(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 364 813 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.09.2011 Patentblatt 2011/37

(51) Int Cl.:
B24B 33/08 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **11001099.8**

(22) Anmeldetag: **10.02.2011**

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

(30) Priorität: **09.03.2010 DE 202010003782 U**

(71) Anmelder: **KADIA Produktion GmbH + Co.**
72622 Nürtingen (DE)

(72) Erfinder:
- **Wiederhold, Joachim**
  D-73614 Schorndorf (DE)
- **Klein, Henning**
  70178 Stuttgart (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte**
Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster & Partner
Kronenstrasse 30
70174 Stuttgart (DE)

(54) **Honwerkzeug**

(57) Ein Honwerkzeug hat einen rohrförmigen Werkzeugkörper (110), der mit einem Endabschnitt in einem Werkzeugschaft (120) befestigt ist und am gegenüberliegenden Endabschnitt einen Schneidbereich mit mindestens einer vom Inneren des Werkzeugkörpers nach außen durchgehenden Honleistenaufnahmeöffnung (140) zur Aufnahme einer Honleiste (150) hat. Die Dimensionen der Honleistenaufnahmeöffnung und der Honleiste sind derart aufeinander abgestimmt, dass die Honleiste radial beweglich sowie in Umfangsrichtung des Werkzeugkörpers im Wesentlichen spielfrei zwischen Begrenzungsflächen der Honleistenaufnahmeöffnung aufgenommen ist. Es ist eine zwischen der Honleiste und der Honleistenaufnahmeöffnung wirksame Spielausgleichseinrichtung (160) mit mindestens einem elastisch deformierbaren Stützelement (165) vorgesehen, welches sich im eingebauten Zustand der Honleiste einerseits an einer Seitenfläche (153) der Honleiste (150) und andererseits an einer der Seitenfläche gegenüberliegenden Begrenzungsfläche (143) der Honleistenaufnahmeöffnung mit einer Andruckkraft abstützt. Hierzu hat die Honleiste in einem zum Zusammenwirken mit der Honleistenaufnahmeöffnung (140) vorgesehenen Führungsabschnitt (155) an einer Seitenfläche (153) eine Ausnehmung (162), in der ein elastisch deformierbares Stützelement (165) angeordnet ist, das im entlasteten Zustand die Seitenfläche (153) der Honleiste überragt und das sich im eingebauten Zustand der Honleiste teilweise deformiert und an einer der Seitenfläche gegenüberliegenden Begrenzungfläche (143) der Honleistenaufnahmeöffnung mit einer Andruckkraft abstützt.

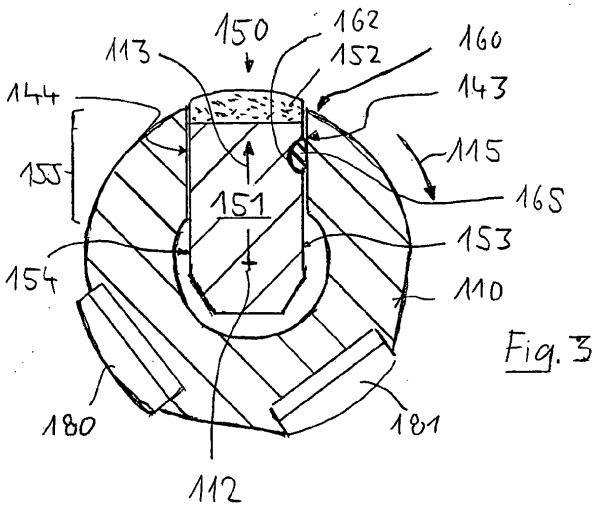

Fig. 3

EP 2 364 813 A2

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Honwerkzeug zum Bearbeiten zylindrischer Bohrungen gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie auf eine zur Herstellung eines solchen Honwerkzeugs verwenbare Honleiste gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 11.

[0002] Das Honen ist ein Zerspanungsverfahren mit geometrisch unbestimmten Schneiden, bei dem ein Honwerkzeug eine aus zwei Komponenten bestehende Schnittbewegung ausführt und eine ständige Flächenberührung zwischen einem oder mehreren Schneidstoffkörpern des Honwerkzeugs und der zu bearbeitenden Bohrungsinnenfläche vorliegt. Die Kinematik eines aufweitbaren Honwerkzeugs ist charakterisiert durch eine Überlagerung einer Drehbewegung, einer in Axialrichtung der Bohrung verlaufenden Hubbewegung und einer Zustellbewegung, die zu einer Veränderung des wirksamen Durchmessers des Honwerkzeuges führt. An der Bohrungsinnenfläche ergibt sich eine Oberflächenstruktur mit sich überkreuzenden Bearbeitungsspuren. Durch Honen endbearbeitete Oberflächen können extrem hohen Anforderungen bezüglich Maß- und Formtoleranzen genügen, so dass viele hoch belastete Gleitflächen in Motoren oder Motorbauteilen, z.B. Zylinderlaufflächen in Motorblöcken oder Bohrungsinnenflächen in Gehäusen von Einspritzpumpen, durch Honen bearbeitet werden.

[0003] Besonders bei der Bearbeitung von Bohrungen mit relativ kleinen Durchmessern, beispielsweise im Durchmesserbereich von 15 mm oder weniger, kommen Honwerkzeuge zum Einsatz, die einen rohrförmigen Werkzeugkörper haben, der mit einem Endabschnitt in einem Werkzeugschaft befestigt ist und am gegenüberliegenden Endabschnitt einen Schneidbereich mit mindestens einer vom Innern des Werkzeugkörpers nach außen durchgehenden Honteistenaufnahmeöffnung zur Aufnahme einer Honleiste haben. Der Werkzeugkörper dient dabei als Aufnahme für eine oder mehrere Honleisten und gleichzeitig als Führung für eine Zustellstange, die der radialen Zustellung der Honleisten dient. Der Werkzeugschaft dient einerseits zur Aufnahme des Werkzeugkörpers und andererseits zur Befestigung des Honwerkzeugs an der Arbeitsspindel einer Honmaschine.

[0004] Die Dimensionen der in der Regel rechteckförmigen Honleistenaufnahmeöffnung und die entsprechenden Querschnittsdimensionen der Honleiste sind derart aufeinander abgestimmt, dass die Honleiste radial beweglich und in Umfangsrichtung des Werkzeugkörpers im Wesentlichen spielfrei zwischen Begrenzungsflächen der Honleistenaufnahmeöffnung aufgenommen ist. In der Regel versucht man hierbei, durch exakte Bearbeitung der Begrenzungsflächen der Honleistenaufnahmeöffnung und der korrespondierenden Seitenflächen der Honleiste einen Schiebesitz zu realisieren, so dass sich die Honleiste per Hand gerade noch in die Honleistenaufnahmeöffnung einsetzen lässt und dort durch Haftreibungskräfte zwischen Seitenflächen der Honleiste und angrenzenden Begrenzungsflächen der Honleistenaufnahmeöffnung gehalten wird.

[0005] Die in das Innere des Werkzeugkörpers ragende Innenseite der Honleiste hat in der Regel eine Schrägfläche, die mit einer korrespondierenden Schrägfläche am Ende der Zustellstange nach Art eines Keilantriebs derart zusammenwirkt, dass eine axiale Verschiebung der Zustellstange zum spindelfernen Ende des Werkzeugkörpers eine radiale Verschiebung der Honleiste nach außen bewirkt. Die DE 299 21 053 U1 zeigt Beispiele derartiger Honwerkzeuge.

[0006] Honwerkzeuge dieser Art sind sehr zuverlässig und garantieren beste Bearbeitungsergebnisse. Nach längerer Nutzungsdauer können jedoch hin und wieder Honleistenschädigungen beobachtet werden, die zum Teil als einseitige Abnutzung des Schneidbelages erkennbar sind. In Einzelfällen wurde nach längerer Nutzungsdauer auch beobachtet, dass sich Honleisten in der Honleistenöffnung verklemmen können. Es kann auch vorkommen, dass Honleisten nach längerer Nutzungsdauer der Honwerkzeuge aus der Honleistenaufnahmeöffnung herausfallen, wenn das Honwerkzeug aus der bearbeiteten Bohrung herausgezogen wird. Um das Herausfallen von Honwerkzeugen zu verhindern, werden in machen Fällen sogenannte Leistenfangbuchsen verwendet. Dabei handelt es sich um im Wesentlichen hülsenförmige Bauteile, die am Werkzeugkörper oberhalb des Schneidbereichs gleitbeweglich geführt sind und sich aufgrund ihres Eigengewichtes über den Schneidbereich mit den Honleisten schieben, wenn das Honwerkzeug aus der Bohrung herausgezogen wird. Dadurch wird das Herausfallen von Honleisten verhindert und eventuelle Schwierigkeiten beim Einführen des Honwerkzeuges in die nächste zu bearbeitende Bohrung werden vermieden.

[0007] Das Gebrauchsmuster DE 296 16 300 zeigt ein Honwerkzeug, das eine Hemmeinrichtung bzw. eine Bremse zur Bewegungshemmung der Honleiste bei der radialen Zustellung aufweist, wobei die Hemmeinrichtung die Honleiste in der jeweils zugestellten Position festhält. Dadurch verharrt die Honleiste ohne Einwirkung des Zustellmechanismus in der jeweils erreichten Position. Bei einer Ausführungsform weist der Werkzeugschaft in einer Wandung einer schlitzförmigen Honleistenaufnahmeöffnung eine radial verlaufende und zur Außenseite des Werkzeugschafts offene Ausnehmung auf, in die ein Bremselement aus einem Elastomermaterial eingesetzt ist, das bei eingesetzter Honleiste reibschlüssig in Eingriff mit der Honleiste steht.

AUFGABE UND LÖSUNG

[0008] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein gattungsgemäßes Honwerkzeug bereitzustellen, das auch nach längerer Nutzungsdauer zuverlässig funktioniert und eine längere Nutzungsdauer als herkömmliche Honwerk-

zeuge ähnlicher Bauart haben kann. Die verbesserte Funktionalität soll mit relativ einfachen konstruktiven Maßnahmen erzielbar sein.

[0009] Zur Lösung dieser und anderer Aufgaben stellt die Erfindung ein Honwerkzeug mit den Merkmalen von Anspruch 1 sowie eine Honleiste mit den Merkmalen von Anspruch 11 bereit. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben. Der Wortlaut sämtlicher Ansprüche wird durch Bezugnahme zum Inhalt der Beschreibung gemacht.

[0010] Ein Honwerkzeug gemäß der Erfindung ist gekennzeichnet durch eine zwischen der Honleiste und der Honleistenaufnahmeöffnung wirksame Spielausgleichseinrichtung mit mindestens einem Stützelement, welches sich im eingebauten Zustand der Honleiste einerseits an einer Seitenfläche der Honleiste und andererseits an einer der Seitenfläche gegenüberliegenden Begrenzungsfläche der Honleistenaufnahmeöffnung mit einer Andruckkraft abstützt.

[0011] Zu diesem Zweck hat die Honleiste in einem zum Zusammenwirken der Honleistenaufnahmeöffnung vorgesehenen Führungsabschnitt an mindestens einer Seitenfläche eine Ausnehmung und in der Ausnehmung ist ein elastisch deformierbares Stützelement angeordnet, das im entlasteten, d.h. nicht-deformierten Zustand die Seitenfläche der Honleiste überragt und das sich im eingebauten Zustand der Honleiste teilweise deformiert und an der der Seitenfläche gegenüberliegenden Begrenzungfläche der Honleistenaufnahmeöffnung mit einer Andruckkraft abstützt.

[0012] Bei dieser Ausgestaltung können alle für die Bereitstellung der Spielausgleichseinrichtung erforderlichen konstruktiven Änderungen gegenüber herkömmlichen Honwerkzeugen an der Honleiste realisieret werden. Dadurch ist es möglich, neuartige Honleisten bereitzustellen, durch deren Einbau in konventionelle Werkzeugkörper Honwerkzeuge mit verbesserten Eigenschaften hergestellt werden können. Solche Honleisten können nicht nur bei der Neuherstellung von Honwerkzeugen genutzt werden, sondern auch beim Nachrüsten herkömmlicher Honwerkzeuge. Honleisten dieser Art können auch bei der Wartung und bei der Reparatur von bereits benutzten Honwerkzeugen der gattungsgemäßen Art verwendet werden.

[0013] Detaillierte Untersuchungen haben gezeigt, dass an Honwerkzeugen bisher unbeachtete Verschleißmechanismen auftreten können, die die Nutzungsdauer der Honwerkzeuge begrenzen. Bei der Neuherstellung der Werkzeuge wird dafür gesorgt, dass ein lichter Abstand zwischen einander zugewandten Begrenzungsflächen der Honleistenaufnahmeöffnung und eine zwischen korrespondierenden Seitenflächen der Honleisten gemessen der Breite der Honleiste derart aufeinander abgestimmt sind, dass die in der Regel ebenen und parallel zueinander liegenden seitlichen Begrenzungsflächen der Honleistenaufnahmeöffnung und die diesen zugewandten, in der Regel ebenfalls ebenen Seitenflächen der Honleiste Gleitpartner bilden, die eine radiale Verschiebung der Honleiste innerhalb der Honleistenaufnahmeöffnung bei der Zustellung zulassen, wobei andererseits jedoch die Haftreibung ausreichend groß sein soll, damit eine einmal eingesetzte Honleiste nicht mehr aus der Honleistenaufnahmeöffnung herausfällt. Während der Benutzung des Honwerkzeuges kann es jedoch an den miteinander zusammenwirkenden Gleitflächen zu Verschleißerscheinungen kommen, die durch Bewegung der Honleiste innerhalb der Honleistenaufnahmeöffnung während der Honbearbeitung entstehen. Dabei kann sich beispielsweise Honschlamm, also eine Mischung aus Kühlschmierstoff und feinsten Abriebpartikeln der Honbearbeitung, in den Spalten absetzen und zu erhöhtem abrasiven Verschleiß führen. Dort, wo dieser Verschleißmechanismus wirkt, kann die Honleiste etwas schmaler und/oder die Honleistenaufnahmeöffnung etwas breiter werden, so dass das Spiel zwischen diesen Elementen über die Dauer der Werkzeugnutzung zunimmt. Bei der Drehbewegung des Honwerkzeuges kann dies zu leichten Verkippungen der Honleisten aus der gewünschten radial ausgerichteten Nominalstellung führen, was wiederum zu einseitiger Abnutzung des Schneidbelages und gegebenenfalls zu nicht optimalen Bearbeitungsergebnissen an der Bohrungsinnenwand führen kann. Der Verlust des relativ festen Sitzes der Honleiste in der Honleistenaufnahmeöffnung kann schließlich dazu führen, dass die Honleiste bei einem Herausfahren des Honwerkzeuges aus einer Bohrung herausfällt, wenn keine Gegenmaßnahmen getroffen werden.

[0014] Durch die Spielausgleichseinrichtung werden solche Probleme beseitigt, da sich das gegebenenfalls im Laufe der Nutzung vergrößernde Spiel zwischen Honleiste und Honleistenaufnahmeöffnung zu jeder Zeit über das Stützelement aus der Passung hinausgedrückt wird, so dass sich entwickelnde Toleranzen überbrückt werden. Das elastisch deformierbare Stützelement ist dabei in einem leicht deformierten Zustand vorgespannt, so dass sich auch bei Vergrößerung eines Abstandes zwischen Honleistenseitenfläche und Begrenzungsfläche eine zuverlässige beidseitige Abstützung ergibt und die Honleiste zuverlässig in der Honleistenaufnahmeöffnung festgehalten wird. Durch die Spielausgleichseinrichtung wird der Bewegungsspielraum der Honleiste in der Honleistenöffnung so weit eingeschränkt, dass mindestens ein Teil der bisher wirksamen Verschleißmechanismen nicht oder nur noch in stark abgemilderter Form wirken können. Dadurch wird einerseits der Verschleiß am Honwerkzeug herabgesetzt und andererseits werden die potentiellen Folgen von verschleißbedingten Änderungen der Geometrien ausgeglichen, so dass die damit früher verbundenen Probleme nicht mehr oder nur noch in stark abgemilderter Form auftreten.

[0015] Bei manchen Ausführungsformen ist das Stützelement ein Element, das mindestens teilweise, vorzugsweise aber vollständig aus einem elastisch kompressiblen Material besteht, insbesondere aus einem Elastomermaterial oder einem Gummimaterial. Als Ela-

stomer wird hier ein formfester, aber elastisch verformbarer Kunststoff bezeichnet, wie er beispielsweise für Dichtelemente verschiedenen Konstruktion genutzt wird. Gummimaterialien können auf Basis von vulkanisiertem Kautschuk hergestellt werden. Stützelemente aus elastisch kompressiblen Materialien sind kostengünstig in der Herstellung, in zahlreichen nützlichen Dimensionen und Querschnittsformen erhältlich und in der Regel gegen alle bei der Honbearbeitung vorkommenden Kühl- und Schmierstoffe unter üblichen Bearbeitungsbedingungen dauerhaft beständig.

[0016] Alternativ oder zusätzlich kann mindestens ein Stützelement ein Federelement sein, das unter anderem aus Gründen der Haltbarkeit vorzugsweise aus einem metallischen Werkstoff, beispielsweise einem geeigneten Federstahl bestehen kann. Das Federelement kann beispielsweise in Form einer Blattfeder ausgestaltet sein.

[0017] Bei manchen Ausführungsformen ist die Ausnehmung eine Nut, d.h. eine längliche Vertiefung in einer Seitenfläche der Honleiste und das Stützelement ist ein langgestrecktes Element, welches sich über mindestens einem Teil der Länge der Nut, insbesondere über die gesamte Länge der Nut erstreckt. Langgestreckte Ausnehmungen in Form von Nuten können sehr einfach und mit jeder geeigneten Querschnittsform durch Fräsen oder Schleifen an einer Honleiste erzeugt werden. Es ist auch möglich, eine Ausnehmung für ein elastisch deformierbares Stützelement gleich bei der Herstellung der Honleiste vorzusehen, so dass ein materialabtragender Bearbeitungsschritt gespart werden kann. Beispielsweise kann eine Ausnehmung beim Sintern eines gesinterten Honleistenkörpers erzeugt werden, indem das entsprechende Formwerkzeug einen entsprechenden leistenförmigen Vorsprung an der gewünschten Stelle der Ausnehmung hat.

[0018] Als längliche elastische Stützelemente können Abschnitte herkömmlicher Dichtungsstreifen oder andere Dichtungselemente verwendet werden. Durch die längliche Ausgestaltung von Ausnehmung und Stützelement ist eine Abstützung entlang eines linienhaften Abstützbereiches möglich, wodurch die Neigung der Honleiste zur Verkippung reduziert werden kann. In einer Nut können mehrere Stützelemente bzw. Stützelement-Segmente aufgenommen sein. Vorzugsweise ist in einer Nut nur ein einziges Stützelement aufgenommen, das sich über die gesamte Länge der Nut erstrecken kann.

[0019] Besonders günstig ist es häufig, wenn sich die Nut über die gesamte Länge der Seitenfläche erstreckt und wenn das Stützelement ein langgestrecktes Element aus einem elastisch kompressiblem Material ist und sich ebenfalls über die gesamte Länge der Seitenfläche erstreckt. Insbesondere können die Nut und das darin aufgenommene Stützelement parallel zur Axialrichtung des Honwerkzeugs bzw. senkrecht zur radialen Zustellrichtung der Honleiste verlaufen. Auf diese Weise kann die Spielausgleichseinrichtung gleichzeitig als Dichteinrichtung wirken, die beispielsweise das Eindringen von Honschlamm oder Kühlschmierstoff von außen in das Innere des Werkzeugkörpers auf der gesamten Breite bzw. Länge des zusammengedrückten Stützelementes verhindert.

[0020] Bei manchen Ausführungsformen hat das längliche Stützelement im undeformierten Zustand eine runde Querschnittsform, insbesondere eine kreisrunde oder elliptische Querschnittsform. Solche Elemente sind auch unter rauen Umgebungsbedingungen haltbar und können bei geeigneter Überdimensionierung der Ausnehmung in dieser gegebenenfalls begrenzt hin- und herrollen, wodurch die radiale Beweglichkeit der Honleiste unterstützt werden kann. Es ist auch möglich, dass das Stützelement im undeformierten Zustand eine polygonale Querschnittsform hat, insbesondere eine Rechteckform oder ein Dreieckform. Auch andere Querschnittsprofile elastischer Stützelemente sind möglich.

[0021] Vorzugsweise hat die Nut eine gerundete Nutform, d.h. eine Querschnittsform ohne Ecken. Die lichte Weite der Nut kann mit zunehmender Tiefe kontinuierlich abnehmen, so dass es sich um eine zur Seitenfläche hin offene Nut ohne Hinterschneidung handeln kann. In derartig geformten Nuten können Stützelemente mit runder Querschnittsform und etwas Untermaß gegenüber der größeren Nut gegebenenfalls begrenzt rollen, um die radiale Beweglichkeit der Honleiste zu gewährleisten.

[0022] In der Regel ist es günstig, wenn nur an einer von zwei senkrecht zur Drehrichtung des Honwerkzeuges verlaufenden Seitenflächen der Honleiste eine Spielausgleichseinrichtung vorgesehen ist. An einer entsprechenden Honleiste ist dies normalerweise daran zu erkennen, dass nur an einer von zwei parallelen längeren Seitenflächen der Honleiste eine Ausnehmung angebracht ist. Vorzugsweise handelt es sich dabei um die in Drehrichtung des Honwerkzeugs vorauseilende Seitenfläche der Honleiste. Eine einseitig angebrachte Spielausgleichseinrichtung ist einerseits in der Herstellung günstiger als eine beidseitige Spielausgleichseinrichtung. Außerdem wird durch eine einseitige Spielausgleichseinrichtung sichergestellt, dass an der gegenüberliegenden Seitenfläche ein direkter Anlagekontakt zwischen der harten Begrenzungsfläche der Honleistenaufnahmeöffnung und der ebenfalls harten Seitenfläche der Honleiste existiert, so dass die Lage der Honleiste relativ zur Honleistenaufnahmeöffnung definiert ist. Dadurch kann der Gefahr der Verkippung der Honleiste innerhalb der Honleistenaufnahmeöffnung entgegengewirkt werden, zumal bei Drehung des Honwerkzeuges die durch die Bearbeitung entstehende Kraft als Anlagekraft auf diese Flächen wirkt.

[0023] Bei Verwendung von elastisch kompressiblen Materialien für Stützelemente kann sich noch weiterer günstiger Effekt ergeben. Einerseits wirkt die Elastizität bzw. Komprimierbarkeit des Materials zwischen der Seitenfläche der Honleiste und der gegenüberliegenden Begrenzungsfläche im Sinne eines Spielausgleichs, um Relativbewegung in Richtung senkrecht zu den Gleitflächen weitgehend zu unterbinden. Andererseits ergibt sich bei radialer Zustellung der Honleisten eine Relativverschie-

bung zwischen Honleiste und Honleistenöffnung in Radialrichtung, so dass das dazwischen eingespannte gummielastische Material Querkräften ausgesetzt ist, die das Material verschränken bzw. walken. Hierdurch können sich elastische Rückstellkräfte ergeben, die eine Rückzugsbewegung bzw. Einholbewegung der Honleisten entgegen der Kraft der von innen wirkenden Zustellung erreichen wollen. Wird die Zustellstange zurückgezogen, um die Honleisten zu entlasten, so kann das elastisch deformierte Stützelement als Honleisten-Einzugseinrichtung zum Einziehen der Honleiste beim Zurückziehen der Zustellstange bzw. einer anderen Zustelleinrichtung dienen. In der Regel reichen schon Rückholwege in der Größenordnung einiger Mikrometer, um das Herausziehen des Honwerkzeuges aus der bearbeiteten Bohrung zu erleichtern und um eine Beschädigung von Honleiste und/oder Bohrungsinnenfläche zu vermeiden. Entsprechende Vorteile können sich auch beim Einführen des Werkzeugs in eine neue Bohrung ergeben.

[0024] Die Erfindung stellt somit auch ein gattungsgemäßes Honwerkzeug bereit, das gekennzeichnet ist durch eine Honleisten-Einzugseinrichtung zum Einziehen der Honleiste beim Zurückziehen der Zustelleinrichtung. Im Gegensatz zu den herkömmlichen Leistenfangbuchsen, die die Honleisten von außen in die Honleistenöffnung zurückdrücken, wird hier eine von innen wirkende Rückzugskraft wirksam. Auf Leistenfangbuchsen kann somit verzichtet werden.

[0025] Diese und weitere Merkmale gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei einer Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können. Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0026]

Fig. 1 zeigt einen parallel zur Drehachse des Honwerkzeugs verlaufenden Schnitt durch einen Ausführungsform eines Honwerkzeuges;

Fig. 2 zeigt eine seitliche Draufsicht auf einen rohrförmigen Werkzeugkörper mit rechteckiger Honleistenaufnahmeöffnung;

Fig. 3 zeigt einen senkrecht zur Werkzeugachse geführten Schnitt durch den mit einer Honleiste versehenen Schneidbereich des Honwerkzeugs aus Fig. 1;

Fig.4 zeigt eine schematische Detaildarstellung einer Spielausgleichseinrichtung bei einer anderen Ausführungsform;

Fig. 5 zeigt eine schematische Detailansicht einer Spielausgleichseinrichtung mit einem Blattfederelement, das in einer Ausnehmung der Honleiste befestigt ist,

Fig.6 zeigt eine schematische Detaildarstellung einer Spielausgleichseinrichtung bei einer anderen Ausführungsform;

Fig. 7 zeigt eine schematische Detaildarstellung einer Spielausgleichseinrichtung mit einem schlauchförmigen Stützelement; und

Fig.8 zeigt eine schematische Detaildarstellung einer Spielausgleichseinrichtung mit einem Stützelement, das eine Ausnehmung der Honleiste vollständig ausfüllt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0027] In Fig. 1 ist ein Längsschnitt durch eine Ausführungsform eines als Einleisten-Honwerkzeug ausgeführten Honwerkzeugs 100 parallel zu der in der Schnittdarstellung nicht erkennbaren Werkzeugachse (Rotationsachse) des Honwerkzeuges gezeigt. Das Honwerkzeug hat einen Werkzeugkörper 110 in Form eines beidseitig offenen Rohres mit einer relativ großen Wandstärke, die mehr als 20% des Außendurchmessers des Rohres beträgt. Ein Endabschnitt des aus einem Stahlwerkstoff gefertigten Werkzeugkörpers ist in eine zylindrische Aufnahmeöffnung eines Werkzeugschafts 120 drehfest eingeführt und dort mit Hilfe einer Halteschraube 122 fixiert. Der Werkzeugschaft 120 dient zur Ankopplung des Honwerkzeuges an eine Honspindel einer Werkzeugmaschine. Werkzeugschaft und Werkzeugkörper können auch auf andere Weise lösbar oder unlösbar miteinander verbunden sein, beispielsweise durch Einklemmen (vergleiche DE 299 21 053 U1), durch Löten o. dgl.

[0028] In einem dem Werkzeugschaft gegenüberliegenden freien Endabschnitt des Werkzeugskörpers befindet sich der Schneidbereich des Honwerkzeuges, der für die Honbearbeitung in das Innere einer zur bearbeiteten Bohrung eingeführt wird. Wie besonders gut in Fig. 2 erkennbar ist, hat der Werkzeugkörper im Schneidbereich eine vom Inneren des Werkzeugkörpers nach außen durchgehende, rechteckförmige Honleistenaufnahmeöffnung 140, in der beim zusammengebauten Honwerkzeug (vergleiche Fig. 1 oder 3) eine Honleiste 150 passgenau aufgenommen ist. Die Honleistenaufnahmeöffnung hat vier paarweise zueinander parallele, ebene Begrenzungsflächen, nämlich eine (in Axialrichtung gesehen) obere Begrenzungsfläche 141, eine parallel dazu verlaufende untere Begrenzungsfläche 142 und zwei senkrecht zu diesen kürzeren Begrenzungsflächen verlaufende, längere seitliche Begrenzungsflächen 143 und

144, wovon die in Drehrichtung 115 vorauseilende Begrenzungsfläche als vordere Begrenzungsfläche 143 und die in Drehrichtung nacheilende Begrenzungsfläche als hintere Begrenzungsfläche 144 bezeichnet wird. Die vordere und die hintere Begrenzungsfläche sind jeweils eben und verlaufen parallel zu einer Ebene, die durch die Werkzeugachse 112 und eine mittig zwischen den seitlichen Begrenzungsflächen verlaufende Radialrichtung 113 aufgespannt wird.

[0029] An der der Honleistenaufnahmeöffnung 140 gegenüberliegenden Seite sind am Werkzeugkörper zwei um etwa 90° gegeneinander umfangsversetzte Stützleisten 180, 181 mit radialen Außenflächen aus Hartmetall oder einem anderen harten, z.B. keramischen Werkstoff angebracht.

[0030] Die insgesamt plattenförmige Honleiste 150 hat ein plattenförmiges Trägerelement 151 aus Stahl, an dessen radialer Außenseite ein Schneidbelag 152 aufgebracht ist, der die in einer Bindung gebundenen Schneidstoffkörner hält. Der Belag ist im Beispielsfall auf den Träger aufgesintert, kann aber bei anderen Ausführungsformen auch aufgeklebt oder aufgelötet oder durch Nieten oder Schrauben am Trägerelement befestigt sein. Eine Honleiste kann auch durch einen einstückigen Sinterkörper gebildet sein. Eine radiale Innenseite des Trägerelements hat eine ebene Schrägfläche, die mit einer komplementären ebenen Schrägfläche am unteren Ende einer im Werkzeugkörper geführten Zustellstange 130 nach Art eines Keilantriebs derart zusammenwirkt, dass die Honleiste innerhalb der Honleistenaufnahmeöffnung radial nach außen gedrückt wird, wenn die Zustellstange durch den in der Honmaschine untergebrachten Zustellantrieb in Richtung des Schneidbereichs des Honwerkzeugs gedrückt wird. Soche Honleisten werden gelegentlich als "Honleiste mit Aufweitprofil" bezeichnet.

[0031] Derjenige Abschnitt der Honleiste, der im eingebauten Zustand zwischen den seitlichen Begrenzungsflächen 143, 144 der Honleistenaufnahmeöffnung liegt und der bei der radialen Bewegung durch diese Flächen geführt wird, wird als Führungsabschnitt 155 bezeichnet. Zum Führungsabschnitt gehört ein Teil des Trägerelements 151 und ein kleinerer Teil des Schneidbelags. Die Dimensionen der Honleiste und der der Honleistenaufnahmeöffnung sind derart aufeinander abgestimmt, dass die Honleiste radial beweglich, in Umfangsrichtung des Werkzeugkörpers aber im Wesentlichen spielfrei zwischen den seitlichen Begrenzungsflächen 143, 144 aufgenommen ist. In Axialrichtung, d.h. zwischen den oberen und unteren Begrenzungsflächen kann ein geringes Spiel vorliegen. In der Regel versucht man aber, auch in Axialrichtung einen möglichst spielfreien Sitz zu erreichen. Bei der Herstellung wird darauf geachtet, dass der lichte Abstand zwischen den vorderen und hinteren Begrenzungsflächen 143, 144 der Honleistenaufnahmeöffnung nur minimal größer ist als die zwischen der vorderen Seitenfläche 153 und der hinteren Seitenfläche 154 der Honleiste gemessene Breite der Honleiste. Im günstigsten Fall soll sich ein relativ fester Schiebesitz ergeben, so dass sich die Honleiste zwar von außen beim Zusammenbau manuell in die Honleistenaufnahmeöffnung hineindrücken lässt, von alleine aber aus der Honleistenaufnahmeöffnung nicht mehr herausfallen kann. Die Honleiste soll sich aber unter der Einwirkung der nach unten gedrückten Zustellstange radial nach außen verschieben lassen.

[0032] Eine Besonderheit des Honwerkzeugs besteht darin, dass eine zwischen der Honleiste 150 und der Honleistenaufnahmeöffnung 140 wirksame Spielausgleichseinrichtung 160 vorgesehen ist, die so konstruiert ist, dass ein eventuelles Spiel zwischen der Honleistenaufnahmeöffnung und der darin aufgenommenen Honleiste dauerhaft auch dann ausgeglichen wird, wenn sich die oben beschriebenen geometrischen Verhältnisse (Schiebesitz) aufgrund von Verschleiß oder aufgrund anderer Ursachen ändern sollten. Bei der Ausführungsform ist dies konstruktiv sehr einfach, aber sehr effektiv gelöst. Die Honleiste hat im Führungsabschnitt in unmittelbarer Nähe unterhalb des Schneidbelags eine langgestreckte Ausnehmung 162 in Form einer Nut, die sich über die gesamte Länge der vorderen Seitenfläche 153, parallel zur Werkzeugachse und damit auch zum zum Schneidbelag erstreckt. Die Nut 162 hat eine gerundete, etwa halbkreisförmige Querschnittsform. Die Nutbreite beträgt weniger als 50%, insbesondere weniger als 40% oder weniger als 30% der radialen Breite des Führungsabschnitts, so dass sich die Nut im gesamten radialen Verstellbereich der Honleiste immer vollständig gegenüber der gegenüberliegenden vorderen Begrenzungsfläche 143 befindet.

[0033] In der Nut 162 liegt ein elastisch deformierbares Stützelement 165, das ein im Querschnitt rundes, langgestrecktes Element aus einem Elastomermaterial ist. Das Stützelement kann beispielsweise durch einen Abschnitt eines O-Rings oder eines ähnlichen konventionellen Dichtelementes gebildet sein. Der Durchmesser des Stützelements ist etwa doppelt so groß wie die Tiefe der zu seiner Aufnahme vorgesehenen Nut 162, so dass etwa die Hälfte des Stützelementes über die vordere Seitenfläche 153 hinausragt, wenn das Stützelement vollständig in die Nut eingefügt und gegebenenfalls dort durch Einkleben oder auf andere Weise befestigt ist. Das elastisch komprimierbare Stützelement füllt die Nut 162 auf ihrer gesamten Länge aus, so dass der parallel zur Werkzeugachse verlaufende Spalt, der zwischen der vorderen Seitenfläche 153 der Honleiste und der gegenüberliegenden vorderen Begrenzungsfläche 143 der Honleistenaufnahmeöffnung gebildet sein kann, durch das komprimierbare Material in Radialrichtung weitgehend abgedichtet ist, wenn die Honleisten in die Honleistenaufnahmeöffnung eingesetzt ist.

[0034] Bei der Montage wird zunächst das Stützelement 165 in die Nut 162 eingesetzt und dort gegebenenfalls durch Einkleben oder dergleichen fixiert. Dann wird die Honleiste von außen in die Honleistenaufnahmeöffnung eingedrückt. Dabei wird das Stützelement stark komprimiert, sobald die Nut den Bereich der Honleisten-

aufnahmeöffnung erreicht. Beim Einführen wird das Stützelement zusammengedrückt und füllt die Nut 162 sowie den Zwischenraum zwischen der mit Nut versehenen Seitenfläche 153 und der vorderen Begrenzungsfläche 143 aus. Die elastischen Kräfte innerhalb des Stützelements sorgen dafür, dass die Honleiste mit ihrer hinteren Seitenfläche 154 fest an die hintere Begrenzungsfläche 144 gedrückt wird, so dass zwischen den Gleitpartnern des dortigen Gleitpaars kein mit Spiel behafteter Spalt verbleibt. Wenn ein Spalt entsteht, so ist dies zwischen den korrespondierenden Flächen 143, 153 der vorderen Gleitpaarung der Fall, die eventuell durch das Stützelement auseinandergedrückt werden. Dennoch bleibt die Honleiste aufgrund der druckbelasteten Anlage der hinteren Planflächen 154, 144 zuverlässig in ihrer radialen Ausrichtung und kann nicht verkippen. Diese Andrückkraft F (siehe Pfeil) wird noch verstärkt, wenn sich das Honwerkzeug während der Bearbeitung in der Bohrung in Drehrichtung 115 dreht und der Schnittdruck die Honleiste zusätzlich an die hintere Begrenzungsfläche 154 drückt.

[0035] Die Spielausgleichseinrichtung 160 ist nur auf einer Seite der Honleiste angebracht, nämlich auf derjenigen Seite, die bei Drehung des Honwerkzeugs in Drehrichtung 115 vorauseilt. Dadurch wird erreicht, dass an der gegenüberliegenden Gleitpaarung zwei harte, ebene Flächen 144, 154 aufeinander aufliegen, so dass die Honleiste immer eine definierte Lageposition während der Bearbeitung hat. Eine Verkippung der Honleiste wird dadurch zuverlässig vermieden. Die Vermeidung einer Honleistenverkippung hat wiederum zur Folge, dass die Honleiste auch bei der Bearbeitung ständig optimal radial ausgerichtet bleibt und somit der Schneidbelag gleichmäßig abgearbeitet wird. Hierdurch ergeben sich spürbare Erhöhungen der Standzeiten der Werkzeuge. Die Spielausgleichseinrichtung sichert die Honleiste weiterhin gegen Herausfallen aus dem Werkzeugkörper, so dass gesonderte Rückhalteeinrichtungen, wie z.B. eine Leistenfangbuchse, nicht nötig sind.

[0036] Wird die Honleiste während der Bearbeitung mittels der Zustellstange in Radialrichtung nach außen zugestellt, so verformt sich das senkrecht zur radialen Zustellrichtung verlaufende Elastomermaterial durch die Zustellbewegung und es entsteht ein durch Querverformung verzerrtes Gefüge des Elastomermaterials. Wird nach Abschluss der Honbearbeitung die Zustellstange zurückgezogen, so können die elastischen Rückstellkräfte innerhalb des Stützelementes eine Rückstellkraft auf die Honleiste bewirken, durch die die Honleiste radial nach innen zurückgezogen wird. Der Rückholweg beträgt in der Regel nur wenige Mikrometer, beispielsweise zwischen zwei Mikrometer und dreißig Mikrometer. Dies reicht jedoch aus, um den Anpressdruck zwischen Schneidbelag und Bohrungsinnenfläche so weit aufzuheben, dass das Honwerkzeug gefahrlos und ohne Beschädigung der gehonten Innenfläche aus dem Werkstück herausgezogen werden kann. Daher hat das elastisch deformierbare Stützelement hier eine Doppelfunktion, da es auch ein als Rückstellelement einer Honleisten-Einzugseinrichtung zum Einziehen der Honleiste beim Zurückziehen der Zustellstange wirkt.

[0037] Einige von zahlreichen Varianten sind in den Fig. 4 bis 6 schematisch dargestellt. Fig. 4 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt eines Honwerkzeugs mit einer Spielausgleichseinrichtung 460, die eine in Längsrichtung der Honleiste 450 unterhalb des Schneidbelags 452 verlaufende Nut 462 aufweist, in der ein durchgehendes, langes, elastisch komprimierbares Stützelement 465 liegt. Dieses hat im entlasteten Zustand einen kreisförmigen Querschnitt und kann beispielsweise durch einen Abschnitt eines O-Rings geeigneter Dimension gebildet sein. Im Unterschied zur Ausführungsform von Fig. 3 hat die Nut 462 einen breiteren und flacher erscheinenden Querschnitt, der sich daraus ergibt, dass der Krümmungsradius des Nutquerschnitts wesentlich größer ist als der Krümmungsradius des Stützelementquerschnitts. Hierdurch ist es möglich, dass das parallel zur Axialrichtung langgestreckte Stützelement 465 innerhalb der relativ breiten Nut 462 in Radialrichtung der Honleiste rollt, wenn die Honleiste durch die Zustelleinrichtung von innen radial nach außen vorgeschoben wird. Das zusammengedrückte Stützelement gerät dann nämlich in den zunehmend enger werdenden Bereich des Nutrandes auf der dem Schneidbelag abgewandten Seite. Bei der Rollbewegung findet eine zunehmende Komprimierung des Stützelementes statt. Wird danach die Zustellstange zurückgezogen, so kann sich das Stützelement druckentlasten bzw. entspannen, indem es versucht, in die in Fig. 4 gezeigte Gleichgewichtslage zurückzurollen. Dadurch wird eine nach radial innen gerichtete Rückstellkraft auf die Honleiste ausgeübt.

[0038] Bei der Ausführungsform von Fig. 5 ist in der vorderen Seitenfläche 553 der Honleiste 550 eine Rechteckausnehmung 562 eingebracht, die über die gesamte Länge der Honleiste durchgehen kann, aber auch nur einen Teil der Länge einnehmen kann. In dem dem Schneidbelag 552 zugewandten oberen Bereich der Ausnehmung 662 ist ein Ende einer aus Federstahl gefertigten, dünnen Blattfeder 565 durch Punktschweißen oder auf andere Weise befestigt. Die Blattfeder ist bezogen auf den Boden der Ausnehmung 562 konvex gekrümmt und stützt sich mit ihrem freien Ende auf dem ebenen Boden der Ausnehmung 162 ab. Die Blattfeder ist so dimensioniert, dass der gekrümmte Mittelabschnitt der Blattfeder im entlasteten, nicht deformierten Zustand die Seitenfläche 553 so weit überragt, dass sich die Blattfeder beim Einsetzen der Honleiste in die Honleistenöffnung durch den Anlagekontakt mit der vorderen Begrenzungsfläche 543 der Honleistenaufnahmeöffnung leicht verformt und dadurch die Honleiste und die gegenüberliegende Begrenzungsfläche 543 der Honleistenöffnung derart auseinanderdrückt, dass eventuell vorhandenes Spiel ausgeglichen wird.

[0039] Bei der Ausführungsform von Fig. 6 hat das aus einem Elastomermaterial bestehende Stützelement 665 einen rechteckigen Querschnitt, insbesondere einen

quadratischen Querschnitt und liegt passgenau in einer Rechtecknut 662 der Honleiste 650. Das Stützelement liegt mit einer von vornherein ebenen Grenzfläche an der gegenüberliegenden ebenen Begrenzungsfläche 643 großflächig an und dichtet diesen Bereich zuverlässig ab. Wenn sich nach radialer Verschiebung der Honleiste nach außen eine elastische Deformation des Stützelementes aufgebaut hat, so sind die Rückstellkräfte, die zum Zurückholen der Honleiste nach Entlastung des Zustellsystems führen, bei dieser Ausführungsform besonders stark.

[0040] Bei der Ausführungsform von Fig. 7 hat das aus einem gummielastischen Material bestehende Stützelement 765 einen rundlichen Querschnitt und liegt passgenau in einer Rechtecknut 762 der Honleiste 750. Der Durchmesser des Stützelements ist etwas größer als die Tiefe der Rechtecknut. Das Stützelement ist ein rohrförmiger Hohlkörper in Form eines kompressiblen Schlauchs mit einer Schlauchwand aus einem elastischen Material. Es kann z.B. ein Silikonschlauch verwendet werden. Die Wanddicke beträgt typischerweise zwischen 10% und 40% des Durchmessers im nicht zusammengedrückten Zustand. Die zur Deformation des Hohlkörpers erforderlichen Kräfte sind geringer als bei massiven Stützelementen, das Stützelement passt sich dadurch besonders gut der Form des Zwischenraums zwischen der Honleiste und der Innenseite der Honleistenaufnahmeöffnung im Werkzeugkörper an.

[0041] Bei der Ausführungsform von Fig. 8 füllt das aus einem gummielastischen Material bestehende Stützelement 865 den im Wesentlichen halbrunden Querschnitt einer Aufnahmenut 862 der Honleiste 850 vollständig aus und ragt etwas über den Rand der Aufnahmenut hinaus. Das Stützelement wird hergestellt, indem die Aufnahmenut an der Honleiste mit einer fließfähigen Silikonmasse so ausgespritzt wird, dass ein Teil der Silikonmasse über den Rand der Aufnahmenut hinausragt. Danach wird bei Bedarf ein Teil der über den Rand der Aufnahmenut hinausstehenden Silikonmasse bis auf eine definierte Überstandshöhe durch Abwischen oder auf andere Weise abgetragen, bevor die Masse verfestigt. Es ist auch möglich, den Abtrag nach Verfestigen der Silikonmasse durch Abschneiden oder Abschleifen vorzunehmen. Wenn beim Einfüllen gleich die richtige Menge eingefüllt wird, kann auf einen nachträglichen Abtrag verzichtet werden. Derartige Stützelemente sind in der Herstellung relativ günstig und sitzen besonders fest in der zugehörigen Ausnehmung. Sie können besonders bei klein dimensionierten Honwerkzeugen vorteilhaft sein, wo gesonderte Stützelemente mit ausreichend kleinen Dimensionen ggf. nur schwer herzustellen oder zu beschaffen sind.

[0042] Die Ausführungsformen der Fig. 7 und 8 sind besonders gut für Honwerkzeuge mit sehr kleinem Durchmesser geeignet, z.B. für Durchmesser von 2 mm bis 10 mm.

[0043] Ausführungsformen der Erfindung wurden anhand von Einleisten-Honwerkzeugen erläutert, also Honwerkzeugen mit nur einer einzigen Honleiste. Ein Honwerkzeug kann auch mehr als eine Honleiste haben, beispielsweise zwei oder drei oder vier Honleisten, wobei die Honleisten gleichmäßig oder ungleichmäßig um den Umfang des Honwerkzeuges verteilt sein können. Anstelle eines einzigen Stützelementes kann eine Spielausgleichseinrichtung bzw. eine Honleisten-Einzugseinrichtung auch mehr als ein elastisch deformierbares Stützelement haben, beispielsweise drei, vier, fünf oder sechs oder mehr.

[0044] Ein großer Vorteil der beschriebenen Ausführungsformen besteht darin, dass die Elemente der Spielausgleichseinrichtung bzw. die Honleisten-Einzugseinrichtung auch in sehr kleinen Dimensionen bereitgestellt werden können. Bevorzugte Ausführungsformen von Honwerkzeugen sind für die Bearbeitung relativ kleiner Bohrungen vorgesehen und haben beispielsweise einen wirksamen Durchmesser von 20 mm oder weniger oder sogar 15 mm oder weniger, insbesondere von 10 mm oder weniger. Typischerweise kann der wirksame Durchmesser zwischen ca. 5 mm und ca. 10 mm liegen. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, die hier vorgestellten Konzepte auch bei Honwerkzeugen mit größeren Durchmessern bis zu 35 m oder darüber hinaus zu verwenden.

Patentansprüche

1. Honwerkzeug mit einem rohrförmigen Werkzeugkörper (110), der mit einem Endabschnitt in einem Werkzeugschaft (120) befestigt ist und am gegenüberliegenden Endabschnitt einen Schneidbereich mit mindestens einer vom Inneren des Werkzeugkörpers nach außen durchgehenden Honleistenaufnahmeöffnung (140) zur Aufnahme einer Honleiste (150) hat, wobei die Dimensionen der Honleistenaufnahmeöffnung und der Honleiste derart aufeinander abgestimmt sind, dass die Honleiste radial beweglich sowie in Umfangsrichtung des Werkzeugkörpers im Wesentlichen spielfrei zwischen Begrenzungsflächen der Honleistenaufnahmeöffnung aufgenommen ist, wobei eine zwischen der Honleiste und der Honleistenaufnahmeöffnung wirksame Spielausgleichseinrichtung (160) mit mindestens einem elastisch deformierbaren Stützelement (165) vorgesehen ist, welches sich im eingebauten Zustand der Honleiste einerseits an einer Seitenfläche (153) der Honleiste (150) und andererseits an einer der Seitenfläche gegenüberliegenden Begrenzungsfläche (143) der Honleistenaufnahmeöffnung mit einer Andruckkraft abstützt,
   dadurch gekennzeichnet, dass die Honleiste in einem zum Zusammenwirken mit der Honleistenaufnahmeöffnung (140) vorgesehenen Führungsabschnitt (155) an einer Seitenfläche (153) eine Ausnehmung (162) aufweist und in der Ausnehmung ein elastisch deformierbares Stützelement (165) angeordnet ist, das im entlasteten Zustand die Seitenflä-

che (153) der Honleiste überragt und das sich im eingebauten Zustand der Honleiste teilweise deformiert und an einer der Seitenfläche gegenüberliegenden Begrenzungfläche (143) der Honleistenaufnahmeöffnung mit einer Andruckkraft abstützt.

2. Honwerkzeug nach Anspruch 1, worin das Stützelement (165) mindestens teilweise, vorzugsweise vollständig aus einem elastisch kompressiblen Material besteht, insbesondere aus einem Elastomermaterial oder einem Gummimaterial.

3. Honwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin die Ausnehmung eine Nut (162) in einer Seitenfläche (153) der Honleiste (150) ist und das Stützelement (165) ein langgestrecktes Element ist, welches sich über mindestens einem Teil der Länge der Nut, insbesondere über die gesamte Länge der Nut erstreckt.

4. Honwerkzeug nach Anspruch 3, worin die Nut (162) eine gerundete Nutform hat, wobei die lichte Weite der Nut vorzugsweise mit zunehmender Tiefe kontinuierlich abnimmt.

5. Honwerkzeug nach einem der Ansprüche 3 oder 4, worin das langgestreckte Stützelement (165) im undeformierten Zustand eine runde Querschnittsform, insbesondere eine kreisrunde oder elliptische Querschnittsform, hat.

6. Honwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin sich die Ausnehmung (162) über die gesamte Länge der Seitenfläche (153) der Honleiste, vorzugsweise parallel zu einer Axialrichtung des Honwerkzeugs, erstreckt und das Stützelement (165) ein langgestrecktes Element aus einem elastisch kompressiblem Material ist und sich ebenfalls über die gesamte Länge der Seitenfläche erstreckt.

7. Honwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin nur an einer von zwei senkrecht zur Drehrichtung (115) des Honwerkzeuges verlaufenden Seitenflächen der Honleiste eine Spielausgleichseinrichtung (160) vorgesehen ist, vorzugsweise an der in Drehrichtung des Honwerkzeugs vorauseilende Seitenfläche (153) der Honleiste.

8. Honwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Honleisten-Einzugseinrichtung zum Einziehen der Honleiste (150) bei Zurückziehen einer Zustelleinrichtung.

9. Honwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin das Stützelement (865) die Ausnehmung vollständig ausfüllt, wobei das Stützelement vorzugsweise dadurch gebildet ist, dass die Ausnehmung mit einer fließfähigen verfestigbaren Silikonmasse ausgefüllt wird, die einen Rand der Ausnehmung teilweise überragt.

10. Honwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin das Stützelement ein Hohlkörper aus einem gummielastischen Material ist, vorzugsweise ein Silikonschlauch (765).

11. Honleiste, insbesondere zur Verwendung bei einem Honwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Honleiste in einem zum Zusammenwirken mit einer Honleistenaufnahmeöffnung (140) des Werkzeugkörpers des Honwerkzeugs vorgesehenen Führungsabschnitt an einer Seitenfläche (153) eine Ausnehmung (162) aufweist und in der Ausnehmung ein elastisch deformierbares Stützelement (165) angeordnet ist, das im entlasteten Zustand die Seitenfläche (153) der Honleiste überragt und das so dimensioniert ist, dass es sich im eingebauten Zustand der Honleiste teilweise deformiert und an einer der Seitenfläche gegenüberliegenden Begrenzungfläche (153) der Honleistenaufnahmeöffnung mit einer Andruckkraft abstützt.

12. Honleiste nach Anspruch 11, **gekennzeichnet durch** die Merkmale des kennzeichnenden Teils von mindestens einem der Ansprüche 3 bis 10.

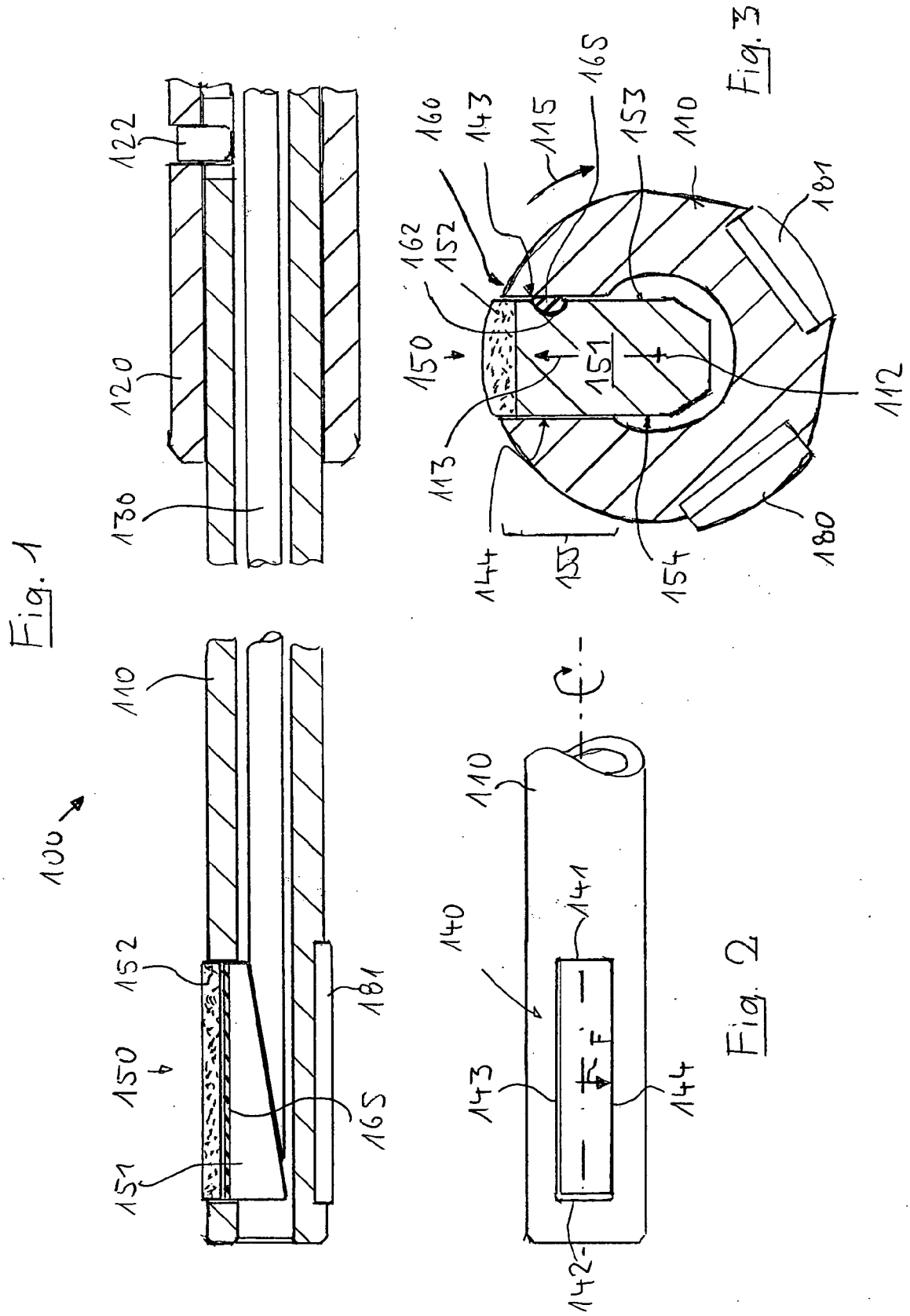

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

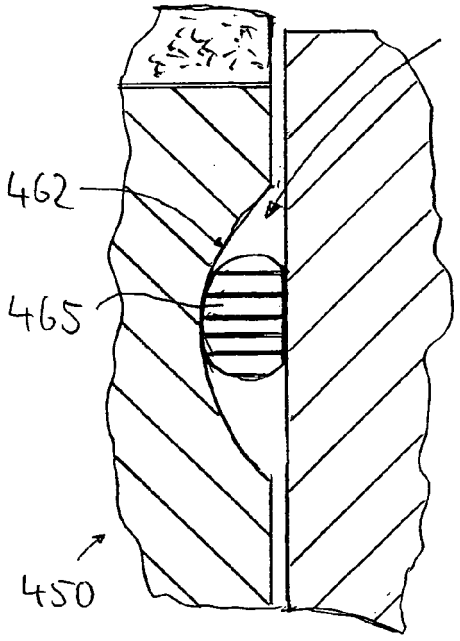

Fig. 4

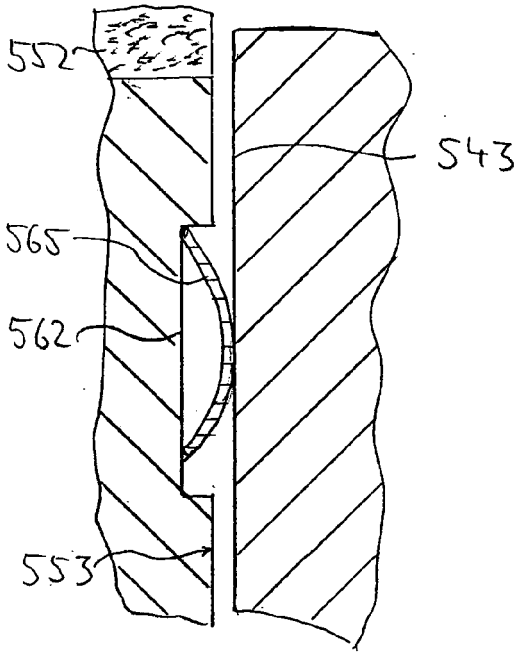

Fig. 5

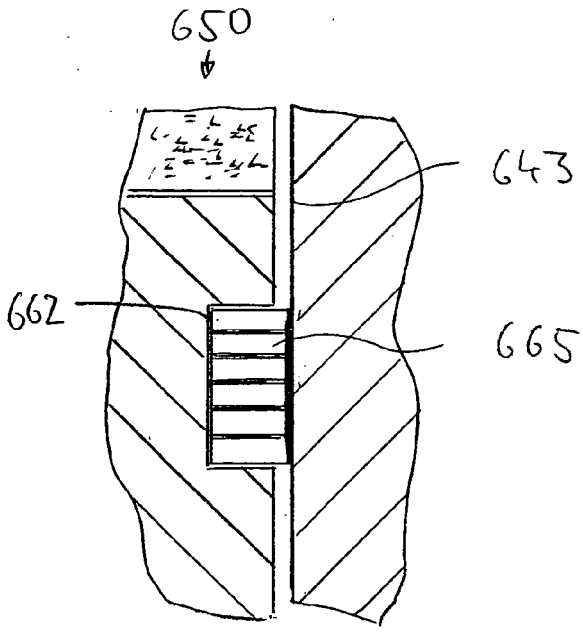

Fig. 6

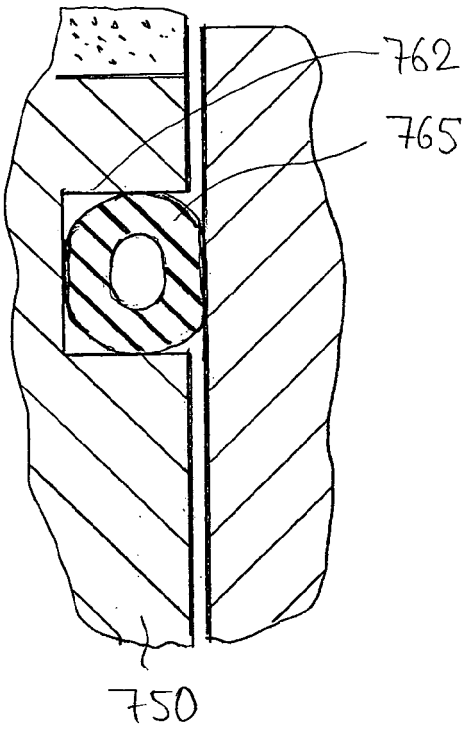

Fig. 7

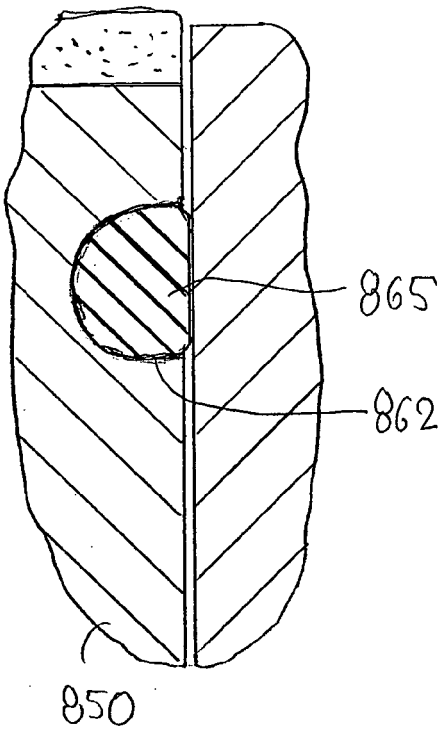

Fig. 8

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 29921053 U1 **[0005] [0027]**
- DE 29616300 **[0007]**