



(11) **EP 2 218 506 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**18.08.2010 Patentblatt 2010/33**

(51) Int Cl.:  
**B02C 13/28 (2006.01) B02C 18/06 (2006.01)**  
**B02C 18/18 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **10001175.8**

(22) Anmeldetag: **05.02.2010**

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

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

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

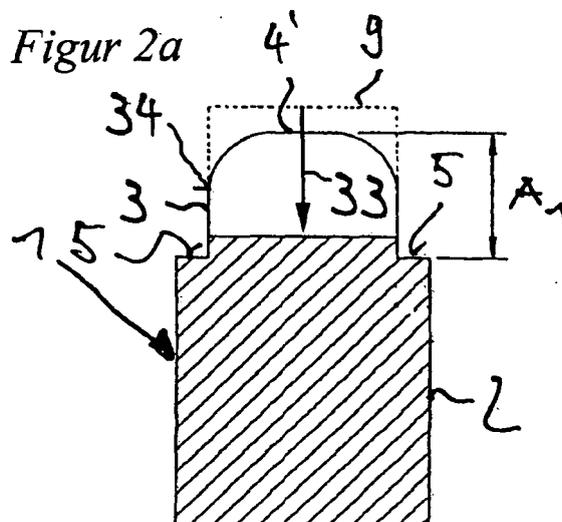
(30) Priorität: **12.02.2009 DE 102009008642**

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

(54) **Zerkleinerungswerkzeug und Zerkleinerungsvorrichtung mit einem solchen Zerkleinerungswerkzeug sowie Verfahren zur Ermittlung des Verschleißzustandes eines solchen Zerkleinerungswerkzeugs**

(57) Die Erfindung betrifft die Ermittlung des Verschleißzustandes von Zerkleinerungswerkzeugen und umfasst somit ein Zerkleinerungswerkzeug (1, 10, 20), eine Zerkleinerungsvorrichtung mit einem solchen Zerkleinerungswerkzeug (1, 10, 20) und ein entsprechendes Verfahren. Der Grundgedanke der Erfindung besteht dabei darin, an dem Zerkleinerungswerkzeug (1, 10, 20) eine Bezugsfläche (5, 15, 25) vorzusehen, von der aus der Abstand  $A_0$ ,  $A_1$  zu den wirksamen Kanten (4, 14, 24)

des Zerkleinerungswerkzeugs (1, 10, 20) ermittelt werden kann. Das Maß des Verschleißes ergibt sich dann aus einem Vergleich des ursprünglichen Abstandes  $A_0$  beim unverbrauchten Zerkleinerungswerkzeug mit dem verschleißbedingt verringerten Abstand  $A_1$  nach einer gewissen Einsatzdauer. Damit wird der Vorteil erreicht, dass der Verschleißzustand unabhängig vom allgemeinen Verschleiß der Zerkleinerungsvorrichtung ermittelt werden kann. Eine dadurch bedingte Verfälschung des Messergebnisses ist somit ausgeschlossen.



**EP 2 218 506 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Zerkleinerungswerkzeug für eine ein Rotor-Stator-System oder Rotor-Rotor-System aufweisende Zerkleinerungsvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, eine solche Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 8 sowie ein Verfahren zur Ermittlung des Verschleißzustands eines Zerkleinerungswerkzeugs mit den Merkmalen des Patentanspruchs 12.

**[0002]** Zum Gebiet der mechanischen Verfahrenstechnik gehört unter anderem die Umwandlung von Stoffen in ein Zwischen- oder Endprodukt und somit auch das Zerkleinern von Stoffen. Unter die Gattung dazu geeigneter Zerkleinerungsmaschinen fallen auch Vorrichtungen mit einem Rotor-Stator-System oder Rotor-Rotor-System. Deren Rotoren sind mit Zerkleinerungswerkzeugen besetzt, die im Zuge der Rotation an den Werkzeugen eines Stators oder zweiten Rotors vorbeigeführt werden und das Aufgabegut im Zusammenspiel mit diesen zerkleinern. Als Zerkleinerungswerkzeuge sind beispielsweise Scherwerkzeuge, Messer, Hämmer und dergleichen bekannt.

**[0003]** Beim Betrieb solcher Vorrichtungen sind die Zerkleinerungswerkzeuge starker mechanischer Beanspruchung ausgesetzt, die je nach Art des Aufgabeguts einen mehr oder minder starken Verschleiß verursacht. Mit zunehmendem Verschleiß ändert sich auch die Geometrie der Zerkleinerungswerkzeuge und damit die Wirksamkeit der Zerkleinerung. Auf Grund der damit verbundenen Abweichungen von den optimalen Ausgangsbedingungen leidet die Qualität des Endprodukt, das in seiner Form, Größe und Oberflächenbeschaffenheit von den Soll-Vorgaben abweicht oder aus dem Toleranzbereich fallenden Schwankungen unterworfen ist. Zudem steigt mit zunehmendem Verschleiß der Zerkleinerungswerkzeuge auch der Energieverbrauch und die Wärmeentwicklung innerhalb der Vorrichtung.

**[0004]** Um diesen Nachteilen vorzubeugen ist es daher notwendig, in vorgegebenen Zeitintervallen das Verschleißmaß der Zerkleinerungswerkzeuge zu überprüfen. Der exakten Ermittlung des aktuellen Verschleißzustandes der Zerkleinerungswerkzeuge kommt somit eine große Bedeutung zu.

**[0005]** In der Praxis geschieht dies nicht selten lediglich durch eine visuelle Überprüfung ohne Einsatz weiterer Hilfsmittel. Die Genauigkeit der dabei gewonnenen Erkenntnisse lässt erwartungsgemäß zu wünschen übrig. Daneben ist es üblich, den Abstand der Rotorwerkzeuge zum Stator, also die Weite des Arbeitsspalts, mit Hilfe eines Meterstabs zu ermitteln. Mit zunehmendem Verschleiß vergrößert sich dieser Abstand, der somit ein Indikator für den Verschleißzustand der Zerkleinerungswerkzeuge ist. Eine solche Art der Verschleißermittlung birgt jedoch die Gefahr, dass sich bei vorhandenem Verschleiß des Stators die dortige Bezugsfläche verändert, was zu einem verfälschten Messergebnis führt.

**[0006]** Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe

der Erfindung darin, eine Möglichkeit zu schaffen, dauerhaft den Verschleiß an Zerkleinerungswerkzeugen zuverlässig, einfach und exakt zu bestimmen zu können.

**[0007]** Diese Aufgabe wird durch ein Zerkleinerungswerkzeug mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 8 und ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 12 gelöst.

**[0008]** Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

**[0009]** Die Erfindung basiert auf der Gegebenheit, dass bei anhaltendem Betrieb von mit gattungsgemäßen Zerkleinerungswerkzeugen ausgerüsteten Vorrichtungen sich der Abstand zwischen den wirksamen Kanten des Zerkleinerungsbereichs und dem Lagerbereich infolge Verschleißes zunehmend verringert, das Zerkleinerungswerkzeug in dieser Richtung also kürzer wird. Nur ein Verschleiß in dieser Richtung, der die Hauptverschleißrichtung definiert, wirkt sich auf die Spaltweite zum Stator oder benachbarten Rotor aus und beeinträchtigt folglich die Qualität der Zerkleinerung.

**[0010]** Die wirksamen Kanten im Sinne der Erfindung werden dabei von den Punkten des Zerkleinerungsbereichs gebildet, die die geringste Spaltweite zum Stator definieren, das heißt also den größten Abstand zum Lagerbereich aufweisen.

**[0011]** Ausgehend von diesen Überlegungen besteht der Grundgedanke der Erfindung darin, die Bezugsfläche für eine Messlehre am Werkzeug selbst vorzusehen, so dass der Verschleiß am Rotor und/oder Stator ohne Einfluss auf das Messergebnis bleibt. Stattdessen ergibt sich das Verschleißmaß aus dem Abstand der wirksamen Kante senkrecht auf die Bezugsfläche. Dieser Abstand definiert die Abstandsrichtung, die gemäß der Erfindung parallel zur Hauptverschleißrichtung ist. In einer einfachen vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist hierzu vorgesehen, dass mindestens eine Umfangsseite des Zerkleinerungswerkzeuges oberhalb der Bezugsfläche plan ausgebildet und die Bezugsfläche an dieser Seite angeordnet ist. Dadurch kann die Messlehre durch vollflächiges Anliegen an der planen Seite und Anschlagen an der Bezugsfläche einfach und präzise in Messposition gebracht werden.

**[0012]** In Weiterbildung der Erfindung ist eine den Umfang des Zerkleinerungswerkzeuges umlaufende Bezugsfläche vorgesehen oder auch Bezugsflächen an sich gegenüberliegenden Seiten des Zerkleinerungswerkzeuges, die sich vorzugsweise über die gesamte Seitenlänge erstrecken. Vor allem bei Zerkleinerungswerkzeugen mit langen sich über die gesamte Arbeitsbreite der Vorrichtung erstreckenden wirksamen Kanten ergibt sich dabei der Vorteil, dass der Verschleißzustand über den gesamten Verlauf der wirksamen Kante ermittelt werden kann.

**[0013]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist die Bezugsfläche von einem über den Außenumfang des Zerkleinerungswerkzeuges überstehenden Vorsprung oder Ansatz gebildet, was durch eine

schlankere Form des Zerkleinerungsbereichs gegenüber dem Lagerbereich erreicht werden kann. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass die Bezugsfläche gut zugänglich ist, was den Messvorgang erleichtert.

**[0014]** Daneben liegen im Rahmen der Erfindung auch Ausführungsformen, bei denen zur Bildung von Bezugsflächen ein Rücksprung oder eine Nut am Außenumfang des Zerkleinerungswerkzeugs vorgesehen ist. Vor allem in Verbindung mit starkem Verschleiß verursachendem Aufgabegut besitzen solche Ausführungsformen den Vorteil, dass die Bezugsfläche dauerhaft geschützt ist und daher über die gesamte Lebensdauer eines Zerkleinerungswerkzeugs unverändert bleibt.

**[0015]** Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Zerkleinerungswerkzeuge befindet sich die Bezugsfläche an der Seite des Zerkleinerungswerkzeugs, die beim Betrieb einer Zerkleinerungsvorrichtung im Strömungsschatten liegt, das heißt die in Rotationsrichtung rückwärtige Seite des Zerkleinerungswerkzeugs, und daher naturgemäß einem geringeren Verschleiß unterworfen ist.

**[0016]** Das gleiche Ziel verfolgt eine Ausführungsform der Erfindung, bei der die Bezugsfläche verglichen mit der Oberfläche des Rotors beziehungsweise der Werkzeugaufnahme im Rotor bündig oder sogar leicht tiefer liegt. Somit ist auch hier die Bezugsfläche vor einer überproportional starken mechanischen Beanspruchung im Zuge der Zerkleinerung des Aufgabeguts geschützt.

**[0017]** Die Erfindung wird nachstehend anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

**[0018]** Es zeigt

die Fig. 1a und b einen Schnitt und eine Seitenansicht eines unverbrauchten Zerkleinerungswerkzeugs in Form eines Schermessers,

die Fig. 2a und b einen Querschnitt und eine Seitenansicht des in den Fig. 1a und b gezeigten Werkzeugs mit Verschleiß,

die Fig. 3a und b den Vorgang der Verschleißermittlung bei dem in den Fig. 2a und b gezeigten Zerkleinerungswerkzeug,

die Fig. 4a und b eine Seitenansicht und einen Schnitt eines unverbrauchten Zerkleinerungswerkzeugs in Form eines Hammers,

die Fig. 5a und b eine Seitenansicht und einen Schnitt des in den Fig. 4a und b gezeigten Werkzeugs mit Verschleiß,

Fig. 6 den Vorgang der Verschleißermittlung bei dem in den Fig. 5a und b gezeigten Zerkleinerungswerkzeug,

die Fig. 7a und b einen Schnitt und eine Seitenan-

sicht eines unverbrauchten Zerkleinerungswerkzeugs in Form eines Messers,

die Fig. 8a und b einen Schnitt und eine Seitenansicht des in den Fig. 7a und b dargestellten Zerkleinerungswerkzeugs mit Verschleiß und

die Fig. 9a bis c Querschnitte weiterer Ausführungsformen erfindungsgemäßer Zerkleinerungswerkzeuge.

**[0019]** Die Fig. 1a bis 2b zeigen ein Zerkleinerungswerkzeug 1 in Form eines Scherwerkzeugs. Das Zerkleinerungswerkzeug 1 dient der groben Zerkleinerung von Aufgabegut aller Art, beispielsweise von Altholz, Altteilen, Elektronikschrott, Kabelreste und dergleichen. Eine Vorrichtung, in der solche Zerkleinerungswerkzeuge 1 zur Anwendung kommen können, ist beispielsweise in der DE 10 2006 056 542 beschrieben. Dort sind auch Statorwerkzeuge offenbart, die den erfindungsgemäßen Zerkleinerungswerkzeugen unter Einhaltung eines radialen Arbeitsspalts gegenüberliegen. Die Zerkleinerung zwischen den Statorwerkzeugen und den Zerkleinerungswerkzeugen 1 erfolgt hauptsächlich im Wege des Scherens, Reißens und Quetschens. Die damit einhergehenden hohen Kräfte bedingen einen hohen Verschleiß.

**[0020]** Das in den Fig. 1a und b gezeigte Zerkleinerungswerkzeug 1 besitzt einen quaderförmigen Grundkörper 2, der den Lagerbereich zur Einspannung in einer komplementär geformten, mit dem Bezugszeichen 27 angedeuteten Aufnahme im Rotor verkörpert. An der Oberseite des Grundkörpers 2 schließt monolithisch der bei der Zerkleinerung aktive Zerkleinerungsbereich in Form einer Scherleiste 3 mit wellenförmig verlaufenden wirksamen Kanten 4 an.

**[0021]** Wie vor allem aus dem Schnitt hervorgeht, weist die Scherleiste 3 zwei planparallele Seiten 34 auf, die gegenüber dem Grundkörper 2 nach Innen versetzt sind. Dadurch bildet der Grundkörper 2 beidseitig über die gesamte Längserstreckung verlaufende Vorsprünge am Außenumfang des Zerkleinerungswerkzeugs 1 aus, die jeweils die Bezugsfläche 5 ergeben und planparallel zur durch das Ende der Zerkleinerungswerkzeuge 1 festgelegten Ebene verlaufen. Der senkrechte Abstand  $A_0$  der wirksamen Kanten 4 auf die Bezugsflächen 5 definiert das Soll-Maß bei unverbrauchten Zerkleinerungswerkzeugen 1.

**[0022]** Die Fig. 2a und b stellen das gleiche Zerkleinerungswerkzeug 1 nach seinem Einsatz in einer Zerkleinerungsvorrichtung dar und zeigen somit den Verschleißzustand. Zur Verdeutlichung des Ausgangszustandes ist dieser mit der punktierten Linie 9 wiedergegeben. Man sieht, dass die Höhe der Scherleiste 3 kürzer geworden ist und sich damit auch die Lage der wirksamen Kante 4' verändert hat. Aufgrund des Einsatzes des Zerkleinerungswerkzeugs 1 im Reversierbetrieb des Rotors ergibt sich ein im Querschnitt symmetrisches Ver-

schleißbild. Das Verschleißmaß entspricht der Differenz zwischen dem Abstand  $A_0$  im unverbrauchten Zustand und dem Abstand  $A_1$  im Verschleißzustand. Die Hauptverschleißrichtung ist mit dem Pfeil 33 angegeben.

**[0023]** Die Ermittlung des Abstandes  $A_1$  ist in den Figuren 3a und b dargestellt. Dazu wird eine zur Erfindung gehörige Messlehre 6, bestehend im wesentlichen aus einer flachen ebenen Leiste mit einer Anschlagkante 7 und Markierungen 8 an der dem Werkzeug 1 zugewandten Seite 34 an die Bezugsfläche 5 und vollflächig an die plane Seite angelegt. Die Markierungen geben den senkrechten Abstand der wirksamen Kante 4' auf die Bezugsfläche 5 wieder. Durch visuelles Ablesen durch das Wartungspersonal kann an der Markierung 8 somit das Maß der Verkürzung und damit der Verschleiß abgelesen werden.

**[0024]** Die Fig. 4a bis 5b zeigen die Erfindung am Beispiel eines Zerkleinerungswerkzeugs 10 in Form eines Hammers. Derartige Zerkleinerungswerkzeuge 10 dienen beispielsweise dem Aufschluss faserhaltigen Materials in Hammermühlen. Eines solche Anwendung ist beispielsweise in der EP 0 019 542 A1 beschrieben. Der mit den Zerkleinerungswerkzeugen 10 zusammenwirkende Stator wird bei solchen Vorrichtungen üblicherweise von einem zylindrischen Sieb gebildet, das den Rotor unter Einhaltung eines Arbeitsspalts coaxial umgibt.

**[0025]** In den Fig. 4a und b ist das Zerkleinerungswerkzeug 10 im unverbrauchten Zustand gezeigt. Das Zerkleinerungswerkzeug 10 besitzt plattenförmige Gestalt mit einem Lagerbereich 11, in den eine Bohrung 12 zur pendelnden Aufhängung des Zerkleinerungswerkzeugs 10 in einem Rotor eingebracht ist. Nach außen schließt sich an den Lagerbereich 11 der bei der Zerkleinerung aktive Zerkleinerungsbereich 13 an, dessen beide sich gegenüberliegende planparallele Seiten 34 mit einer wirksamen Kante 14 enden. Aufgrund unterschiedlicher Dicken im Übergangsbereich entsteht ein einseitiger Vorsprung des Lagerbereichs 11 über den Zerkleinerungsbereich 13, der zur Bildung einer Bezugsfläche 15 führt. Der senkrechte Abstand  $A_0$  der wirksamen Kante 14 auf die Bezugsfläche 15 definiert die Abstandsrichtung und stellt wiederum das für ein unverbrauchtes Zerkleinerungswerkzeug 10 charakteristische Soll-Maß dar.

**[0026]** Der Zustand des Zerkleinerungswerkzeugs 10 nach dessen Einsatz in einer Zerkleinerungsvorrichtung ist wiederum in den Fig. 5a und b dargestellt, wobei die punktierte Linie 16 einen Vergleich mit dem Ausgangszustand ermöglicht. Die Fig. 5a und b zeigen, dass die Höhe des Zerkleinerungsbereichs 13 verschleißbedingt abgenommen und damit die Lage der wirksamen Kante 14' näher an den Lagerbereich 11 gerückt ist. Der vorhandene Verschleiß ergibt sich wiederum aus der Differenz des Ausgangsabstandes  $A_0$  und des Abstandes  $A_1$ .

**[0027]** Fig. 6 macht den Vorgang der Verschleißermittlung deutlich. Auch hier wird eine plattenförmige Messlehre 17 mit ihrer Anschlagkante 18 an die Bezugsfläche 15 und gleichzeitig vollflächig an die plane Seitenfläche 34 angelegt, wobei die an der ebenfalls planen Seiten

angebrachten Markierungen 19 zum Werkzeug 10 hin weisen. Wie schon im zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel kann dann visuell der aktuelle senkrechte Abstand der wirksamen Kante 14' zur Bezugsfläche 15 ermittelt und damit das Ausmaß des Verschleißes in Hauptverschleißrichtung 33 bestimmt werden.

**[0028]** Ein weiteres die Erfindung nicht abschließendes Ausführungsbeispiel geht aus den Fig. 7a bis 8b hervor, die ein Zerkleinerungswerkzeug 20 in Form eines Messers zeigen. Ein solches Zerkleinerungswerkzeug 20 dient der spanenden oder hackenden Zerkleinerung von Aufgabegut, beispielsweise von Holz und findet in Messerwellenzerspanern oder Schneidmühlen Verwendung, wie beispielsweise in der DE 2 360 003 A1 offenbart. Die Statorwerkzeuge werden hier von Gegenmessern gebildet.

**[0029]** Die Fig. 7a und b spiegeln den unverbrauchten Zustand des Zerkleinerungswerkzeugs 20 wider. Man sieht einen Lagerbereich 21, der zur starren Einspannung in einer Messerwelle bestimmt ist. Mit Hilfe von Langlöchern 22 im Lagerbereich 21 kann das Werkzeug 20 verstellt und so die Lage des Schneidenflugkreises eingestellt werden. An den Lagerbereich 21 schließt monolithisch der bei der Zerkleinerung aktive Zerkleinerungsbereich 23 an, der mit einer hinterschnittenen wirksamen Kante 24 endet. Unterschiedliche Dicken des Lagerbereichs 21 und Zerkleinerungsbereichs 23 führen zu einem Überstand des Lagerbereichs 21 im Übergangsbereich. Dadurch wird im vorliegenden Beispiel an einer der beiden planparallelen Seitenflächen 34 eine Bezugsfläche 25 erzeugt. Das Soll-Maß für die Lage der wirksamen Kante 24 ergibt sich auch hier aus dem senkrechten Abstand  $A_0$  der wirksamen Kante 24 auf die Bezugsfläche 25.

**[0030]** Die Fig. 8a und b geben den sich im Laufe des Zerkleinerungsbetriebs einstellenden Verschleißzustand wieder. Durch den allmählichen Verschleiß nimmt die Höhe des Zerkleinerungsbereichs 23 gegenüber dem unverbrauchten Ausgangszustand (punktierte Linie 26) ab, was zu einer Verringerung des Abstandes  $A_1$  zwischen der wirksamen Kante 24' und der Bezugsfläche 25 in Hauptverschleißrichtung 33 führt. Die Ermittlung des aktuellen Abstandes  $A_1$  erfolgt analog der und den Fig. 1 bis 6 beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung, so dass das dort Gesagte gilt. Der sich ergebende Verschleiß wird auch hier durch Differenzbildung aus dem Abstand  $A_0$  und dem Abstand  $A_1$  errechnet.

**[0031]** Bei den in den Figuren 1a bis 8b dargestellten Ausführungsformen der Erfindung wird die Bezugsfläche jeweils von einem Vorsprung oder Absatz in der Seitenfläche des Zerkleinerungswerkzeugs gebildet. Dass die Erfindung nicht darauf beschränkt ist zeigen die Figuren 9a bis 9c am Beispiel einer bereits unter den Figuren 1 bis 3 beschriebenen Scherwerkzeugs 1. Die in Figur 9a dargestellte Ausführungsform des Scherwerkzeugs 1 besitzt zumindest an einer Seite, vorzugsweise an zwei sich gegenüberliegenden Seiten, jeweils einen Ansatz 28, wobei sowohl an dessen Oberseite 29 als auch an

dessen Unterseite 30 eine Messlehre angeschlagen werden kann; die Bezugsfläche 5 kann also von der Oberseite 29 und/oder der Unterseite 30 des Ansatzes 28 gebildet sein. Eine dazu passende Messlehre kann dann eine zum Ansatz 28 komplementär geformte Längsnut aufweisen, die den Ansatz 28 formschlüssig aufnimmt.

**[0032]** Figur 9b zeigt ein Zerkleinerungswerkzeug 1, bei dem der Grundkörper 2 gegenüber dem Zerkleinerungsbereich 3 schmaler ausgestaltet ist. Auf diese Weise entsteht ein Rücksprung 31 in der Seitenfläche des Zerkleinerungswerkzeugs 1, der die erfindungsgemäße Bezugsfläche 5 bildet. Um eine Messlehre an der Bezugsfläche 5 anschlagen zu können, hintergreift eine geeignete Messlehre diesen Rücksprung 31.

**[0033]** Aus Figur 9c ist ersichtlich, dass die Bezugsflächen 5 auch durch Nuten 32 an den Seitenflächen der Zerkleinerungswerkzeuge 1 hergestellt sein können. Die von den Nutflanken gebildeten Bezugsflächen 5 sind von außen nur eingeschränkt zugänglich und daher vor mechanischer Beanspruchung, wie sie sich aus dem rauen Zerkleinerungsbetrieb ergibt, geschützt. Eine dazugehörige Messlehre kann dann eine komplementäre Formschlussleiste besitzen, die in die Nut 32 eingreift.

**[0034]** Es wird darauf hingewiesen, dass vorliegende Erfindung nicht auf die in den einzelnen Ausführungsformen beschriebenen Merkmalskombinationen beschränkt ist, sondern auch Kombinationen von Merkmalen unterschiedlicher Ausführungsformen in Rahmen der Erfindung liegen, auch wenn diese nicht ausdrücklich erwähnt sind.

## Patentansprüche

1. Zerkleinerungswerkzeug für eine ein Rotor-Stator-System oder ein Rotor-Rotor-System umfassende Zerkleinerungsvorrichtung, wobei das erste Ende des Zerkleinerungswerkzeugs (1; 10; 20) einen Lagerbereich (2; 11, 21) zu seiner Befestigung am Rotor bildet und das gegenüberliegende zweite Ende einen Zerkleinerungsbereich (3; 13; 23) mit mindestens einer wirksamen Kante (4; 14; 24) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Abstand von der mindestens einen wirksamen Kante (4; 14; 24) am Außenumfang des Zerkleinerungswerkzeugs (1; 10; 20) mindestens eine Bezugsfläche (5; 15; 25) angeordnet ist, wobei deren Abstand ( $A_0$ ,  $A_1$ ) zur mindestens einen wirksamen Kante (4; 14; 24) das Maß des Verschleißes bestimmt und wobei die Bezugsfläche (5; 15; 25) quer zur Abstandsrichtung verläuft.
2. Zerkleinerungswerkzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Außenumfang des Zerkleinerungswerkzeugs (1; 10; 20) im Bereich des Zerkleinerungsbereichs (3; 13; 23) mindestens eine plane Seitenfläche aufweist entlang der sich die Bezugsfläche (5; 15; 25) erstreckt.
3. Zerkleinerungswerkzeug nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Außenumfang des Zerkleinerungswerkzeugs (1; 10; 20) mindestens zwei sich gegenüberliegende Seiten aufweist, über die sich jeweils eine Bezugsfläche (5; 15; 25) erstreckt.
4. Zerkleinerungswerkzeug nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Bezugsfläche (5; 15; 25) über den gesamten Außenumfang des Zerkleinerungswerkzeugs (1; 10; 20) erstreckt.
5. Zerkleinerungswerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bezugsfläche (5; 15; 25) von einem über den Außenumfang des Zerkleinerungswerkzeugs (1; 10; 20) überstehenden Vorsprung oder Ansatz gebildet ist.
6. Zerkleinerungswerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bezugsfläche (5; 15; 25) von einem Rücksprung oder einer Nut am Außenumfang des Zerkleinerungswerkzeugs (1; 10; 20) gebildet ist.
7. Zerkleinerungswerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zerkleinerungswerkzeug (1; 10; 20) von einer Scherleiste, Pralleiste, einem Messer, Schlegel oder Hammer gebildet ist.
8. Vorrichtung zum Zerkleinern von Aufgabegut mit einem innerhalb eines Gehäuses angeordneten Rotor-Stator-System oder Rotor-Rotor-System, insbesondere Hammermühle, Schneidmühle, Prallmühle oder Shredder, dessen mindestens einer Rotor umfangseitig mit Zerkleinerungswerkzeugen (1; 10; 20) ausgerüstet ist, wobei die Zerkleinerungswerkzeuge (1; 10; 20) jeweils einen radial innen liegenden Lagerbereich (2; 11, 21) besitzen, mit dem sie in Aufnahmen (27) am Rotor befestigt sind und einen radial außen liegenden Zerkleinerungsbereich (3; 13; 23), dessen wirksame Kanten (4; 14; 24) auf einem Flugkreis liegen und zur Ausführung der Zerkleinerungsarbeit mit dem Stator zusammenwirken, **gekennzeichnet durch** Zerkleinerungswerkzeuge (1; 10; 20) gemäß einem der Patentansprüche 1 bis 7.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bezugsfläche (5; 15; 25) bündig mit dem Außenumfang des Rotors oder der Werkzeugaufnahme (27) verläuft oder demgegenüber radial nach innen zur Rotorachse hin versetzt ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bezugsfläche (5; 15; 25) des Zerkleinerungswerkzeug (1; 10; 20) bezogen auf die Drehrichtung des Rotors an der im Strömungsrichtung

mungsschatten liegenden Seite der Zerkleinerungswerkzeugs (1; 10; 20) angeordnet ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bezugsfläche (5; 15; 25) in einer Lotebene zu einem Radialstrahl auf die Rotationsachse des Rotors liegt. 5
12. Verfahren zur Ermittlung des Verschleißzustandes der Zerkleinerungswerkzeuge (1; 10; 20) einer ein Rotor-Rotor-System oder Rotor-Stator-System aufweisenden Zerkleinerungsvorrichtung, **gekennzeichnet durch** folgende Verfahrensschritte: 10
- a) Vorsehen einer senkrecht zur Hauptverschleißrichtung (33) verlaufenden Bezugsfläche (5; 15; 25) an mindestens einer Seite (34) des Zerkleinerungswerkzeugs (1; 10; 20), 15
  - b) Anlegen einer Messlehre an der Bezugsfläche (5; 15; 25) und parallel zur Hauptverschleißrichtung (33), 20
  - c) Ermitteln des Verschleißmaßes.

25

30

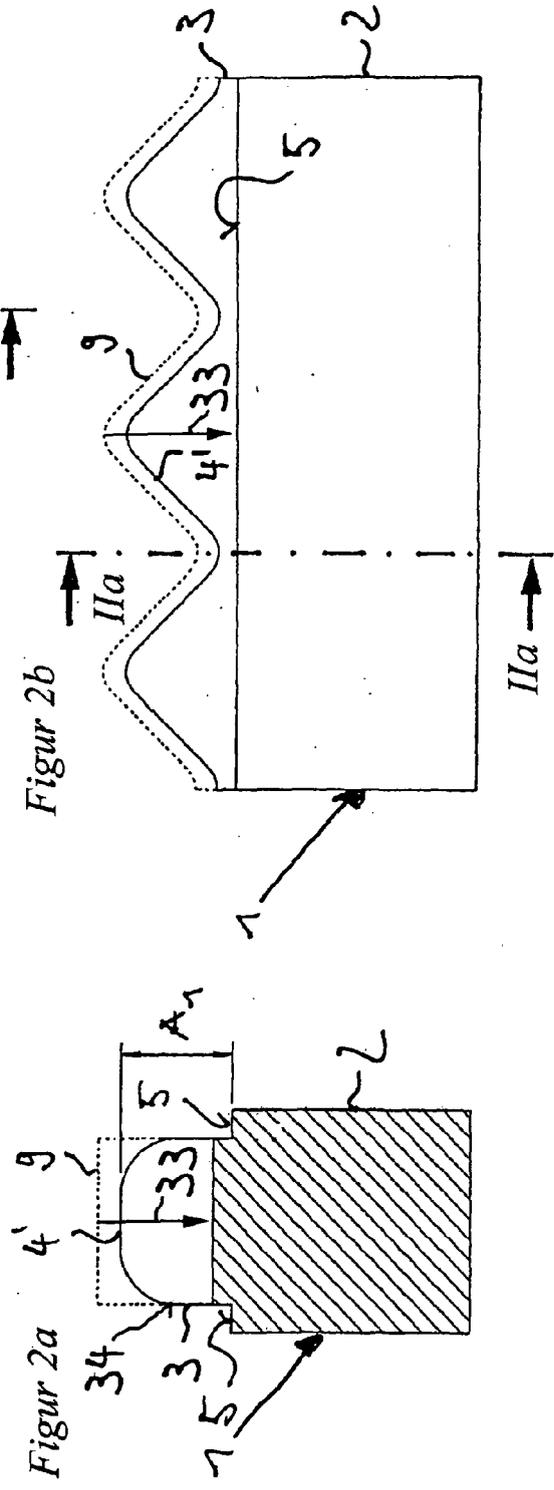
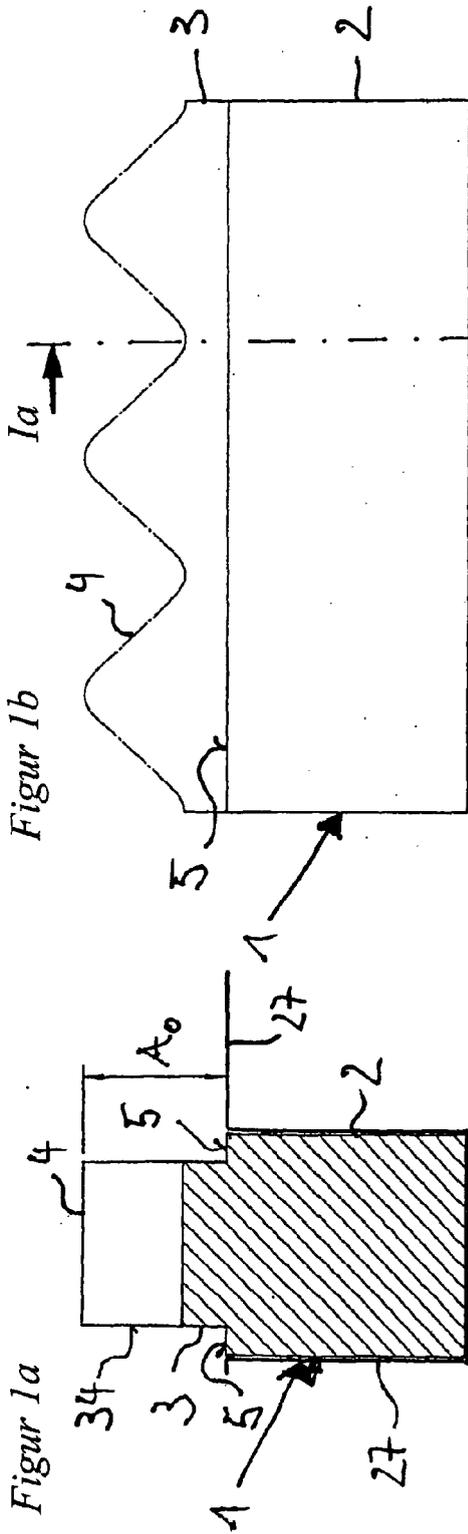
35

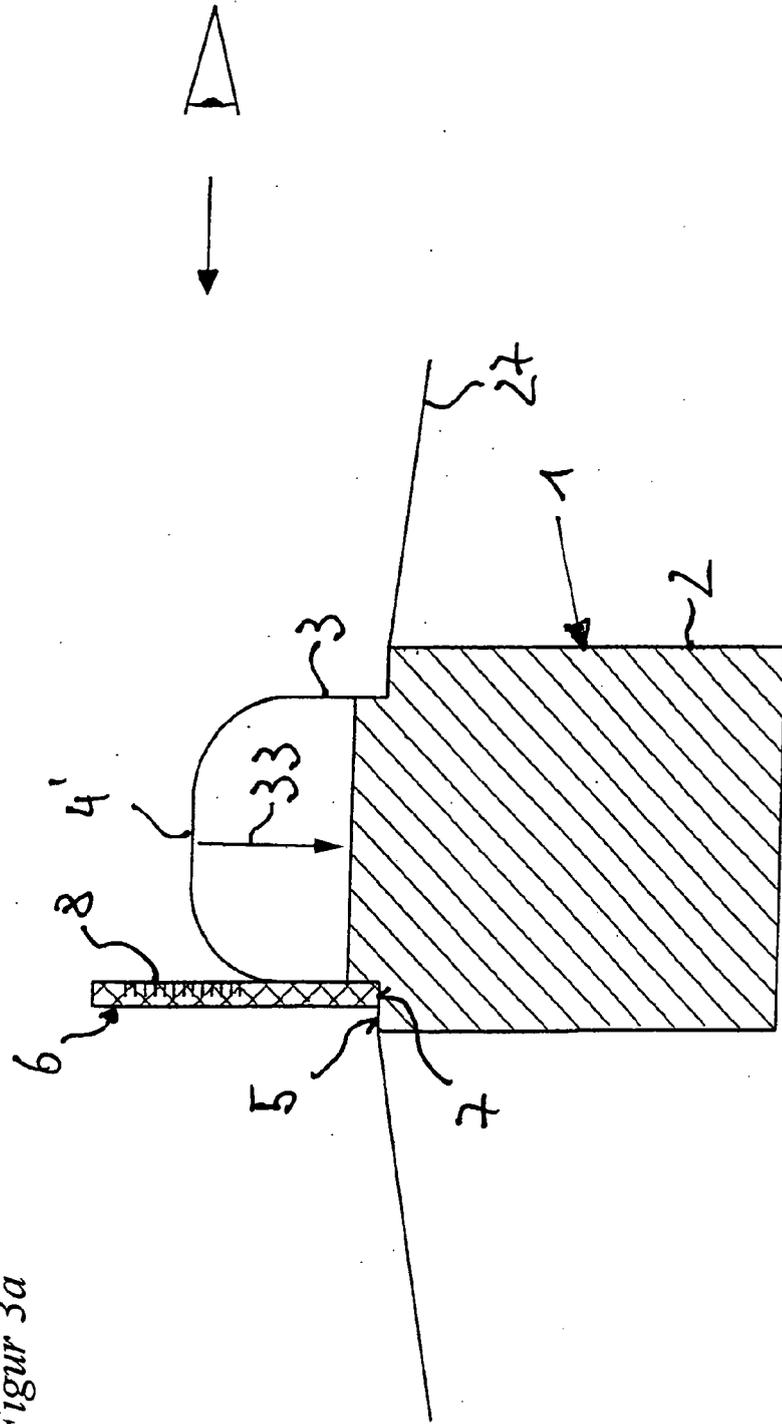
40

45

50

55





Figur 3a

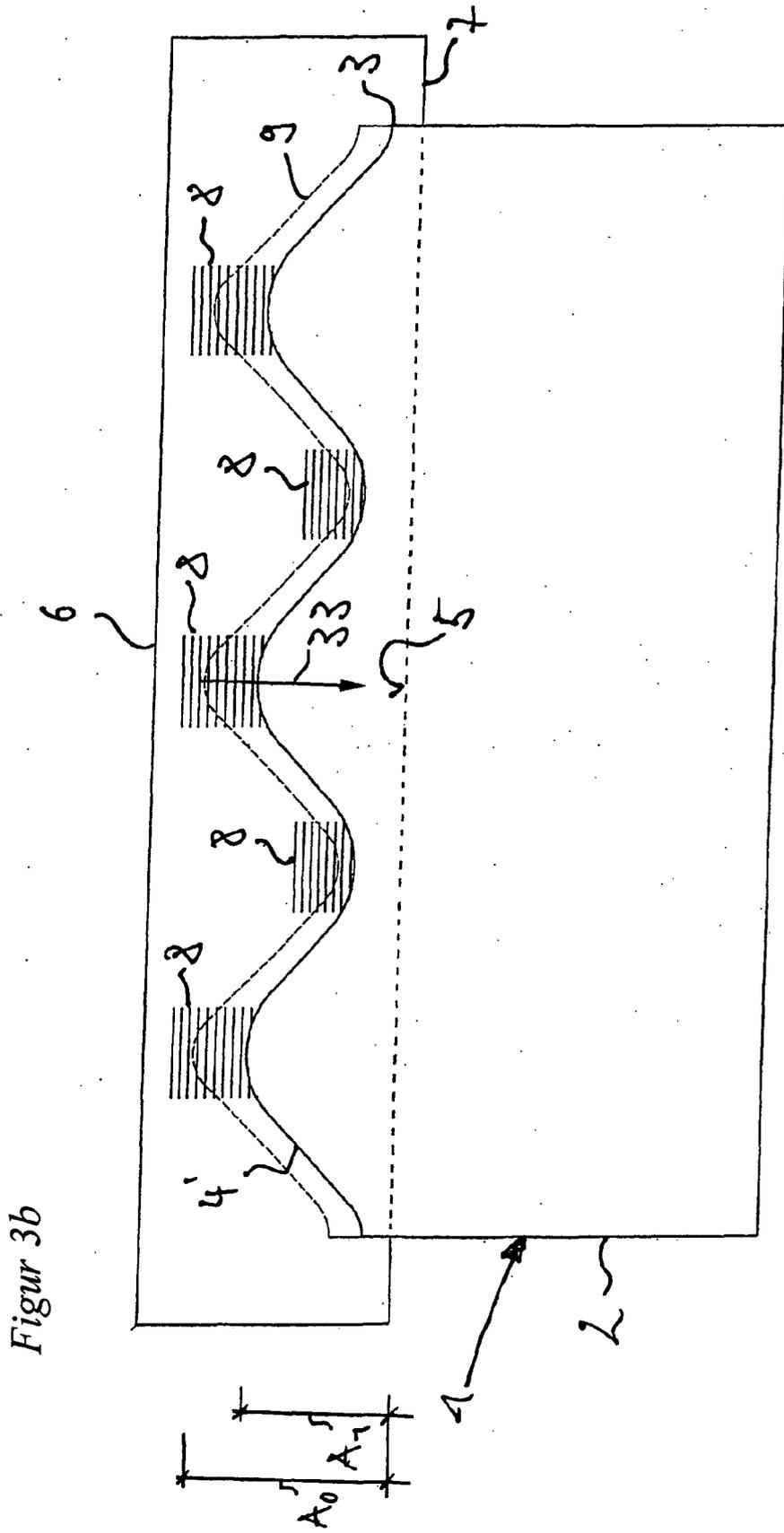
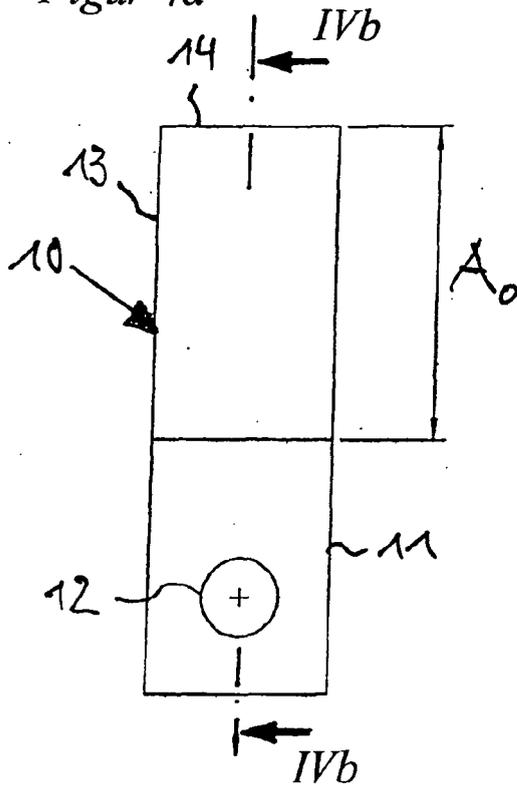
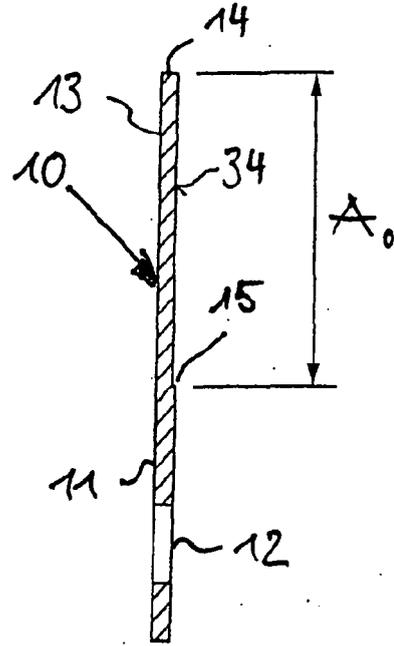


Figure 3b

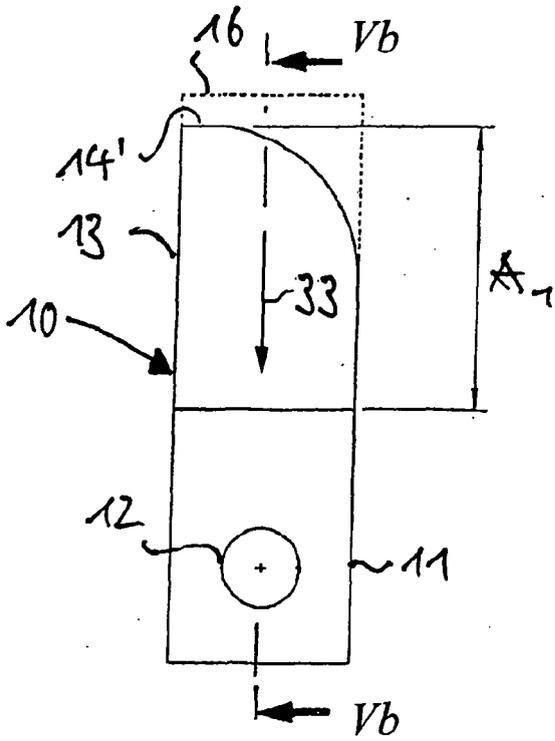
Figur 4a



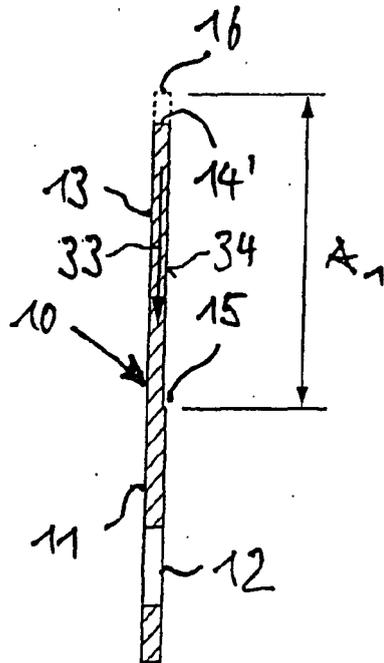
Figur 4b



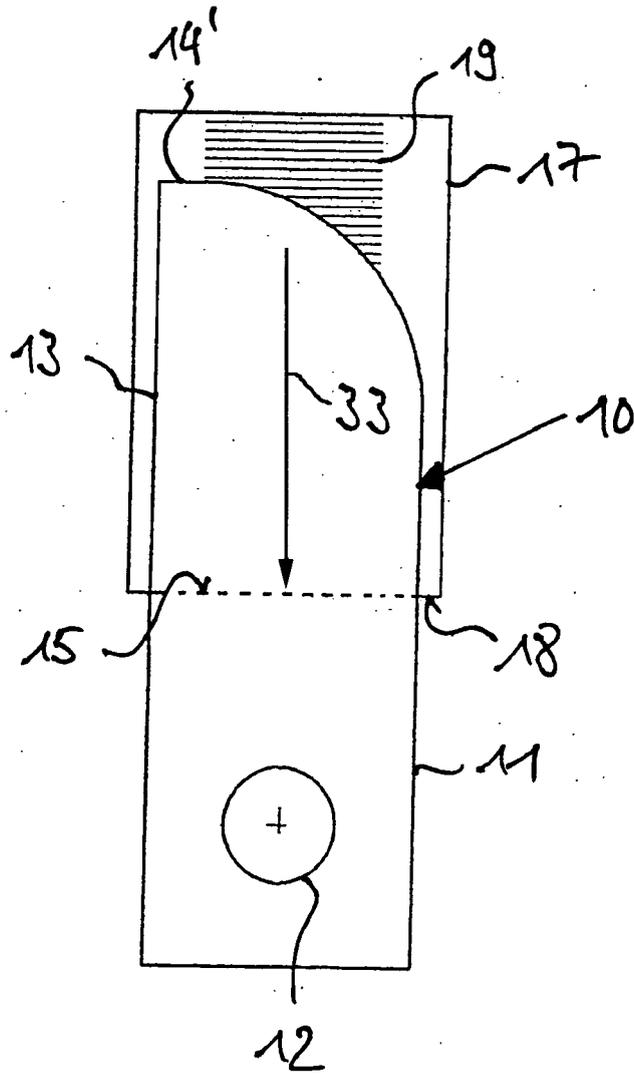
Figur 5a

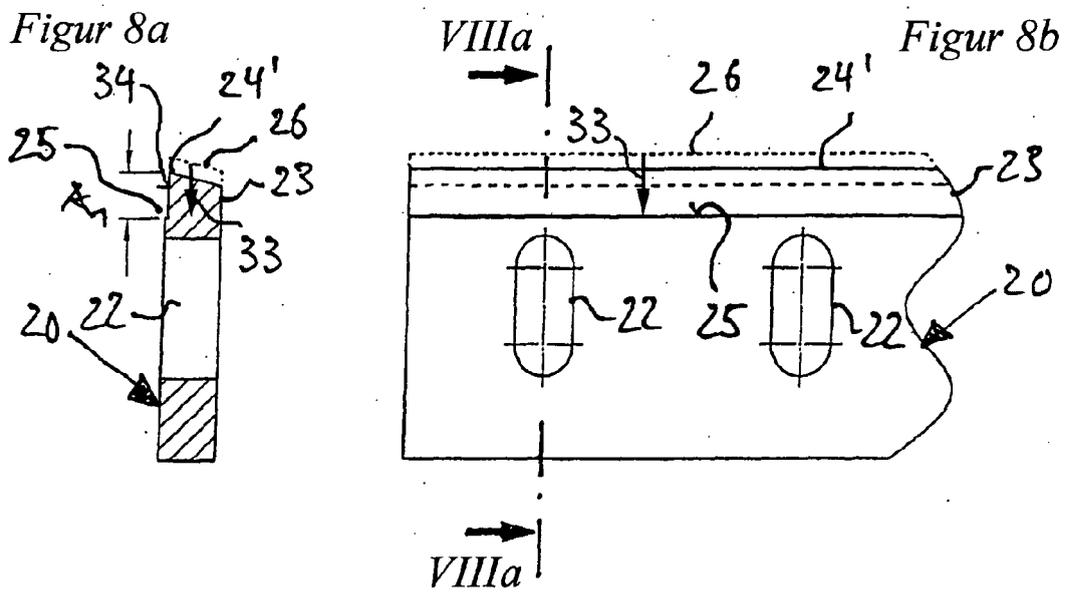
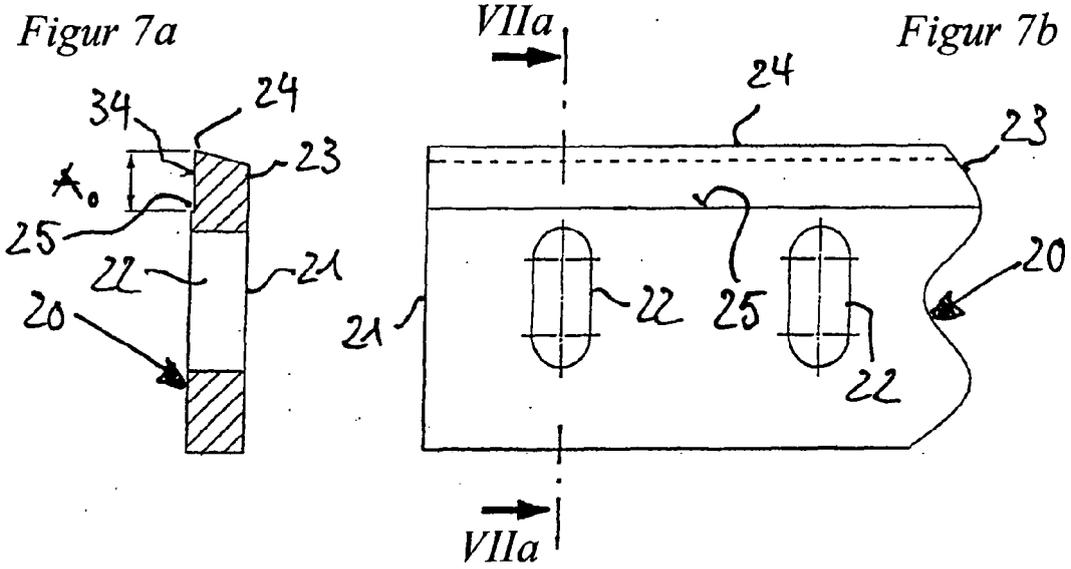


Figur 5b

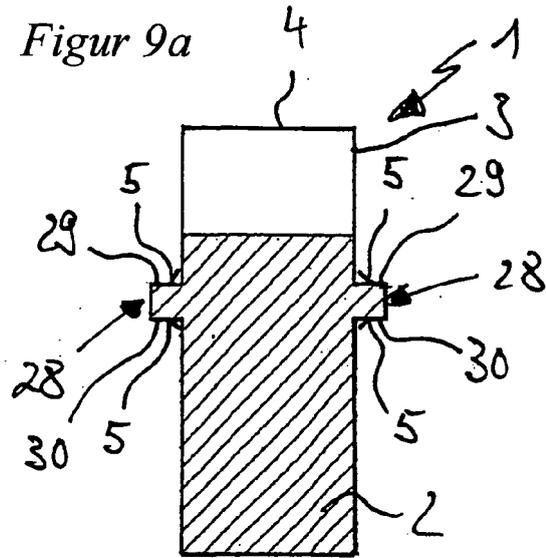


Figur 6

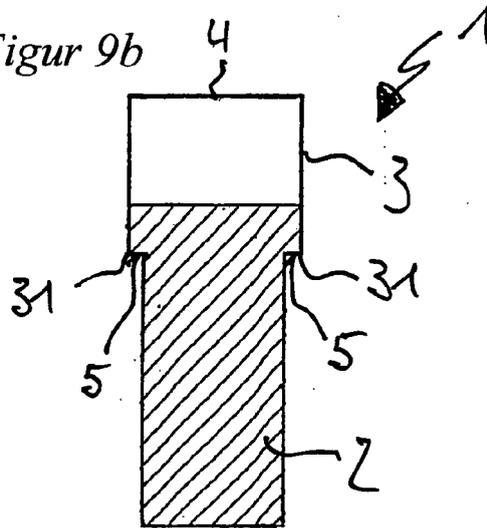




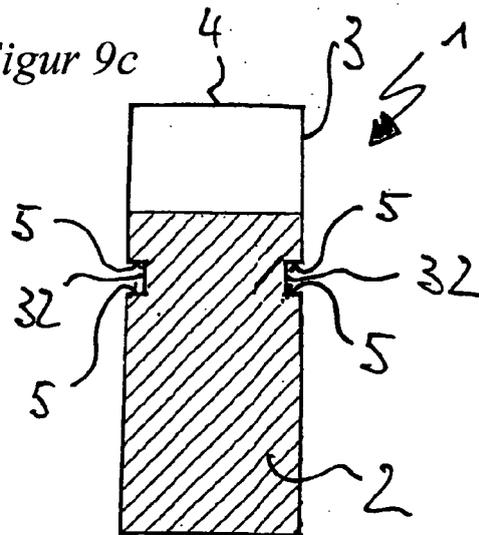
Figur 9a



Figur 9b



Figur 9c



**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 102006056542 [0019]
- EP 0019542 A1 [0024]
- DE 2360003 A1 [0028]