen Befestigungsfuss 44 und dem konusförmigen Endteil 43 des Loches 50 fliessen. Das unten aus der Trägerplatte 51 herausragende Endstück des Hohlstiftes 54 kann die Funktion des Hohlstiftes 53 übernehmen und der Befestigung des aus dem Mahlelement und der Trägerplatte bestehenden Mahlkörpers an einem Rotor oder Stator dienen.

Gemäss der in den Figuren 6 bis 10 dargestellten weiteren vorteilhaften Ausführungsformen sind die Befestigungsfüsse so ausgebildet, dass deren Aussendurchmesser mit dem Innendurchmesser der

Löcher im Wesentlichen übereinstimmt. Zur Befestigung des Mahlelements 41 an der Trägerplatte 51 können auch Schrauben vorgesehen werden, welche in Bohrungen aufgenommen sind, die sonst als Wasserdurchlässe benutzt werden. Diese sind dann als Gewinde geschnitten und fallen als Wasserdurchlass aus.

In den Figuren 12 bis 16 sind Kreisausschnitte von beispielhaften Rotoren dargestellt. Die einzelnen, gezeigten Sektoren entsprechen in der Grösse den konventionellen Mahlscheiben, welche einstückig ausgebildet sind. Im Unterschied zu diesen sind die Sektoren der neuartigen Mahlscheiben aus einer Mehrzahl von einzelnen Mahlelementen 41 zusammengesetzt.

In Figur 14 ist eine Entwässerungsschnecke gezeigt, bei welcher die Schnecke 27 und Gehäusewand 26 mit erfindungsgemässen Mahlelementen 41 besetzt sind. Die Mahlelemente 41 können mit Entwässerungskanälen 42 ausgestattet sein.

Figur 15 zeigt eine Stopfschnecke, an deren Gehäusewand 26 Antirotationsleisten 69 angebracht sind. Diese sind so ausgeführt, dass sie mit Mahlelementen 41 mit Entwässerungskanälen 42 belegt sind. Die Entwässerungskanäle 42 stehen mit einem zentralen Entwässerungskanal 56 in Verbindung. Im Betrieb kann durch den Entwässerungskanal 56 Flüssigkeit abgezogen werden.

Der Extruder gemäss Figur 16 ist dadurch gekennzeichnet, dass Mahlelemente 41 mit rechteckigen Füßen (in der Figur nur angedeutet) auf der Extruderschnecke angeordnet sind. Die Mahlelemente 41 können ohne Lamellen glatt ausgeführt sein. Für hohe Drücke sind die Mahlelemente mit Überlappungen in Stoffflussrichtung ausgeführt.

Die Figuren 17 bis 19 zeigen eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemässen Mahlelements 41, welches Lamellen 58 aus Hartmetall besitzt. Die Lamellen 58 besitzen vorzugsweise an der Unterseite Sicken (in der Figur nicht ersichtlich). Diese Lamellen 58 werden mit einer Trägerplatte 51 umspritzt. Die Lamellen 58 und die Trägerplatte 51 werden sodann gemeinsam gesintert (co-gesintert). Die Arbeitsfläche der Lamellen 58 ist gegebenenfalls oberflächenverdichtet durch Duplex-coating (Schicht 57). Mit der Bezugsziffer 60 ist die Verbindungsfläche zwischen der Trägerplatte 51 und den Lamellen 58 bezeichnet. Das so gebildete Mahlelement kann gegebenenfalls auf einem Rotor oder Gehäuse mittels einer Schweissraupe 61 befestigt werden. Dieser Mahlkörper zeichnet sich durch eine sehr kompakte Bauweise aus, bei welcher Mahlelement und Trägerplatte praktisch einstückig sind.

Die Variante von Figur 19 zeigt ein Mahlelement, wo der Wasserdurchlass 42 zwischen den Lamellen 58 angeordnet ist. Der Einlauf kann durch eine eingelegte Hartmetallplatte mit Diffusor 62 gebildet

sein (schlitzförmiger Diffusor).

Die Figuren 20 und 21 zeigen ein Ausführungsbeispiel für den Hochdruckteil einer Pressschnecke.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Hochgeschwindigkeits-Mahlwerks (High Speed Refiner) mit von innen nach außen drei ringförmigen Sektoren 31,33,37 beispielhaft näher erklärt (Figur 4,5). Die Mahlkörper sind hier als Mahlplatten auf einem extrem schnell laufenden Scheibenrotor ausgeführt (erster Extremfall). Der Scheibenrotor kann durch Einspritzen von Wasser gekühlt sein.

Der andere Extremfall ist eine langsam laufende Pressschnecke, die feuchten Faserstoff entwässert (Rohbraunkohle- 40% Wassergehalt -, Rübenschnitzel, Papierfaserstoffe und ähnliche); ebenso eine Press-Schnecke als Extruder für Glasfaser oder Steinwolle enthaltende Kunststoffe. Diese Beispiele werden anschliessend erläutert.

Die unterschiedliche Funktionen und Arbeitsspalte aufweisenden Sektoren eines Hochgeschwindigkeitsmahlwerks sind wie folgt gekennzeichnet:

Der innere Sektor 31 ist der Ort, wo der noch grobe Stoff (ggf. mit keramischen Beimengungen) vom Einlauf her langsam aufgeschlossen werden muß. Der Arbeitsspalt kann deshalb höher als im mittleren Sektor 33 sein.

Die Umlaufgeschwindigkeit des inneren Sektors ist kleiner als die Umlaufgeschwindigkeit des mittleren und äusseren Sektors. Dampfblasen und Kavitation spielen daher noch keine Rolle. Im inneren Sektor 31 muss der grobe, vom Einlauf herkommende und keramische Füllstoffe enthaltende Stoff aufgeschlossen werden. Bezüglich Werkstoffauslegung kann deshalb für die Mahlelemente ein Hartguß mit hoher Härte, aber noch vorhandener Restzähigkeit (Kerbschlagarbeit) eingesetzt sein. Die Korrosionsbeständigkeit kann in der Legierung so berücksichtigt werden, dass ausreichend freies Chrom für die Bildung fester Oxid-Schichten an der Oberfläche in der Metall-Matrix zur Verfügung bleibt. Für die Feinkorn-Karbidbildung können Hochtemperatur-Karbidbildner wie V oder Nb zulegiert werden. Die Matrix wird daher auch bei gewichtsmäßigen Chromgehalten von 24-28% genügend freies Chrom enthalten, wenn der hohe Kohlenstoffgehalt durch Sonderkarbide (wie V oder Nb etc.) abgebunden wird. Die Auslegung des inneren Sektors 31 ist vorzugsweise so vorzunehmen, dass der Oxid-Abtrag durch Tribos (Abrasion der ständig neu gebildeten, nicht ausreichend festen Mischoxide an der Oberfläche) reduziert ist. Das Gefüge mit Feinkorn-Abbindung des Kohlenstoffs durch V, Nb oder anderen Metallen ist dadurch gekennzeichnet, dass die Matrix fest und zäh wird und genügend metallisches Chrom in der Matrix bleibt, sodass die gewünschte Kerbschlagarbeit erreicht werden kann. In den oberflächennahen Bereichen können durch so genanntes "shot peening"

(gerichtetes Kugelstrahlen) Druckspannungen erzeugt werden. Diese verhindern bzw. verzögern eine Mikrorissbildung. Die Lamellen der Mahlelementoberfläche sind vorzugsweise zähfest und beständig gegen Ermüdungs-Mikrorisse ausgebildet. Die Arbeitskanten sind zweckmäßigerweise kalt verfestigt, sodass sie nicht rissanfällig sind. Der innere Sektor kann bis zu einer anschließenden, ringförmigen Einspritzzone für ‚Zusatzwasser‘ reichen. Das Einspritzen von Zusatzwasser ist zweckmässig, da die innere hohe Reibleistung den wässerigen Papierstoff teilweise zum Verdampfen bringt. Die Anlagen arbeiten deshalb unter Druck. Größere Wassermengen müssen eingespritzt werden, wenn die äußeren Sektoren Wasser in Form von Nassdampfgemisch enthalten sollen. Gegen den unvermeidlichen Tropfenschlag (im entstandenen Nassdampf) müssen die Lamellenelemente resistent gemacht werden. Die Verschleißvorgänge sind ähnlich wie in Pumpen und Nassdampfturbinen (Kavitation, Tropfenschlag) – verstärkt durch Reiboxidation (Tribbox) aufgrund der eingebrachten, keramischen Füllstoffe (ähnlich wie in Schmutzwasserpumpen).

Der mittlere Sektor 33 der Rotorscheibe ist vorzugsweise hochtemperaturbeständig geprägt. Die Hochtemperaturbeständigkeit kann durch den Einbau von zähfest gebundenen Metallkarbiden erreicht werden. Hochtemperaturkarbide ertragen die beginnende Dampfblasen- und Tropfen-Bildung. Der Einbau von Hochtemperaturkarbiden wie z.B. WC, TiC, SiC-SiN, ggf. auch Boride oder ähnliche Hartphasenbildner, in feinsten Körnung machen diesen Sektor korrosions- und hitzebeständig, sodass ein partielles Anstreifen dieses Sektors keine katastrophalen Schäden bewirkt.

Beispielsweise pulveragepresste Mahlelemente 41 aus Ti-stabilisiertem Wolframkarbid in Kobalt (Verwendung in Gesteins-Bohrkronen als ‚mining bits‘ üblich) bilden einzelne Sektorteile mit Notlaufeigenschaften. Diese Sektorteile mit einer Schmelztemperatur von vorzugsweise. > 2500°C reißen und schmelzen nicht bei der Entwicklung von Reibwärme. Entsprechend wird dieser Sektor dafür verwendet, die definierte Abstandshaltung.

Die erheblichen Querkräfte auf die Mahlelemente können durch entsprechende Befestigungsorgane, z.B. Noppenfüße, aufgenommen werden. Diese Noppenfüße 45, 46, 48 durchdringen die von hinten vorzugsweise kegelförmig in der Trägerplatte 51 angebrachten Bohrungen. Die Befestigung der Noppenfüße kann durch eine verzugfreie Niedertemperaturlötung erfolgen. Alternativ ist ein Umspritzen der Noppenfüße denkbar. Derartige Mahlelemente komplizierter Geometrie können kostengünstig und präzise durch PIM (Powder injection moulding) gefertigt werden. Die verschiedenen Mahlelemente, die einen Sektor bilden, können in großen Serien vollautomatisch auf vorhandenen Kunststoff-Spritzguß-Maschinen gefertigt werden. Dabei sind nur geringe (verschleißschützende) Umbauten nötig, um diese für die Produktion der erfindungsgemäßen Sektorteile herzurichten.

Der mittlere Sektor 33 ist dadurch gekennzeichnet, dass er mit dem geringsten Arbeitsspalt arbeitet und so bei nicht ganz vermeidbarem Anstreifen der Rotorscheiben als erster Sektor Oberflächenkontakt hat. Aufgrund der Hartkörpereigenschaften kann dieses Anstreifen bei Prozeß-Unregelmäßigkeiten kurzzeitig ertragen werden, da die durch Reibleistung schnell erzeugte Temperatur von $> 2000^{\circ}\text{C}$ aufgrund des hohen Schmelzpunkts der karbidhaltigen Materials (WC etc.) von $> 2800^{\circ}\text{C}$ sicher ertragen wird (Notlaufeigenschaften). Dadurch wird der Eintrag von Metallpartikeln durch Verschleiß, insbesondere der Eintrag von leicht oxidierbarem Eisen in den Feinpapier-Stoff vermieden. Die Eigenschaften von Lamellenkörpern aus gepressten Kohlefasern – wie im äußeren Ring vorgesehen – lassen auch diese für den mittleren Ring geeignet erscheinen, wenn der zu verarbeitende Stoff nicht zu hohe Ansprüche stellt.

Der äußere Sektor 37 der Rotorscheibe mit den höchstbelasteten Mahlelementen kann aus wesentlich billigeren Keramik-Lamellenkörpern gefertigt werden. Die Formgebung ist ebenfalls durch PIM möglich (Si-Al-Zr-Oxid). Der äussere Sektor 37 kann auch aus gepressten und gesinterten Keramik- oder Kohlefasern hergestellt sein. Besonders für Kohlefasern kann zusätzlich an den Arbeitskanten DLC (diamond like carbon) gerichtet aufgebracht werden (Stand der Technik). Die Mahlelemente 41 des äusseren, ringförmigen Sektors 37 können auch direkt auf den Rotor geklebt und/oder geschraubt werden. Durch die eingesetzten leichten Materialien können bei gleichen Kräften wesentlich höhere Drehzahlen realisiert werden als mit konventionellen Mahlplatten aus einem Hartmetallguss.

Ein Vorteil der modular aufgebauten Mahlplatten ist, dass ohne Zusatzkosten die erfahrungsgemäß optimalen Kantengeometrien gepresst werden können. Denn es ist möglich, eine optimale Arbeitskanten-Geometrie für die Form der Keramikteile zu ermitteln und diese mittels Spritzguss direkt umzusetzen. Dadurch können für mehr als 90% der Einsatzzeit optimale Betriebsbedingungen erreicht werden. Die Standzeit der erfindungsgemäßen Mahlplatten übertrifft diejenige von Hartguß-Mahlplatten bei Weitem.

Die Mahlelemente mit Noppenfüßen können in Bohrlöcher der Trägerplatte gesteckt und beispielsweise von hinten in präziser Position mit hochfestem Kunststoff umspritzt oder geklebt werden. Dies kann bereits bei Temperaturen unterhalb von 150°C geschehen. Ein Anstreifen des äußeren Sektors kann durch den mittleren Sektor ausgeschlossen werden.

Der äußere Sektor 37 ist dadurch gekennzeichnet, dass er kostengünstig auswechselbare Segmente oder Sektorteile enthält. Es können auch hier Elemente aus gepressten Kohlefasern eingesetzt werden, ggf. DLC beschichtet (diamond like carbon). Das niedrige spezifische Gewicht erlaubt die direkte Befestigung der Sektorteile auf der Rotorplatte und damit noch höhere Drehzahlen bei geringeren Fliehkräften. Die Elemente können ggf. direkt auf der gebohrten Rotorscheibe angebracht werden.

Der äussere Sektor kann auch aus Trägerplatten- Segmenten bestehen, die mit der Nabe über ein Raster aus kurzen Stiften verbunden ist. Die äussere Rotorscheibe (Trägerplatte 51) lässt sich dadurch wie ein Sieb fertigen und leicht wechseln.

Der äussere Sektor kann – bedingt durch den sicheren Abstand der Rotorscheiben im mittleren Sektor - aus Mahlelementen aus keramischen Materialien gebildet werden, die den im äusseren Sektor unvermeidlichen Hochgeschwindigkeit-Tropfenschlag wie auch den Reibverschleiß aufgrund der Füllstoffe am besten ertragen. Die keramischen Mahlelemente 41 können ebenfalls kostengünstig präzise im PIM – Verfahren hergestellt werden. Als Werkstoff kann eine günstigere keramische Verbindung, wie z.B. Si-Al-Zr-Oxid, als im mittleren Sektor eingesetzt sein. Die Befestigung erfolgt wie schon bei den anderen Sektorteilen vorzugsweise durch Noppenfüsse.

Wie die anderen Sektoren kann auch der äussere Sektor 37 aus kostengünstig wechselbaren Mahlelementen 41 bestehen. Der äussere Sektor eines High-Speed Refiners übernimmt mehr als 70% der Mahlleistung. Durch die optimierten Materialeigenschaften und Geometrie der äusseren Sektorteile kann für mehr als 90% der Einsatzzeit eine hohe Produktqualität sichergestellt werden.. Für besonders hohe Drehzahlen und Fliehkräfte können auch Mahlelemente aus gepressten Kohlefasern, ggf. mit „diamond-like-carbon“- (DLC-)Beschichtung, eingesetzt werden. Wegen des geringen spezifischen Gewichts der eingesetzten Sektorteile sind die Fliehkräfte geringer, und die Drehzahl und damit die Leistung kann erhöht werden. Die leichten äusseren Mahlelemente können auch auf der Rotorscheibe direkt aufgebracht sein. Diese kann daher schlank und leicht ausgelegt werden, beispielsweise gefertigt als Siebscheibe oder Siebsegmente.

Die Vorteile der erfindungsgemäßen Mahlkörper resp. Mahlelemente sind: Flexibler Aufbau des Rotorsystems in einem Hochgeschwindigkeits-Mahlwerk (High Speed Refiner) und Eignung für verschiedenste Ausgangsstoffe und Endprodukte. Mühlen mit den erfindungsgemässen Mahlelementen und Mahlkörpern erlauben eine Mehrleistung von bis zu 20-40 % bei > 20 % Stromersparnis. Die Produktqualität ist ausserdem höher und gleichmäßiger als bei Mühlen mit konventionellen Mahlscheiben. Eine Nachrüstung bestehender Mühlen ist in vielen Fällen möglich und erlaubt ein breites Service – Geschäft.

Verwendung der Mahlelemente in Press-Schnecken für Roh-Braunkohle, Rüben-schnitzel oder Faserstoffe:

Die Mahlkörper können hier sowohl auf den Arbeitskanten der Schnecke wie auf den Abstreiferleisten des Gehäuses montiert sein (Fig. 14). In den Mahlkörpern des konischen, ggf. zylindrischen Gehäuses sind Bohrungen unter den Mahlelementen 42 (Fig. 9), diese dienen hier zum Entwässern, da der

Rohstoff 40-60% Wasser enthält und für die nachfolgenden Fertigungsschritte entwässert werden soll. Beim Kochen oder Trocknen wird so Verdampfungsenergie gespart. Der weitgehend entwässerte Stoff wird dann durch das Mundstück ausgepresst und kompakt weiterverarbeitet.

Verwendung der Mahlelemente in Pressschnecken für Feinpapierstoff: (Entwässerungsschnecke für Feinpapierstoff)

Die erfindungsgemässen Mahlelemente sind hier auf den Arbeitskanten der Schnecke und auf dem gesamten Umfang des Gehäuses montiert. Die Montage der Mahlelemente, die hier als Arbeitskanten für die Schnecken dienen, kann auf einer gestanzten Trägerplatte erfolgen, die über seitliche Auslässe für Presswasser aus dem Hochdruckbereich nahe der Außenkante verfügt. Zwischen den Auslässen sind verlängerte Laschen ausgestanzt, die umgebogen und zur Befestigung durch kurze, lösbare Schweißraupen verwendet werden können. (s. Figuren 20 und 21) Die für den jeweiligen Stoff optimale Lamellenform der Oberfläche 38 kann den Stofffluss wesentlich begünstigen und im entscheidenden Bereich zwischen Schneckenarbeitskante und Gehäusenuten für optimale Druckverhältnisse zur Entwässerung sorgen. Dabei bleiben die Arbeitsspalte, aufgrund der Hartmetall-Mahlkörper, auf lange Standzeit stabil. Die Stillstand- und Umbaukosten werden dadurch reduziert. Die bisher üblichen Ausführungen haben aufgeschweißte Schneckenkanten und ein Gehäusesieb aus Edelstahl mit Nuten und Entwässerungsbohrungen, die an den Kanten rasch abrunden. Das führt zu Verstopfungen und Stillstand.

Pressschnecken (Extruder für Kunststoff (Glas-, Stein-, oder Kohlefaser gefüllt), aber auch für Ziegelei- oder Erzaufbereitungsschlämme und ähnliches)

Die erfindungsgemässen Mahlelemente werden hier eingesetzt, um sowohl die Arbeitskante der Extruderschnecke als auch die Innenwand des Gehäuses zu schützen. Die beliebig formbaren Mahlelemente sind hier für manche Anwendungen ohne Entwässerungsbohrungen wie 42 ausgeführt. Für hohe Drücke sind die Mahlelemente mit Überlappungen in Stoffflussrichtung ausgeführt, 49. Damit sind die Toleranzen in einem Bereich zu halten, der die Herstellung im Pulverspritzverfahren (PIM) ohne Nachbearbeitung erlaubt. Auch hier kann eine gerichtete Lamellenstruktur der Oberfläche erhebliche Verfahrensvorteile bringen (Standzeit und Stoffführung).

Legende:

- 11 Rotor (eines Refiner)
- 12,13,14 Sektoren von traditionellen Mahlscheiben
- 15 Rotor-Trägerscheibe
- 16 Hartgussplatten
- 17 Schrauben oder Bolzen
- 19 Tragkörper
- 21 Rotor-Refiner
- 25 Rotor-Trägerscheibe
- 26 gegenüberliegende Rotorscheibe bzw. Schnecke
- 27 (Press)schnecke
- 28 Stopfschnecke
- 29 Extruder
- 31 innerer Sektor der Mahlkörper
- 33 mittlerer Sektor der Mahlkörper
- 36 Befestigungsseite des Mahlelements
- 37 äusserer Sektor der Mahlkörper
- 38 Arbeitsoberfläche der Mahlelemente
- 40 Gräben in den Mahlelementen (Lammellen)
- 41 Lamellenelement
- 42 Wasserdurchlass im Mahlelement
- 43 Kegel-Bohrung bzw. gepresste Kegel - Stanzung in der Trägerplatte,
- 44 schwalbenschanzförmiger Fuss (mit Hinterschneidung) zum Umspritzen oder Kleben.
- 45 zylindrischer Fuss zur passgenauen Fixierung
- 46 mehreckiger Fuss, zur Begrenzung von Querspannungsspitzen
- 47 Hinterschneidung, zur Fixierung mit Lot (bei Wasserdurchlass mit Kavernenstift 54)
- 48 rechteckig durchlaufender Fixierungs-Fuss mit ‚Sicken‘ - wie 46
- 49 Kantenelement mit rechteckigem Steg und Sicken
- 50 Löcher in der Trägerplatte
- 51 Trägerplatte

- 52 Flache Lamellenelemente mit Schlitz-Wasserdurchlass und Sicken-Füssen
- 53 Zylindrische Hohlstifte zur Fixierung einer Trägerplatte in der Rotor-Trägerscheibe 25
- 54 Kavernenstift zur Zuführung von Lot (ohne Wasserdurchlass-Verstopfung),
- 55 Lot in Streifen in Stift-kavernen von 54 eingeklebt.
- 56 Wasserdurchlässe
- 57 (duplex-) coating
- 58 Lamellen aus Hartmetall
- 59 Chromstahl, vorzugsweise ferritisch oder duplex(ferritisch-austenitisch)
- 60 ko-gesintert (Hartmetall mit Sicken in 59)
- 61 Lösbare Schweissverbindung
- 62 Wasserdurchlass als Diffusor
- 63 Löcher gestanzt, mit kalt gepresster Form (wie 43)
- 66 Rillen des Hohlstiftes 54
- 65 zylindrische Ausnehmungen für Stifte 53
- 67 Kunststoff (Umspritzung der Noppenfüsse)
- 69 Antirotationsleisten

PATENTANSPRÜCHE

1. Mahlelement mit einer glatten oder mit Lamellenstruktur versehenen Arbeitsoberfläche (38) dadurch gekennzeichnet, dass an der der Arbeitsoberfläche (38) gegenüberliegenden Befestigungsseite (36) zur Befestigung des Mahlelements in entsprechenden Löchern eines Tragkörpers (19) wenigstens zwei Befestigungselemente (44,45) vorgesehen sind, die vorzugsweise Hinterschneidungen (44), Sicken (48) und/oder Ecken haben.
2. Mahlelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in den Elementen durchgehende Löcher oder Durchlässe (42) vorgesehen sind, welche Löcher oder Durchlässe (42) zum Einspritzen oder Entwässern verwendet werden können.
3. Mahlelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Löcher als Schlitz (62) mit diffusorartigem Auslass ausgebildet sind.
4. Mahlelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Mahlelemente im Pulverpress- oder vorzugsweise im Pulverspritzgussverfahren (PIM: powder injection moulding) hergestellt sind.
5. Mahlelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Mahlelemente oberflächenverdichtet sind, beispielsweise durch duplex coating: diffuses Ion-nitriding + IBAD, ion beam assisted deposit of WC-Co, TiN, DLC oder dergleichen.
6. Mahlelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein erster Typ eines Mahlelements (41) aus hochtemperaturbeständigen Materialien gefertigt ist.
7. Mahlelement nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Typ eines Mahlelements (41) aus Hartmetall mit Hochtemperaturkarbiden, Hochtemperatur(misch-)karbiden, -nitriden oder boriden oder Mischungen derselben mit Kobaltmatrix hergestellt ist.
8. Mahlelement nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Typ eines Mahlelements (41) aus Hartmetall mit WC, TiC, SiC-SiN, ggf. auch Boriden oder ähnlichen

Hartphasenbildner mit eutektischer Matrix Typ Ni/Co-Cr-V-Nb-B-Si-C hergestellt ist.

9. Mahlelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweiter Typ eines Mahlelements (41), hergestellt aus keramischen Werkstoffen, vorgesehen ist.
10. Mahlelement nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Typ eines Mahlelements (41) aus Si-AL-Zr-Oxid hergestellt ist.
11. Mahlelement nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Typ eines Mahlelements (41) aus gepressten Kohlefasern, ggf. mit DLC-Beschichtung, hergestellt ist.
12. Mahlkörper mit Mahlelementen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Tragkörper (19) mit Bohr- oder Stanzlöchern (50) vorgesehen ist, und dass die Mahlelemente mit den Befestigungselementen (44,45) in den Bohr- oder Stanzlöchern (50) formschlüssig aufgenommen sind.
13. Mahlkörper nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Befestigungselemente (44,45) mit Sicken (48) und/oder Ecken durch Kaltpressen hergestellt sind und in die Löcher (50) des Tragkörpers (19) eigenspannungsarm eingefügt sind.
14. Mahlkörper nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die in den Bohr- oder Stanzlöchern (50) angeordneten Befestigungselemente (44,45) mit Kunststoff umspritzt, geklebt oder gelötet sind.
15. Mahlkörper nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Typ eines Mahlelements (41) im Tragkörper (19) durch Ko-Sintern von Mahlelement und Tragkörper (19) eingefügt ist, vorzugsweise durch Zwei-Schritt-Pressen von Mahlelementen und Tragkörper (19) in derselben Pressform (Pulverpress- oder PIM-Verfahren).
16. Mahlkörper nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Typ eines Mahlelements (41) mit verdichteter Oberfläche auf einem Tragkörper (19) solcher

Geometrie eingefügt ist, dass ein Anschweißen/ -heften an Arbeitsflächen von Apparaten möglich ist, ohne die Wärmeeinflusszone in das Mahlelement zu erstrecken.

17. Mahlkörper nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass auf dem Tragkörper (19) Mahlelemente (41) des ersten und des zweiten Typs vorgesehen sind.
18. Mahlkörper nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mehrzahl von Mahlelementen (41) des gleichen Typs jeweils benachbart zueinander zu Sektoren mit bestimmten Mahleigenschaften zusammengefasst sind bzw. Arbeitskanten mit gleichen Eigenschaften bilden.
19. Mahlkörper nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Mahlkörper in Stoffflussrichtung wenigstens zwei mit Mahlelementen (41) des ersten oder des zweiten Typs besetzte Sektoren besitzt.
20. Mahlkörper nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Mahlkörper in Stoffflussrichtung drei mit jeweils Mahlelementen (41) desselben Typs ausgestattete Sektoren (31,33,37) besitzt, welche nachfolgende Materialkombinationen aufweisen können:
Hartguß, Hartmetall, Keramik oder
Hartguß, Hartmetall, Hartmetall oder
Keramik, Hartmetall, Hartmetall oder
Keramik, Hartmetall, Kohlefaserteil, oder
Hartmetall, Hartmetall, Kohlefaserteil oder
Hartguß, Hartmetall, Kohlefaserteil, etc.
21. Mahlkörper nach einem der Ansprüche 12 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Arbeitsoberfläche (38) des Sektors (33) mit den Mahlelementen des ersten Typs die Oberfläche des Sektors (31,37) mit Mahlelementen (41) des zweiten Typs überragt.
22. Mahlkörper nach einem der Ansprüche 12 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Mahlkörper über mindestens drei mit Mahlelementen besetzte Sektoren (31,33,37) verfügt, wobei ein mindestens ein Sektor mit Mahlelementen des ersten Typs besetzt ist.

23. Mahlkörper nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass der Sektor mit Mahlelementen des ersten Typs der mittlere Sektor (33) ist.
24. Mahlkörper nach einem der Ansprüche 12 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Mahlelemente Lamellenkörper mit Oberflächenstrukturierungen (40,58) sind.
25. Mahlkörper nach einem der Ansprüche 12 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass der Tragkörper (19) aus martensithärtenden oder ausgelagerten Duplex-Stählen, d.h. ferritischen Chromstählen mit niedrigem spez. Ausdehnungskoeffizienten, hergestellt ist.
26. Mahlkörper nach einem der Ansprüche 12 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass der Tragkörper (19) als Mahlscheibe ausgebildet ist mit wenigstens 3 in Stofffluss-Richtung ringförmigen Sektoren (31,33,37), wobei vorzugsweise der mittlere Sektor (33) der Sektor mit Mahlelementen des ersten Typs ist und Notlaufeigenschaften besitzt und die beiden anderen Sektoren (31,37) um ein bestimmtes Mass überragt.
27. Mahlkörper nach einem der Ansprüche 12 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass der Tragkörper (19) im äußeren Ringbereich in der Dicke reduziert ist und gegebenenfalls als siebförmige Trägerplatte ausgelegt ist mit Bohrungen (50) für Noppenfüße und/oder Schraublöcher.
28. Mahlkörper nach einem der Ansprüche 12 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass der Tragkörper (19) als Kegel oder Walze ausgebildet ist.
29. Mühle, insbesondere High Speed Refiner für Papierstoff, mit als Mahlscheiben ausgebildeten Mahlkörpern gemäss einem der Ansprüche 12 bis 29.
30. Mühle nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass in radialer Richtung mindestens zwei Sektoren mit Mahlelementen (41) des ersten oder zweiten Typs vorgesehen sind und wenigstens ein ringförmiger Sektor (31,33,37) aus hochtemperaturbeständigen Materialien gefertigt ist, d.h. Mahlelemente (41) des ersten Typs aufweist, und "Notlaufeigenschaften" besitzt.

31. Mühle nach Anspruch 29 oder 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Spaltweite zwischen den einander gegenüberliegenden Mahlelementen (41) mit Notlaufeigenschaften kleiner ist als die Spaltweite zwischen den anderen Mahlelementen.
32. Press-Schnecke mit als Arbeitskanten ausgebildeten Mahlkörpern gemäss einem der Ansprüche 12 bis 29.
33. Pressschnecke nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die Mahlkörper mit dem Rotor der Press-Schnecke verschraubt, verlötet oder verschweisst sind.
34. Pressschnecke nach Anspruch 32 oder 33, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse der Pressschnecke Längsleisten (69) besitzt, die mit Mahlelementen (41) besetzt sind.
35. Pressschnecke nach einem der Ansprüche 32 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass die Mahlelemente (41) mindestens eine Entwässerungsbohrung (42) aufweisen.
36. Pressschnecke nach einem der Ansprüche 32 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (26) mit Mahlelementen (41) mit einer Entwässerungsöffnung (42) ausgelegt ist, so dass das Gehäuse ringsum zum Entwässern geeignet sein kann.
37. Pressschnecke nach einem der Ansprüche 32 bis 36, dadurch gekennzeichnet, dass Tragkörper (19) für die Mahlelemente (41) vorgesehen sind, welche Tragkörper (19) mit Laschen versehen sind, die mit kurzen, lösbaren Schweißnähten (55) am Rotor der Pressschnecke befestigt sind.
38. Pressschnecke nach einem der Ansprüche 32 bis 37 zur Verwendung als Extruder für Kunststoffe, mit Pulvern und Fasern gefüllte Kunststoffe (PIM), keramische/organische Schlämme (Braunkohle bis Lebensmittel) oder rein keramische Schlämme (z.B. Ziegelei-Pressen).
39. Mahlkörper mit einem Tragkörper (19) und wenigstens zwei auf dem Tragkörper (19) vorgesehenen Mahlelementen (41), welche in einer bestimmten Richtung, welche durch die Transportrichtung für ein Mahlgut definiert ist, nachfolgend als Stoffflussrichtung

bezeichnet, definiert ist, hintereinander angeordnet sind,

dadurch gekennzeichnet,

dass ein erstes Mahlelement (41) aus Materialien gefertigt ist, die "Notlaufeigenschaften" gewährleisten, und dass die Arbeitsoberfläche (38) dieses ersten Mahlelementes die Oberflächen (38) des anderen Mahlelementes (41) um eine bestimmte Distanz überragt.

40. Mahlkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Mahlelement (41) aus hochtemperaturbeständigen Materialien gefertigt ist.
41. Mahlkörper nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Mahlelement (41) aus Hartmetall mit Hochtemperaturkarbiden, Hochtemperatur(misch-)karbiden, -nitriden oder boriden oder Mischungen derselben hergestellt ist.
42. Mahlkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Mahlelement (41) aus Hartmetall mit WC, TiC, SiC-SiN, ggf. auch Boriden oder ähnlichen Hartphasenbildner hergestellt ist.
43. Mahlkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Mahlelement (41) aus gepressten Kohlefasern hergestellt ist.
44. Mahlkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein weiteres zweites Mahlelement (41) aus keramischen Werkstoffen wie beispielsweise Si-AL-Zr-Oxid vorgesehen ist.
45. Mahlkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Mahlelement (41) aus gepressten Kohlefasern, ggf. mit DLC-Beschichtung, hergestellt ist.
46. Mahlkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mehrzahl von gleichen, benachbart zueinander angeordneten Mahlelementen jeweils zu Sektoren (31,33,37) mit bestimmten Mahleigenschaften zusammengefasst sind und der Mahlkörper eine Mehrzahl von Sektoren (31,33,37) mit jeweils gleichartigen Mahlelementen, d.h. des ersten oder zweiten Typs, verfügt.
47. Mahlkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Mahlkörper ein Tragkörper (19) besitzt, auf welcher die ersten und zweiten Mahlelemente angeordnet sind.

48. Mahlkörper nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Mahlelemente (41) auf der Rückseite (36) Befestigungsorgane (44,45) aufweisen, welche mit dem Tragkörper (19) fest verbindbar oder verbunden sind.
49. Mahlkörper nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Befestigungsorgane Füße mit Hinterschneidungen (44) sind, welche in dazu vorgesehenen Löchern (50) des Tragkörpers, vorzugsweise in Rundlöchern mit oben kegelförmiger Bohrung (43), aufgenommen sind.
50. Mahlkörper nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die in den Löchern (50) aufgenommenen schwalbenschwanzförmigen Füße (41) mit Kunststoff umspritzt sind.
51. Mahlkörper nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Mahlelemente (41) Lamellenkörper mit Oberflächenstrukturierungen (40,58) sind.
52. Mahlkörper nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Mahlelemente (41) im Pulverspritzgussverfahren (PIM: powder injection moulding) oder durch heissisostatisches Pressen (HIP: hot isostatic pressing) hergestellt sind.
53. Mahlkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass dieser in Stoffflussrichtung wenigstens zwei Sektoren besitzt, welche aus unterschiedlichen Materialien hergestellt sind.
54. Mahlkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Mahlelemente als Siebplattensegmente mit martensithärtenden oder ausgelagerten Duplex-Stählen ausgelegt sind.
55. Mahlkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Tragkörper (19) als Mahlscheibe (25) ausgebildet ist mit in radialer Richtung ringförmigen Sektoren (31,33,37).
56. Mahlkörper nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Mahlscheibe in radialer Richtung wenigstens 3 ringförmige Sektoren (31,33,37) aufweist, wobei vorzugsweise der mittlere Sektor der erste Sektor mit Notlaufeigenschaften ist und die beiden anderen Sektoren um ein bestimmtes Mass überragt.

57. Mahlkörper nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Mahlelement (41) der mittlere Sektor ist und die Oberfläche (38) des ersten Mahlelementes (41) von den Oberflächen (38) der beiden anderen (zweiten) Mahlelemente abgesetzt ist.
58. Mahlkörper nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Tragkörper (19) im äußeren Ringbereich in der Dicke reduziert ist und gegebenenfalls als siebförmige Trägerplatte ausgelegt ist mit Bohrungen für Noppenfüße und/oder Schraublöcher.
59. Mahlkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Tragkörper (19) als Kegel oder Walze ausgebildet ist.

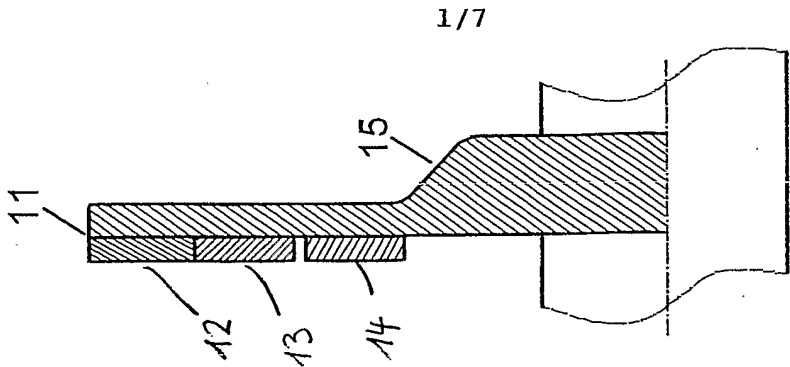


Figure 2

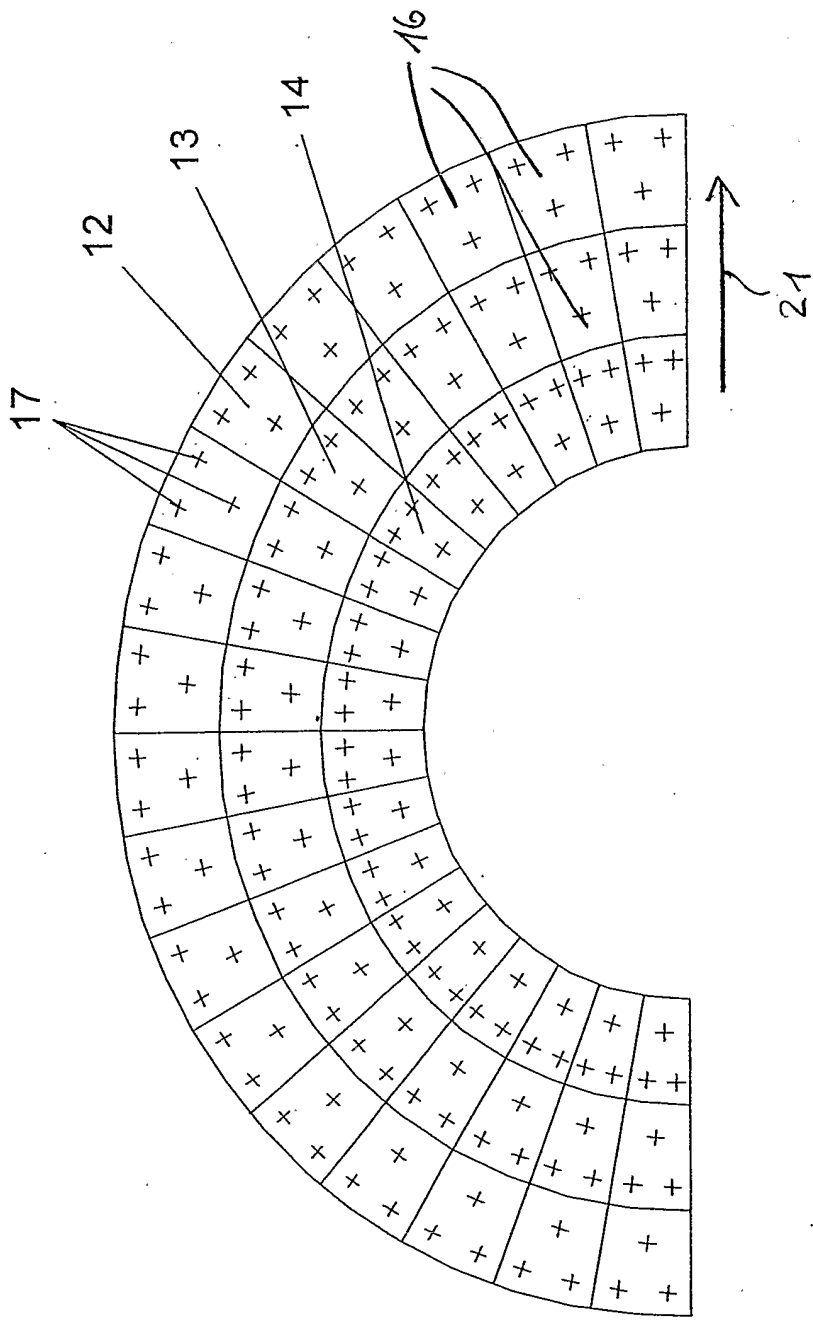
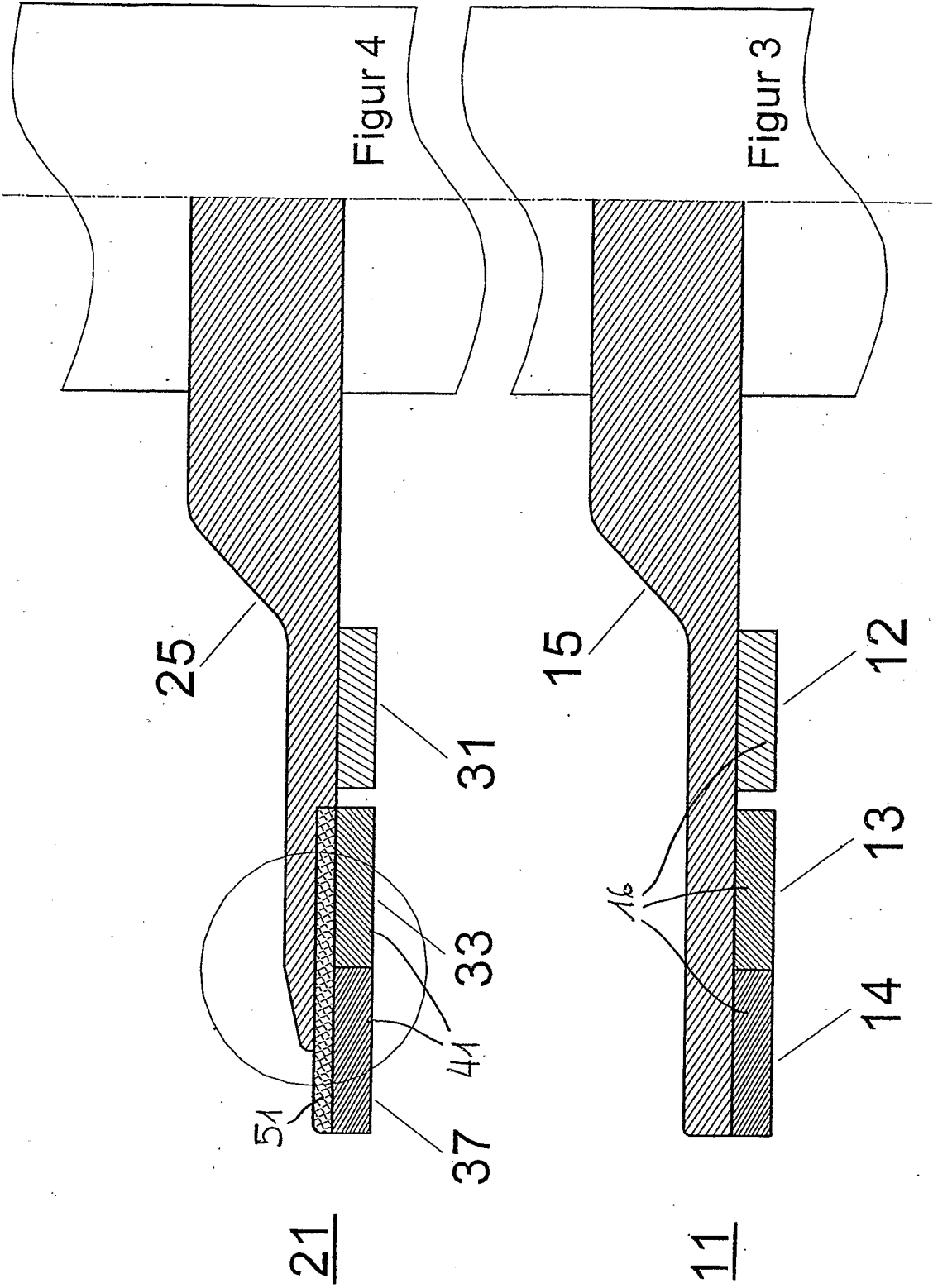
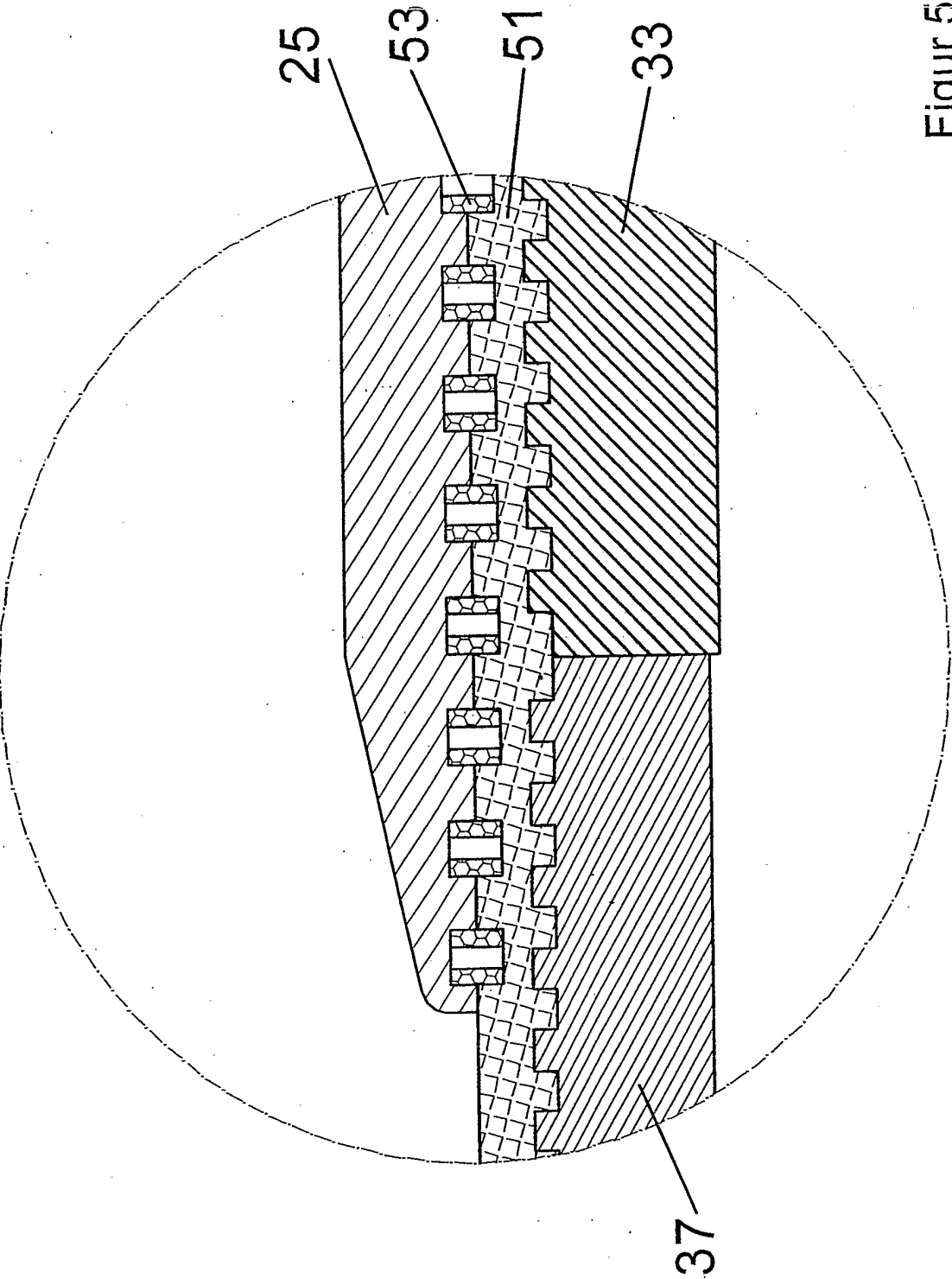


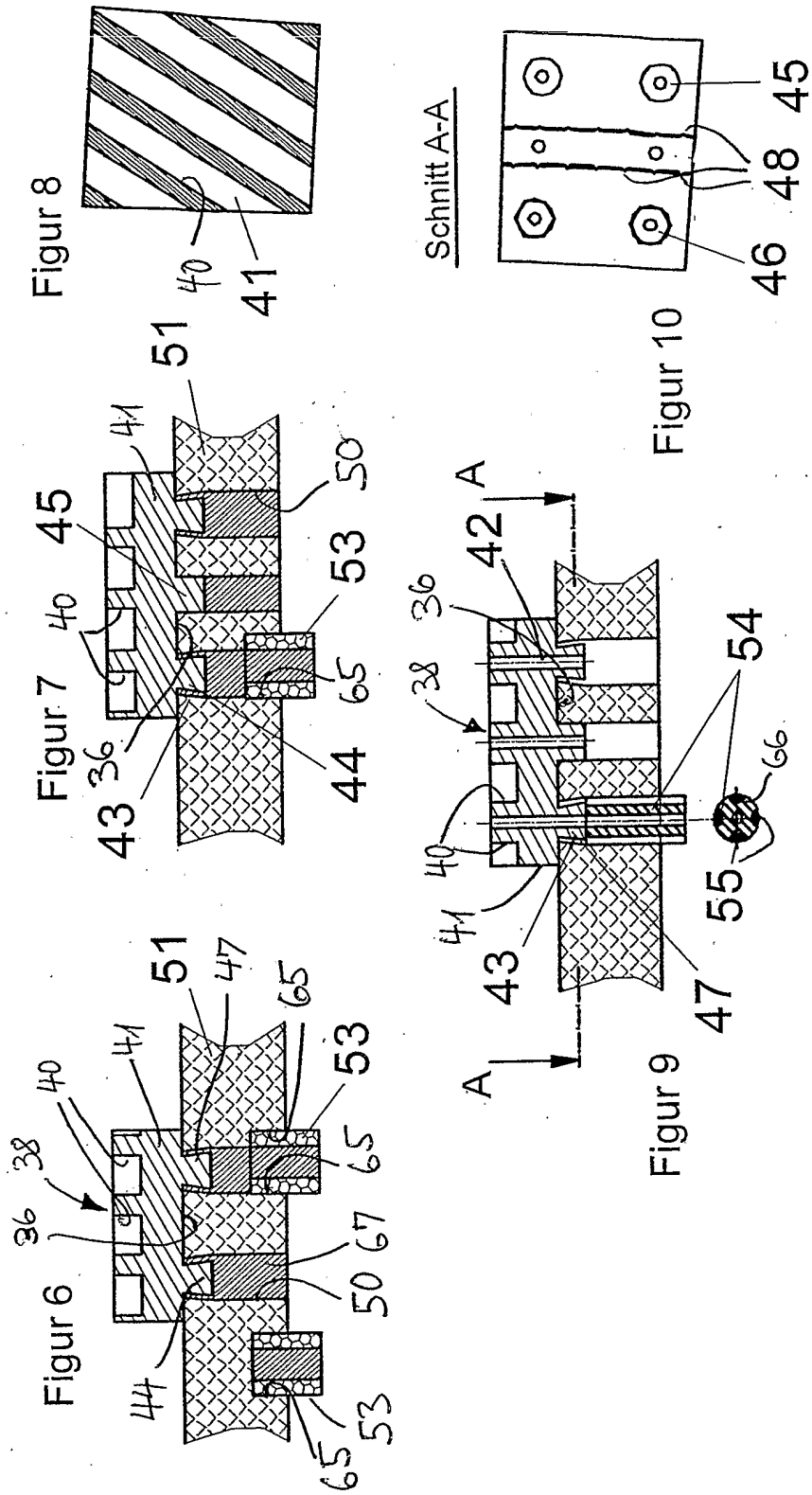
Figure 1



3/7



Figur 5



Figur 11

