

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 470 536 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**06.11.1996 Patentblatt 1996/45**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **B24B 31/02**

(21) Anmeldenummer: **91113085.4**

(22) Anmeldetag: **03.08.1991**

**(54) Hon-Messwerkzeug**

Honing-measuring tool

Outil de mesure de honage

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB**

(30) Priorität: **04.08.1990 DE 4024778**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**12.02.1992 Patentblatt 1992/07**

(73) Patentinhaber: **NAGEL Maschinen- und  
Werkzeugfabrik GmbH  
D-72622 Nürtingen (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Nagel, Wolf  
W-7440 Nürtingen 10 (DE)**

- **Rauscher, Herbert  
W-7430 Metzingen (DE)**
- **Widmann, Rainer, Dr.  
W-7440 Nürtingen 10 (DE)**

(74) Vertreter: **Patentanwälte  
Ruff, Beier, Schöndorf und Mütschele  
Willy-Brandt-Strasse 28  
70173 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A- 3 039 467                      DE-A- 3 703 848**  
**DE-A- 3 842 047                      GB-A- 2 030 906**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**EP 0 470 536 B1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Meßwerkzeug gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 13.

Durch die DE-OS 38 35 185 ist ein Honwerkzeug bekanntgeworden, das gleichzeitig als pneumatisches Meßwerkzeug während der Bearbeitung dient und zu diesem Zweck im Bereich von Führungsleisten eine gegen die Bohrungswandung radial gerichtete Meßdüse aufweist. Der auf die Meßdüse wirkende Staudruck dient als Referenzwert für den Bohrungsdurchmesser. Mit diesem Honwerkzeug können für ein bestimmtes Nennmaß sehr gute Bearbeitungsergebnisse erzielt werden. Es besteht jedoch das Bedürfnis nach Erhöhung der Vielseitigkeit des Einsatzes von Hon- bzw. Meßwerkzeugen.

Die DE-A-38 42 047 zeigt ein Honwerkzeug ohne Meßglieder, wobei Führungsglieder durch Federbelastung selbstnachstellend verstellbar sind.

Die EP-A-0 081 635 zeigt ein Hon- und Meßwerkzeug, bei welchem die Meßglieder wie auch die Bearbeitungsglieder lagestarr am Werkzeugkörper befestigt sind, wobei die Bearbeitungsglieder elastisch nachgebend angeordnet sind.

Gemäß der US-A-2 680 912 ist ein reines Meßwerkzeug bekannt geworden, dessen an der Bearbeitungsfläche des Werkstückes gleitend zu führende Meßglieder in ihrer Länge verstellt werden können, um Verschleiß an der Gleitfläche des Meßgliedes ausgleichen zu können. Der Meßspalt ist hier nicht zwischen Meßglied und Bearbeitungsfläche, sondern zwischen einander zugekehrten Enden zweier oder mehrerer Meßglieder vorgesehen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Meßwerkzeug der genannten Art zu schaffen, bei welchem Nachteile bekannter Ausbildungen vermieden sind und das insbesondere eine Anpassung seiner im wesentlichen nicht bearbeitenden Funktionsglieder an die jeweils zu bearbeitende bzw. in Bearbeitung befindliche Werkstück-Oberfläche oder Bohrung ermöglicht.

Zur Lösung dieser Aufgabe sind die Merkmale des Patentanspruches 1 geeignet. Z.B. ist ein oder sind mehrere gleiche oder unterschiedliche Funktionsglieder wenigstens teilweise verstellbar am Werkzeugkörper gelagert. Je nachdem, in welcher Richtung die Verstellbarkeit vorgesehen ist, können dadurch vielfältige Veränderungen des Werkzeuges durch Einstellung bzw. Justierung vorgenommen werden.

Ist das Funktionsglied quer zur Bearbeitungsfläche verstellbar, so kann es z.B. mit durch die Bearbeitung zunehmender Bohrungsweite um entsprechend geringe Maße nachgestellt oder sogar auf unterschiedliche Bearbeitungs-Nennmaße um entsprechend größere Beträge umgestellt werden. Dadurch kann mit ein und demselben Werkzeug an Rotationsflächen stark unterschiedlicher Weite gearbeitet werden. Die Verstellbarkeit kann aber auch so vorgesehen sein, daß das jeweilige Funktionsglied zwischen einer Funktions- und

einer Nicht-Funktions-Lage überführbar und so gegen mindestens ein weiteres Funktionsglied austauschbar ist, welches einem entsprechenden anderen Bearbeitungsmaß entspricht. Durch diese Ausbildung ist eine noch genauere Führung des Werkzeuges an der Werkstück-Oberfläche bzw. eine noch genauere Messung dieser Oberfläche möglich.

Die erfindungsgemäße Ausbildung eignet sich auch für Verfahren und Vorrichtungen bzw. Honwerkzeuge nach der DE-OS 38 27 892, auf die wegen weiterer Merkmale und Wirkungen Bezug genommen wird. Anstatt die Bearbeitung und Messung aufeinanderfolgend in gesonderten Stationen vorzunehmen, können beide Arbeitsgänge durch die erfindungsgemäße Ausbildung gleichzeitig in derselben Station vorgenommen werden, wobei die Verstellung bzw. Nachstellung während der Bearbeitung bzw. Relativbewegung zwischen Oberfläche und Werkzeug oder in Pausenintervallen zwischen Bearbeitungszyklen durchgeführt werden kann. Die Verstellung kann des weiteren stufenlos und/oder in Stufen vorgesehen sein.

Statt das jeweilige Funktionsglied axial im wesentlichen benachbart bzw. versetzt zu mindestens einem Bearbeitungsglied anzuordnen oder gegenüber diesem mit kleinerer oder größerer Länge auszubilden, wird es bevorzugt etwa gleich ausgebildet und so angeordnet, daß es sich teilweise oder ganz im selben Längsbereich des Werkzeugkörpers befindet. Alle Bearbeitungsglieder und mehrere bzw. alle Meßglieder bzw. Führungsglieder und/oder ähnliche Funktionsglieder können sich dadurch im selben Längsbereich des Werkzeugkörpers befinden und bei jeder Werkzeugstellung simultan wirksam sein.

Die Lagerung des jeweiligen, verstellbaren Funktionsgliedes erfolgt zweckmäßig über eine Gleitlagerung, die eine Dreh- und/oder Schiebelagerung sein kann, wobei zweckmäßig die Anordnung so getroffen ist, daß das Funktionsglied zum Verstellen nicht unmittelbar von Hand oder mit einem Werkzeug bewegt werden muß, sondern mittelbar mit einer Stelleinrichtung verstellt werden kann, die wenigstens teilweise an bzw. in dem Werkzeugkörper angeordnet ist. Ein auf das jeweilige Funktionsglied wirkendes Stellglied kann dabei im wesentlichen im selben Längsbereich des Werkzeugkörpers wie mindestens ein Stellglied für wenigstens ein Bearbeitungsglied vorgesehen sein. Zur Betätigung des jeweiligen Stellgliedes ist mindestens ein geeignetes Stellantriebsglied vorgesehen, das z.B. durch eine am Werkzeugkörper gelagerte Handhabe oder stattdessen bzw. zusätzlich durch einen Stellantrieb der das Werkzeug tragenden Maschine gebildet ist, der über eine Stellstange auf das Stellglied wirkt.

Die erfindungsgemäße Ausbildung ist auch für solche Honwerkzeuge geeignet, die zwei oder mehr unabhängig voneinander quer zur Werkstück-Oberfläche oder in anderer Richtung verstellbare Sätze von jeweils einem oder mehreren Bearbeitungsgliedern aufweist, nämlich z.B. einen ersten Satz für die Vorbearbeitung und einen zweiten Satz für die Fertigbearbeitung. Min-

destens ein oder alle Funktionsglieder können dabei über dasselbe Stellglied bzw. dieselbe Stelleinrichtung wie mindestens ein oder alle Bearbeitungsglieder verstellbar werden, oder es kann jeweils ein gesondertes Stellglied vorgesehen sein. Z.B. kann mindestens ein bzw. können alle Funktionsglieder unabhängig von dem jeweiligen Bearbeitungsglied verstellbar sein, und es können die Funktionsglieder wiederum in Gruppen zusammengefaßt sein, die unabhängig voneinander verstellbar sind. So kann mindestens ein Funktionsglied unabhängig von mindestens einem Meßglied und/oder gemeinsam mit diesem verstellbar sein. Sind mehrere, unabhängig voneinander verstellbare Stellglieder vorgesehen, so liegen diese zweckmäßig annähernd koaxial ineinander bzw. innerhalb des hohlen Werkzeugkörpers, so daß sich eine sehr kompakte Ausbildung ergibt.

Mindestens ein Funktionsglied könnte zwar in beiden entgegengesetzten Richtungen seiner Verstellbarkeit zwangsgesteuert sein, jedoch ergibt sich eine wesentlich einfachere Ausbildung, wenn es nur in eine Richtung, insbesondere in Richtung gegen die Werkstück-Oberfläche, zwangsgesteuert und in der entgegengesetzten Richtung durch mindestens eine Rückstellfeder belastet ist. Die jeweilige Rückstellfeder kann gemeinsam für mindestens zwei bzw. alle Funktions- und/oder Bearbeitungsglieder vorgesehen sein.

Zur Erhöhung der Meß- und/oder Führungsgenauigkeit ist wenigstens ein bzw. sind vorzugsweise alle Funktionsglieder leistenförmig ausgebildet. Das jeweilige Funktionsglied hat hinsichtlich der mit der Werkstück-Oberfläche zusammenwirkenden Fläche zweckmäßig annähernd gleiche Länge und/oder Breite wie mindestens ein Bearbeitungsglied.

Das jeweilige Meßglied beeinflusst zweckmäßig über mindestens eine Steuerleitung eine Steuereinrichtung, über welche z.B. das Erreichen des Fertigmaßes während der Bearbeitung angezeigt wird. Diese Steuerleitung ist wenigstens im Bereich ihrer Verbindung mit dem Meßglied gegenüber dem Werkzeugkörper lageränderbar, um die Verstellung nicht zu behindern. Z.B. kann die Steuerleitung durch einen flexiblen Schlauch gebildet sein oder wenigstens einen entsprechend flexiblen Zwischenabschnitt aufweisen; sie liegt vorteilhaft an der Außenseite des Werkzeugkörpers, kann aber auch innerhalb von dessen Außenfläche liegen. Des weiteren ist es denkbar, den Anschluß des Meßgliedes an die Steuerleitung durch eine Kupplung zu bilden, deren beide Kupplungsglieder um das Maß der Verstellung des Meßgliedes gegeneinander ohne Unterbrechung der Leitungsverbindung verschiebbar sind.

Erfindungsgemäß ist des weiteren für ein Hon- bzw. Meßwerkzeug der beschriebenen oder einer anderen Art eine Eich- bzw. Justiereinrichtung mit mindestens einer der Werkstück-Oberfläche entsprechenden Referenzfläche vorgesehen, an welcher das jeweilige Funktionsglied ausgerichtet bzw. ein Referenzwert für seine Funktion abgeleitet werden kann; Z.B. können Füh-

rungsglieder durch Anstellen an die Referenzfläche genau eingestellt werden. Des weiteren kann der Staudruck einer pneumatischen Meßeinrichtung an dieser Referenzfläche erfaßt und als Bezugswert für die Oberflächenmessung des Werkstückes verwendet werden. Die Referenzfläche befindet sich zweckmäßig so im z.B. axialen Bewegungsweg des Werkzeuges, daß sie durch eine einfache Werkzeugbewegung vom jeweiligen Funktionsglied angefahren werden kann.

Sollen bei der Bearbeitung von Werkstücken, beispielsweise bei Kolbenlaufbahnen von Zylinderblöcken, in einer Bearbeitungsstraße hintereinander Werkstücke mit unterschiedlichen Nenndurchmessern an einer einzigen Honmaschine bzw. mit einem einzigen Honwerkzeug oder ohne Werkzeugwechsel lediglich durch Umstellung der Bearbeitungsglieder bearbeitet werden, so ist zweckmäßig eine mindestens der Anzahl der unterschiedlichen Nennmaße entsprechende Anzahl von Referenzflächen vorgesehen, damit im wesentlichen für jede Einstellung der Bearbeitungsglieder auch eine Eichung bzw. Justierung möglich ist. Es ist denkbar, die Referenzflächen gleichsinnig abgestuft hintereinander vorzusehen, so daß sie je nach Einstellung der Funktions- bzw. Bearbeitungsglieder durch mehr oder weniger weites axiales Zurückfahren des Werkzeuges in Eingriff mit diesen Gliedern gebracht werden können, ohne daß weitere Bewegungen erforderlich sind. Stattdessen oder zusätzlich hierzu können Referenzflächen aber auch magazinartig nebeneinander, z.B. nach Art eines drehbaren Revolvermagazines, vorgesehen bzw. nacheinander in den Bewegungsweg des Werkzeuges überführbar sein.

Erfindungsgemäß wird des weiteren ein Verfahren zur Messung einer Werkstück-Oberfläche gemäß dem Anspruch 13 vorgeschlagen. Bevorzugt wird im Zuge der Bearbeitung einer Werkstück-Oberfläche mindestens ein Funktionsglied gegen diese Oberfläche nachgestellt, um seine durch die Bearbeitung größer gewordenen Funktionstoleranzen wieder zu verkleinern. Im Falle eines pneumatischen Meßgliedes z.B. kann das Werkzeug im Zuge der genannten Bearbeitung von der Werkstück-Oberfläche zurück- bzw. aus der Bohrung herausgefahren, nachgestellt und für einen Null-Abgleich der Steuereinrichtung an der Referenzfläche geeicht werden, wonach sofort die weitere Bearbeitung fortgeführt wird. Dadurch werden die Nachteile vermieden, die sich dadurch ergeben, daß mit zunehmender Bearbeitung der Meßspalt zwischen Meßglied und Werkstück-Oberfläche größer wird und dadurch gegen Ende der Bearbeitung die Meßgenauigkeit abnimmt.

Eine Verstellung des jeweiligen Funktionsgliedes in, wenn auch kleinsten, Stufen kann durch eine abgestufte Steuerkurve des Stellgliedes und/oder dadurch erreicht werden, daß ein Stellglied mit z.B. kontinuierlich steigender Steuerkurve über einen Schrittmotor betätigt wird, dessen Stellschritte durch ein Zählwerk genau bestimmbar sind, so daß die tatsächliche Einstellung jederzeit genau erfaßt ist.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Werkzeug im Axialschnitt,

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Maschine zum Betrieb des Werkzeuges in teilweise vereinfachter Darstellung,

Fig. 3 eine weitere Ausführungsform eines Werkzeuges in einer Darstellung entsprechend Fig. 1 und

Fig. 4 ein Stellglied in Ansicht.

Das nach Art eines Hon- bzw. Meißdornes ausgebildete Werkzeug 1 weist einen im wesentlichen hohlen bzw. hülsenförmigen Werkzeugkörper 2 auf, der am hinteren Ende einen Werkzeugschaft 3 mit einem Kuppelungsglied 4 zur kardanisch selbstausrichtenden Verbindung mit einer drehbaren und/oder axial sowie ggf. oszillierend bewegbaren Maschinenspindel aufweist. Ein vorderer, an den Werkzeugschaft 3 anschließender Abschnitt des Werkzeuges 1 bildet einen Werkzeugkopf 5, mit dessen Bereich das Werkzeug bearbeitet, führt und/oder mißt.

Am Mantel 6 des im wesentlichen einteiligen Werkzeugkörpers 2 sind mehrere im wesentlichen gleiche und gleichmäßig um die Werkzeugachse verteilte, leistenförmige Bearbeitungsglieder 7 vorgesehen, von denen jeweils zwei annähernd in einer gemeinsamen Axialebene liegen und die sich annähernd achsparallel zum Werkzeug erstrecken. Jedes Bearbeitungsglied 7 weist eine in einem Längsschlitz des Mantels 6 annähernd radial geführte Tragleiste 8 mit einem Bearbeitungs-Belag 9 an der radial äußeren Leistenkante auf. Außerdem sind in entsprechenden Längsschlitz des Mantels 6 mehrere im wesentlichen gleichmäßig um die Werkzeugachse verteilte Funktionsglieder 10 annähernd radial verstellbar geführt, die ebenfalls leistenförmig ausgebildet sind, wobei zweckmäßig jeweils zwei gleichartige Funktionsglieder 10 im wesentlichen in einer gemeinsamen Axialebene vorgesehen sind. Jedes Funktionsglied 10 weist eine Tragleiste 11 und an deren äußeren Längskante einen hochverschleißfesten Belag 12 auf. Die Führungsschlitze für die Bearbeitungsglieder 7 und die Funktionsglieder 10 können gleiche Abmessungen haben, und ihre Enden können jeweils in einer gemeinsamen, zur Werkzeugachse rechtwinkligen Ebene liegen, so daß ein und derselbe Werkzeugkörper mit einer unterschiedlichen Verteilung und unterschiedlichen Anzahlen der genannten Glieder je nach den Erfordernissen bestückt werden kann.

Bei einer bevorzugten Ausbildung sind sechs Glieder im wesentlichen gleichmäßig über den Umfang verteilt, wobei vier als Bearbeitungsglieder und zwei als Meß- bzw. Führungsglieder ausgebildet sind. Vorteilhaft

kann aber auch zwischen jeweils zwei benachbarten Bearbeitungsgliedern ein Funktionsglied 10 vorgesehen sein, wobei in Umfangsrichtung abwechselnd die Funktionsglieder als Meßglieder und Führungsglieder ausgebildet sein können oder das jeweilige Funktionsglied 10 gleichzeitig zur Messung und Führung bestimmt sein kann.

Die Bearbeitungsglieder 7 sind mit einer innerhalb des Mantels 6 liegenden Stellanrichtung 13 und die Funktionsglieder 10 mit einer weiteren Stellanrichtung 14 verstellbar, deren hülsenförmiges Stellglied 16 an der Innenseite des Mantels 6 und an deren Innenseite ein Stellglied 15 der Stellanrichtung 13 geführt ist. Die Stellglieder 15, 16 weisen an ihren hinteren Enden innerhalb des Werkzeugschaftes und ineinanderliegende Anschlußglieder 17, 18 zur Verbindung mit entsprechend ineinanderliegenden Stellstangen der Maschinenspindel auf, welche beim Einsetzen des Werkzeuges 1 in die Maschinenspindel zweckmäßig gleichzeitig mit den Anschlußgliedern 17, 18 so gekuppelt werden, daß mindestens ein, insbesondere das Stellglied 15 axial in beiden Richtungen zwangsläufig formschlüssig mitgenommen werden kann.

Die Stellanrichtung 13 weist zwei im axialen Abstand hintereinander liegende, spitzwinklige Stellkegel auf, deren Außenumfang jeweils eine Steuerkurve 19 bildet und die mit anschließenden Zylinderabschnitten an der zylindrischen Innenfläche des Stellgliedes 16 geführt sind. Dieses weist am Außenumfang zwei in einem größeren Axialabstand und annähernd im Bereich der Enden der Funktionsglieder 10 hintereinander liegende, abgestufte Steuerkurven 20 auf, die jedoch - insbesondere bei Verwendung eines elektronischen Schrittmotors als Stellantrieb - auch stufenfrei konisch sein könnten. An den Steuerkurven 19 liegen die Bearbeitungsglieder 7 mit radial nach innen gerichteten, plattenförmigen Steuernocken 21 an, welche über die inneren Längskanten der Tragleisten 8 als einteilige Bestandteile vorstehen, im axialen Abstand zueinander liegen und Laufflächen aufweisen, die durch ihre inneren Längskanten gebildet sowie annähernd gleich lang wie die jeweils zugehörige Steuerkurve 19 sind.

Die Funktionsglieder 10 weisen entsprechende, flachplattenförmige Steuernocken 22 auf, welche über die innere Längskante der jeweiligen Tragleiste 11 vorstehen, einteilig mit dieser ausgebildet sind, annähernd an deren Endkanten anschließen und einen größeren Axialabstand als die Steuernocken 21 voneinander aufweisen. Jeder Steuernocken 22 ist mit einer schrägen, zur Werkzeugachse spitzwinkligen Lauffläche für die Führung an der zugehörigen Steuerkurve 20 versehen, wobei diese Lauffläche zweckmäßig am Nockenende in eine neutral wirkende Kante übergeht, die entsprechend den zugehörigen Stufenflächen der Steuerkurve 20 etwa achsparallel zum Werkzeug liegt. Die Steuernocken 21 durchsetzen Durchtritte 23 in Form von Längsschlitz im Mantel des Stellgliedes 16; diese Durchtritte 23 sind mindestens um den maximalen

Stellweg des Stellgliedes 16 länger als die Steuernocken 21, wobei für hintereinander liegende Steuernocken 21 gesonderte Durchtritte 23 vorgesehen sind, zwischen deren Enden jeweils ein Abschnitt des Mantels des Stellgliedes 16 liegt. Die Lauflächen der Steuernocken 21 bzw. 22 können im Querschnitt schneidenartig zugespitzt bzw. mit entsprechenden Flanken versehen sein, so daß auch dann eine große Anzahl von beispielsweise sechzehn Bearbeitungs- bzw. Funktionsgliedern untergebracht werden kann, wenn der kleinste Abstand der zugehörigen Steuerkurve 19 bzw. 20 von der Werkzeug- bzw. Stellachse nur wenige Millimeter beträgt.

Die Bearbeitungsglieder 7 und die Funktionsglieder 10 sind durch gemeinsame Federn 24, 25 radial nach innen federbelastet. Damit hierfür nur zwei Federn 24, 25 erforderlich sind, sind diese durch Ringfedern gebildet, welche in Nuten im Bereich der Enden der Tragleisten 8, 11 eingreifen. Durch die Federn 24, 25 werden die Steuernocken 21, 22 spielfrei an den Steuerkurven 19, 20 angelegt gehalten. Das Stellglied 16 ist zweckmäßig nur in seiner der Zustellung zugehörigen, zum vorderen Werkzeugende gerichteten Stellbewegung zwangsläufig bewegbar und wird in der entgegengesetzten Richtung durch eine Rückstellfeder 26 bewegt, die im Bereich des vorderen Endes am Stellglied 16 angreift, achsgleich zu diesem angeordnet ist, in Längsrichtung vor den vorderen Enden der Bearbeitungs- bzw. Funktionsglieder 7, 10 bzw. der Stellglieder 15, 16 liegt und zweckmäßig in einem Federgehäuse 27 angeordnet ist, das durch das vordere Ende des Mantels 6 des Werkzeugkörpers 2 gebildet ist. Durch die beschriebene Ausbildung kann der Mantel 6 eine im wesentlichen über seine gesamte Länge durchgehend konstante Innenweite zur Führung des Stellgliedes 16 und/oder zur Aufnahme der Rückstellfeder 26 aufweisen.

Das Funktionsglied 10 weist etwa in der Mitte der Länge und/oder der Breite seiner Arbeitsfläche, die annähernd über die gesamte Länge der Tragleiste 11 reicht, die etwa rechtwinklig zu dieser Arbeitsfläche gerichtete Düsenöffnung einer Meßdüse 28 auf, welche durch eine Düsenbohrung im Belag 12 gebildet ist. Diese Düsenbohrung ist mit ihrem inneren Ende an das Ende eines Kanales 29 angeschlossen, welcher als Bohrung in der Tragleiste 11 vorgesehen ist und von deren, insbesondere hinteren, Endkante ausgeht. Für die Verbindung der Meßdüse 28 mit einer Druckquelle bzw. einer Erfassungseinrichtung für den Druck ist am Werkzeug 1 ein Anschluß 30, z.B. ein Steckanschluß, vorgesehen, an welchen eine entsprechende Schlauch- oder Rohrleitung der Maschine angeschlossen werden kann. Zu diesem Zweck ist an dem Funktionsglied 10 bzw. der Tragleiste 11 ein Kupplungsstück in Form beispielsweise eines S-förmig abgekröpften Rohrkrümmers befestigt, der benachbart zum Außenumfang des Mantels 6 frei nach hinten absteht und durch Einstekken in einen entsprechend erweiterten Endabschnitt des Kanales 29 am Funktionsglied 10 befestigt ist. Das

Kupplungsstück 31 greift mit seinem an die Endkante des Funktionsgliedes 10 anschließenden Abschnitt in eine durch eine Axialnut gebildete Tasche 32 am Außenumfang des Mantels 6 so ein, daß es ungehindert die Radialbewegungen des Funktionsgliedes 10 gegenüber dem Mantel 6 mit ausführen kann.

Das Werkzeug 1 dient zur Verwendung an einer Maschine gemäß Fig. 2, an deren Arbeitsspindel 33 es befestigt wird. Die Arbeitsspindel 33 ist mit einem Arbeitsantrieb 34 dreh- und axial bewegbar, wobei ein Stellmotor 35 dieses Arbeitsantriebes 34 so ausgebildet ist, daß das Werkzeug 1 in unterschiedliche Axial- bzw. Funktionslagen überführt und in der jeweiligen Funktionslage festgehalten werden kann. In der hohlen Arbeitsspindel 33 ist eine ebenfalls hohle Stellstange 36 axial verschiebbar oder - falls eine der beschriebenen Stellbewegungen des Werkzeuges keine Axialbewegung, sondern eine Drehbewegung sein sollte - drehbar gelagert, die über eine Stelleinrichtung 37 mit einem Stellmotor 38 zu bewegen ist und zur Betätigung der Stelleinrichtung 14 dient. Entsprechend drehbar und/oder verschiebbar ist in der Stellstange 36 zur Betätigung der Stelleinrichtung 13 eine Stellstange 39 gelagert, die über eine Stelleinrichtung 40 mit einem Schrittmotor 41 anzutreiben ist. Die Stelleinrichtungen 37, 40 können in jeder Axiallage der Arbeitsspindel 33 wirksam werden.

Das zu messende bzw. zu bearbeitende Werkstück 43 ist auf einem Maschinentisch 42 ggf. mit einer Transporteinrichtung so anzuordnen, daß es quer zur Werkzeugachse in einer Reihe mit weiteren Werkstücken in und aus dem Arbeitsbereich des Werkzeuges 1 bewegt werden kann. Am Werkstück 43 ist eine innen liegende Oberfläche 44 in Form einer Bohrung zu bearbeiten. Der Anschluß 30 des Funktionsgliedes 10 ist über eine entlang der Arbeitsspindel 33 nach oben geführte Leitung 45 an einen Wandler 46 angeschlossen, in welchem der an die Meßdüse 28 angelegte und durch die Oberfläche 44 je nach Abstand mehr oder weniger gestaute Luftdruck in einen elektrischen Wert umgewandelt wird, der z.B. über eine Rückkoppelungssteuerung entsprechende Signale an eine Steuereinrichtung 47 bzw. an deren Meßwerterfassung 48 gibt. Die Steuereinrichtung 47 erhält außerdem vom Arbeitsantrieb und/oder von einer oder beiden Stelleinrichtungen 37, 40 Zustandssignale darüber, in welchem Lage- und Einstellzustand sich das Werkzeug 1 bzw. die Bearbeitungs- und Funktionsglieder 7, 10 befinden. Diese Signale werden in einem Prozessor zu Steuerimpulsen verarbeitet, durch welche zumindest der Stellantrieb 35 und die Stelleinrichtungen 37, 40 gesteuert werden.

Um die Funktionsglieder 10 jederzeit nacheinander zu können, ist außerhalb des Arbeitsbereiches des Werkzeuges 1 zwischen den dem Arbeitsantrieb 34 aufweisenden Spindelkopf der Maschine und dem Maschinentisch 42 eine Justiereinrichtung 50 mit einem Eichring 51 vorgesehen, welcher von der Arbeitsspindel 33 koaxial durchsetzt wird. Sobald die Meßwerterfassung 48 einen zu geringen Staudruck feststellt, wird das

Werkzeug 1 programmgesteuert über den Arbeitsantrieb 34 in den Eichring 51 zurückgezogen, und die Funktionsglieder 10 werden über die Stelleinrichtungen 37 um ein vorbestimmtes Maß nachgestellt. Anhand der mit der fertigbearbeiteten Oberfläche 44 übereinstimmenden Referenzfläche 52 des Eichringes 51 wird dann über die Meßwerterfassung 48 der zugehörige Signalwert des Referenz-Staudruckes erfaßt und über einen Null-Abgleich 59 als Ausgangswert für die weitere Messung der Oberfläche 44 festgelegt. Nach diesem Arbeitsschritt fährt das Werkzeug 1 wieder in die gekrümmte Oberfläche 44 ein und setzt die Bearbeitung fort.

Die Steuereinrichtung 47 kann auch zur Kompensation des Verschleißes der Bearbeitungsglieder 7 vorgesehen sein. Sobald durch die Meßwerterfassung 48 festgestellt wird, daß das von den Funktionsgliedern 10 gemessene Maß um einen bestimmten Betrag von dem gewünschten Soll-Maß abweicht, wird ein Signal an den Zustellmechanismus gegeben, der die entsprechenden Kompensationsschritte durch den Stellmotor 41 ausführen läßt. Stattdessen kann die Verschleißkompensation auch aufgrund eines empirisch ermittelten Wertes vorgenommen werden, der sich aufgrund einer bestimmten Bearbeitungsdauer und -intensität ergibt.

Die erfindungsgemäße Maschine ist auch dafür geeignet, Oberflächen 44 unterschiedlichen Nennmaßes nacheinander mit ein und demselben Werkzeug 1 zu bearbeiten. Um dabei trotzdem Nacheichungen ohne aufwendiges Umrüsten der Maschine vornehmen zu können, weist die Justiereinrichtung 50 in einem Magazin 53 eine entsprechende Anzahl von Eichkörpern bzw. Eichringen 51 auf, die den vorkommenden Nennmaßen entsprechende Referenzflächen 52 haben. Das Magazin kann z.B. ein Revolvermagazin sein, welches um eine zur Werkzeugachse parallele Abstandsachse mit einem Stellmotor 54 so drehbar ist, daß jeder Eichring 51 in eine zum Werkzeug 1 achsgleiche Lage überführt werden kann. Der Hubantrieb der Arbeitsspindel 33 ist so ausgeführt, daß das Werkzeug 1 nach dem Durchfahren des Eichringes 51 vollständig gegenüber diesem zurückgezogen werden kann und somit das Magazin 53 für das genannte Weiterschalten freigibt. Statt eines Revolvermagazines könnte auch ein etwa linear bzw. rechtwinklig zur Werkzeugachse in entsprechenden Lagerungen eines Maschinengestelles verschiebbares Magazin vorgesehen sein.

In Fig. 1 ist das Werkzeug 1 in seiner Einstellung für den kleinstmöglichen Nenndurchmesser dargestellt. Zur Bearbeitung einer Bohrung mit einem größeren Nenndurchmesser werden die Bearbeitungsglieder 7 über die Stelleinrichtungen 13, 40 entsprechend zugestellt. Im wesentlichen gleichzeitig werden die Funktionsglieder 10 über die Stelleinrichtungen 14, 37 entsprechend zugestellt. Damit die jeweils richtige Einstellung selbsttätig vorgenommen wird, kann im Transportweg der Werkstücke 43 ein Sensor 55 für eine entsprechende, an den Werkstücken 43 vorhandene Kodierung oder dgl. vorgesehen sein, aus welcher das

jeweils zu bearbeitende Nennmaß hervorgeht. Der Sensor 55 gibt diese Information als kodiertes Signal an den Prozessor der Steuereinrichtung 47 weiter, der daraufhin in der beschriebenen Weise die genannten Einstellungen vornimmt und die aufeinanderfolgenden Arbeitsschritte der Justiereinrichtung 50 veranlaßt, welche erforderlich sind, damit der zugehörige Eichring 51 in Funktionslage überführt wird.

In den Figuren 3 und 4 sind für einander entsprechende Teile die gleichen Bezugszeichen wie in Fig. 1, jedoch mit dem Index "a" verwendet, weshalb entsprechende Beschreibungsteile auch für dieses Ausführungsbeispiel sinngemäß gelten. Die unterschiedlichen oder gleichen Ausbildungen nach den Figuren 1 und 3 können auch gemeinsam oder mehrfach an einem Werkzeug vorgesehen sein. Die Stelleinrichtung 14a liegt bei dieser Ausführungsform im Bereich des vorderen Endes des Werkzeuges 1a und ist zweckmäßig statt mit einem am Werkzeugkörper 2a angeordneten Stellmotor manuell mit einer Handhabe in Form eines Stellringes 38a betätigbar. Das Stellglied 16a ist nach vorne über das zugehörige Ende des Werkzeugkörpers 2a bzw. dessen Endabschnitt 27a hinaus verlängert und von dem Stellring 38a umgeben, der über Nocken 56, z.B. zwei achsgleiche, radiale Stifte in Kulissenführungen 37a des Stellgliedes 16a eingreift, welche als abgestufte Schlitze in dessen vorderem Ende vorgesehen sind und nach Art einer abgestuften Wendel axiale Steigung haben. Der Stellring 38a übergreift das vordere, im Durchmesser entsprechend reduzierte Ende des Werkzeugkörpers 2a und ist gegenüber diesem zwar axial gesichert, jedoch drehbar, was z.B. durch radial nach innen vorstehende Nocken erzielt werden kann, welche nachstellbar in eine Ringnut des Werkzeugkörpers 2a eingreifen.

Damit der Stellring 38a in der jeweiligen Drehstellung gesichert ist, ist zweckmäßig eine Rasteinrichtung 57 vorgesehen, die im Bereich der hinteren Stirnfläche des Stellringes 38a und einer benachbart zu dieser liegenden Ringschulter des Werkzeugkörpers 2a liegen kann. Z.B. kann in einem äußeren Mantelteil des Stellringes 38a ein axial federbelastetes Rastglied beweglich angeordnet sein, dem in der Ringschulter ein Kranz eng nebeneinanderliegender Rastvertiefungen zugeordnet ist, so daß der Stellring 38a nach jedem Arbeitsschritt von wenigen Winkelgraden wieder selbsttätig gesichert ist. Das Stellglied 16a ist außer über den Eingriff der Steuernocken 21a in die Durchtritte 23a noch dadurch gegen Verdrehen und/oder axial gesichert, daß wenigstens einer der Durchtritte 23a nach vorne verlängert ist und in die Verlängerung ein Radialstift im vorderen Ende des Werkzeugkörpers 2a eingreift. Drehbewegungen des Stellringes 38a führen zu entsprechenden axialen Stellbewegungen des Stellgliedes 16a und zur radialen Stellbewegung der Funktionsglieder 10a.

Durch die beschriebene Ausbildung der Stelleinrichtung 14a kann das Werkzeug 1a nur mit einer Stelleinrichtung 40 für die Bearbeitungsglieder 7a betrieben

werden. Das zugehörige Stellglied 15a ist in diesem Fall in Rückstellrichtung durch eine Rückstellfeder 26a belastet, welche einen am hinteren Ende des Steuerkörpers lösbar befestigten Schaft bzw. das Anschlußglied 17a umgibt, so daß die Stellstange 39 nicht formschlüssig mit dem Anschlußglied 17a bzw. einem nach hinten an dieses anschließenden Schubbolzen gekuppelt werden muß.

Das Stellglied 16a kann aus einem durchgehend konstante Querschnitte aufweisenden Abschnitt eines Rohres hergestellt werden. An dessen Außenumfang werden dann nach Art von Ringnuten die Steuerkurven 20a mit entsprechend abgestuften Bodenflächen und schrägen Flanken für die Schrägflanke des jeweils zugehörigen Steuernockens 22a hergestellt. Außerdem werden die Durchtritte 23a hergestellt, die über die innere und/oder äußere Endflanke der jeweiligen Steuerkurve 20a zweckmäßig vorstehen, so daß die jeweilige Steuerkurve durch über den Umfang verteilte Kurvensegmente gebildet ist, von denen jeweils eines für die Steuerung eines Funktionsgliedes 10a vorgesehen ist. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind acht Funktionsglieder 10a und acht zwischen diesen liegende Bearbeitungsglieder 7a vorgesehen. Dabei bilden vorteilhaft sechs Funktionsglieder 10a, von denen jeweils zwei etwa in einer gemeinsamen Axialebene liegen, nur Führungsglieder ohne Meßdüsen, während nur zwei annähernd in einer gemeinsamen Axialebene liegende Funktionsglieder 10a als Meßglieder ausgebildet sind. Wenigstens der Bereich der Düsenöffnungen 28, 28a oder die gesamte Arbeitsfläche des jeweiligen Meßgliedes wird zweckmäßig stets so eingestellt, daß dieser Bereich gegenüber der Bearbeitungsfläche 44 mit einem geringen Spaltabstand berührungsfrei bleibt.

Die erfindungsgemäße Ausbildung kann auch für die unter dem Warenzeichen "Precidor" der Anmelderin bekannten Honwerkzeuge nach der DE-PS 24 60 997 vorgesehen sein, auf die wegen weiterer Merkmale und Wirkungen Bezug genommen wird.

## Patentansprüche

1. Meßwerkzeug für Honbearbeitungen oder dgl. mit einem Werkzeugkörper (2, 2a) und mindestens einem bei der Messung entlang der Bearbeitungsfläche (44) zu bewegendem Funktionsglied, das wenigstens ein vom Werkzeugkörper (2, 2a) getragenes sowie quer zur Bearbeitungsfläche (44) verstellbares Meßglied (10, 10a) einschließt, wobei zur Veränderung der Meßgenauigkeit eine auf das Meßglied (10, 10a) wirkende Stelleinrichtung (14, 14a) mit mindestens einem eine Stellbewegung ausführenden Stellglied (16, 16a) sowie insbesondere zur Bildung eines Honwerkzeuges mindestens ein Funktionsglied als Bearbeitungsglied (7, 7a), Führungsglied oder dgl. vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellglied (16, 16a) zur mittelbaren Verstellung des Meßgliedes (10, 10a) gegenüber dem Werkzeugkörper (2, 2a) durch

Übertragung seiner Stellbewegung an dem Werkzeugkörper (2, 2a) gelagert und das Meßglied (10, 10a) an dem Stellglied (16, 16a) geführt ist.

2. Meßwerkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Funktionsglied (10, 10a) quer zur Bearbeitungsfläche (44) verstellbar gelagert ist, daß insbesondere das Funktionsglied (10, 10a) in einer Öffnung, wie einem Schlitz, eines Mantels (6, 6a) des Werkzeugkörpers (2, 2a) annähernd radial zur Werkzeugachse geführt ist, und daß vorzugsweise das Meßglied (10, 10a) mit der Bearbeitungsfläche (44) einen Meßspalt bildet, dessen Größe mit der Stelleinrichtung (14, 14a) veränderbar ist.
3. Meßwerkzeug nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Funktionsglied (10, 10a) im wesentlichen im selben Längsbereich des Werkzeugkörpers (2, 2a) wie wenigstens ein Bearbeitungsglied (7, 7a) liegt und/oder annähernd gleiche Länge hat, daß insbesondere alle Funktions- und Bearbeitungsglieder (10, 7 bzw. 10a, 7a) im selben Längsbereich des Werkzeugkörpers (2, 2a) vorgesehen sind, und daß vorzugsweise mindestens ein Stellglied (16, 16a) axial verschiebbar und/oder innerhalb des Werkzeugkörpers (2, 2a) angeordnet ist.
4. Meßwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Stellglied (16, 16a) für mindestens ein Funktionsglied (10, 10a) und ein Stellglied (15, 15a) für mindestens ein Bearbeitungsglied (7, 7a) wenigstens teilweise im selben Längsbereich des Werkzeugkörpers (2, 2a) liegen, daß insbesondere zwei Stellglieder (16, 16a) ineinander liegen, und daß vorzugsweise das Stellglied (16, 16a) für das Meßglied (10, 10a) das andere Stellglied (15, 15a) hülsenförmig umgibt und Durchtritte (23, 23a) für Bearbeitungsglieder (7, 7a) aufweist und/oder daß ein Stellglied (16, 16a) für mindestens ein Funktionsglied (10, 10a) wenigstens eine Steuerkurve (20, 20a) aufweist, daß insbesondere zwei in Längsrichtung hintereinander liegende Steuerkurven (20, 20a) für das Funktionsglied (10, 10a) vorgesehen sind und daß vorzugsweise ein Stellglied (16, 16a) seitlich benachbart zur jeweiligen Steuerkurve (20, 20a) mit mindestens einem schlitzförmigen Durchtritt (23, 23a) für ein Bearbeitungsglied (7, 7a) versehen ist.
5. Meßwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Funktionsglied (10, 10a) über einen Schrittmotor (38), eine abgestufte Steuerkurve (20, 20a) oder dgl. stufenweise verstellbar ist, daß insbesondere mindestens ein Funktionsglied (10, 10a) auf unterschiedliche Bearbeitungs-Nennmaße ver-

stellbar ist und daß vorzugsweise mindestens ein Funktionsglied (10, 10a) mit mindestens einem Steuernocken (22, 22a) an einer Steuerkurve (20, 20a) anliegt und/oder daß mindestens ein Funktionsglied (10, 10a) in einer Stellrichtung federbelastet ist, daß insbesondere mindestens ein Funktionsglied (10, 10a) mit mindestens einer Ringfeder (24, 25 bzw. 24a, 25a) federbelastet ist, und daß vorzugsweise das Funktionsglied (10, 10a) mit einer Rückstellfeder belastet ist, durch welche auch mindestens ein Bearbeitungsglied (7, 7a) federbelastet ist.

6. Meßwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei einander etwa diametral gegenüberliegende Meß- und/oder Führungsglieder vorgesehen sind und daß vorzugsweise zwischen jeweils zwei benachbarten Bearbeitungsgliedern (7, 7a) ein verstellbares Funktionsglied (10, 10a) vorgesehen ist.
7. Meßwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Bearbeitungsglied (7, 7a) auf unterschiedliche Bearbeitungs-Nennmaße verstellbar ist, daß insbesondere mindestens ein Bearbeitungsglied (7, 7a) stufenlos, mit einem Schrittmotor (41) oder dgl., verstellbar ist und daß vorzugsweise alle Funktionsglieder (10, 10a) gemeinsam verstellbar sind.
8. Meßwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Funktionsglied (10, 10a) mit der am Werkzeugkörper (2, 2a) angeordneten Stelleinrichtung (14, 14a) manuell und/oder mit einer Maschinen-Stelleinrichtung (37) über einen Werkzeugschaft (3, 3a) verstellbar ist, und daß vorzugsweise die Stelleinrichtung (14a) einen am vorderen Ende des Werkzeugkörpers (2a) benachbart zum Arbeitsbereich gelagerten Stellring (38a) aufweist.
9. Meßwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Stellglied (16a) der Stelleinrichtung (14a) für mindestens ein Funktionsglied (10a) in entgegengesetzten Richtungen formschlüssig zwangsgesteuert bewegbar ist, daß insbesondere das Stellglied (16a) über mindestens eine Stellkullisse (37a) mit einem drehbaren Stellring (38a) vorhanden ist, und daß vorzugsweise der Stellring (38a) in Drehschritten über eine Rasteinrichtung (57) rastbar ist.
10. Meßwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Meßglied (10, 10a) eine Meßdüse (28, 28a) für ein Druckmedium aufweist, daß insbesondere das Meßglied (10, 10a) einen starr an ihm

befestigten Medienanschluß (31, 31a) aufweist, und daß vorzugsweise der Medienanschluß (31, 31a) bewegbar in eine Tasche (32, 32a) des Werkzeugkörpers (2, 2a) eingreift.

11. Meßwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Justiereinrichtung (50) für mindestens ein Funktionsglied (10, 10a) vorgesehen ist, daß insbesondere im Bewegungsweg des Meßwerkzeuges (1, 1a) wenigstens eine Referenzbohrung (52) oder dgl. vorgesehen ist, und daß vorzugsweise mehrere Referenzbohrungen (52) für unterschiedliche Bearbeitungs-Nennmaße axial hintereinander, nebeneinander bzw. an einem Magazin (53) angeordnet sind, wobei insbesondere die Referenzbohrungen (52) nach Art eines Revolvermagazines wahlweise in den Bewegungsweg des Meßwerkzeuges (1, 1a) überführbar sind.
12. Meßwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung (48) zur Erfassung einer Meßgenauigkeit des Meßgliedes (10, 10a) während der Bearbeitung und eine von dieser beeinflusste Steuereinrichtung (47) zum Nachstellen und/oder zur Nacheichung eines Funktionsgliedes (10a) bei Unterschreiten einer vorbestimmten Meßgenauigkeit vorgesehen ist, und daß vorzugsweise das Meßwerkzeug (1, 1a) in einer für die Nachstellung bzw. Nacheichung vorgesehenen Lage aus der Bearbeitungsfläche (44) ausgefahren bzw. in eine Referenzbohrung (52) eingefahren ist.
13. Verfahren zum Messen einer Bearbeitungsfläche (44) eines Werkstückes (43), mit einem, insbesondere während des Meßvorganges gegenüber einem Werkzeugkörper (2, 2a) im wesentlichen feststehenden, Meßglied (10, 10a) eines Meßwerkzeuges (1, 1a), wobei während der Bewegung des Meßgliedes (10, 10a) gegenüber der Bearbeitungsfläche (44) anhand eines vom Abstand zwischen dieser und einer Arbeitsfläche des Meßgliedes (10, 10a) abgeleiteten Signales gemessen wird, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Meßglied (10, 10a) zur Veränderung der Meßgenauigkeit verstellt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß während der Bearbeitung gemessen, dabei die Meßgenauigkeit erfaßt und bei Unterschreiten einer vorbestimmten Meßgenauigkeit das Werkzeug (1, 1a) von der Bearbeitungsfläche (44) zurück- und in den Bereich einer Referenzfläche (52) bewegt wird, daß insbesondere das Meßglied (10, 10a) gegen die Referenzfläche (52) zugestellt und dann anhand der Referenzfläche (52) eine Eichung einer Meßwerterfassung (48) vorgenommen wird, und daß vorzugsweise danach die Bear-



beitungsfläche (44) weiter- bzw. fertigbearbeitet wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß aufeinanderfolgend Bearbeitungsflächen (44) unterschiedlichen Nennmaßes mit demselben Werkzeug (1, 1a) gemessen und/oder bearbeitet werden, daß insbesondere in einer Bearbeitungspause zwischen der Bearbeitung dieser aufeinanderfolgenden Bearbeitungsflächen (44) Meßglieder (10, 10a) und/oder Bearbeitungsglieder (7, 7a) auf das folgende Nennmaß umgestellt werden, und daß vorzugsweise Meß- und/oder Führungsglieder anhand einer in deren Bewegungsbereich gebrachten, der folgenden Bearbeitungsfläche (44) entsprechenden Referenzfläche (52) justiert werden.

### Claims

1. Measuring tool for honing or the like having a tool body (2, 2a) and at least one operating member to be moved along the machining surface (44) during the measurement and which encloses at least one measuring member (10, 10a) carried by the tool body (2, 2a) and adjustable transversely to the machining surface (44) and in which for modifying the measuring accuracy is provided a control mechanism (14, 14a), acting on the measuring member (10, 10a) and having at least one control member (16, 16a) performing a control movement, as well as in particular for forming a honing tool at least one operating member as the machining member (7, 7a), guide member, etc., characterized in that the control member (16, 16a) for the indirect adjustment of the measuring member (10, 10a) is mounted opposite to the tool body (2, 2a) for transferring its control movement to said tool body (2, 2a) and the measuring member (10, 10a) is guided on the control member (16, 16a).
2. Measuring tool according to claim 1, characterized in that at least one operating member (10, 10a) is adjustably mounted at right angles to the machining surface (44) and is preferably guided in an opening, such as a slot, of a jacket (6, 6a) of the tool body (2, 2a) approximately radially to the tool axis and that preferably the machining member (10, 10a) forms with the machining surface (44) a measuring gap, whose size can be varied with the control mechanism (14, 14a).
3. Measuring tool according to claims 1 or 2, characterized in that at least one operating member (10, 10a) is located substantially in the same length region of the tool body (2, 2a) as at least one machining member (7, 7a) and/or has approximately the same length, that in particular all the operating and machining members (10, 7 or 10a, 7a) are provided in the same length region of the tool body (2, 2a) and that preferably at least one control member (16, 16a) is arranged in axially displaceable manner and/or within the tool body (2, 2a).
4. Measuring tool according to one of the preceding claims, characterized in that a control member (16, 16a) for at least one operating member (10, 10a) and a control member (15, 15a) for at least one machining member (7, 7a) are located at least partly in the same length region of the tool member (2, 2a) that in particular two control members (16, 16a) are located within one another and that preferably the control member (16, 16a) for the operating member (10, 10a) surrounds in sleeve-like manner the other control member (15, 15a) and has passages (23, 23a) for the machining members (7, 7a) and/or that a control member (16, 16a) for at least one operating member (10, 10a) has at least one control cam (20, 20a) and in particular two longitudinally succeeding control cams (20, 20a) for the operating member (10, 10a) and is preferably provided laterally adjacent to the control cam (20, 20a) with at least one slot-like passage (23, 23a) for a machining member (7, 7a).
5. Measuring tool according to one of the preceding claims, characterized in that at least one operating member (10, 10a) is adjustable by means of a stepping motor (38), a stepped control cam (20, 20a) or the like in stepwise manner, that in particular at least one operating member (10, 10a) is adjustable to different machining nominal dimensions and that preferably at least one operating member (10, 10a) engages with at least one control cam disk (22, 22a) on a control cam (20, 20a) and/or that at least one operating member (10, 10a) is spring loaded in a control direction, that in particular at least one operating member (10, 10a) is spring loaded with at least one circlip (24, 25 or 24a, 25a) and preferably the operating member (10, 10a) is loaded with a restoring spring, through which is spring loaded at least one machining member (7, 7a).
6. Measuring tool according to one of the preceding claims, characterized in that at least two roughly diametrically facing measuring and/or guide members are provided and that preferably an adjustable operating member (10, 10a) is provided between in each case two adjacent machining members (7, 7a).
7. Measuring tool according to one of the preceding claims, characterized in that at least one machining member (7, 7a) is adjustable to different machining nominal dimensions, particularly in stepless manner, with a stepping motor (41) or the like and that

preferably all the operating members (10, 10a) are jointly adjustable.

8. Measuring tool according to one of the preceding claims, characterized in that at least one operating member (10, 10a) is adjustable with a control mechanism (14, 14a) located on the tool body (2, 2a) in manual manner and/or with a machine control mechanism (37) via a tool shank (3, 3a) and that preferably the manual control mechanism (14a) has a control ring (38a) mounted adjacent to the working area on the front end of the tool body (2a). 5 10
9. Measuring tool according to one of the preceding claims, characterized in that a control member (16a) of the control mechanism (14a) for at least one operating member (10a) is positively forcibly controlled in opposite directions, that the control member (16a) is preferably connected by means of at least one control link (37a) with a rotary control ring (38a) and that preferably the rotary control ring (38a) is lockable in rotation steps by means of a locking mechanism (57). 15 20
10. Measuring tool according to one of the preceding claims, characterized in that at least one operating member (10, 10a) has a measuring jet (28, 28a) for a pressure medium, that in particular the operating member (10, 10a) has a medium connection (31, 31a) rigidly fixed thereto and that preferably the medium connection (31, 31a) engages in movable manner in a pocket (32, 32a) of the tool body (2, 2a). 25 30
11. Measuring tool according to one of the preceding claims, characterized by an adjusting device (50) is provided for at least one operating member (10, 10a) and preferably in the movement path of the measuring or honing tool (1, 1a) is provided at least one reference hole (52) or the like and that there are preferably several reference holes (52) for different machining nominal dimensions arranged in axially succeeding and/or juxtaposed manner, preferably on a magazine (53) and can in particular be transferred in the manner of a turret magazine into the movement path of the measuring or honing tool (1, 1a). 35 40 45
12. Measuring tool according to one of the preceding claims, characterized in that there is a device (48) for determining a measuring accuracy of the operating member (10, 10a) during machining and a control means (47) influenced by it for readjusting and/or recalibrating the operating member (10a) on dropping below a predetermined measurement precision and preferably the measuring or honing tool (1, 1a) is extended into a position provided for readjustment or recalibration from the machining surface (44) or is introduced into a reference bore (52). 50 55

13. Method for measuring a machining surface (44) of a workpiece (43), particularly with a measuring member (10, 10a) of a measuring tool (1, 1a) which is substantially fixed with respect to a tool body (2, 2a) during the measuring process and during the movement of the measuring member (10, 10a) with respect to the machining surface (44) measurement is made of a signal derived from the spacing between said surface and a working surface of the measuring member (10, 10a), characterized in that at least one measuring member (10, 10a) is adjusted for modifying the measurement accuracy.
14. Method according to claim 13, characterized in that measurement takes place during machining, the measuring accuracy is determined and on dropping below a predetermined measuring accuracy the tool (1, 1a) is moved back from the machining surface (44) and into the vicinity of a reference surface (52) and the operating member is preferably infed to the reference surface (52) and then by means of the reference surface (52) a calibration of a measured value acquisition means (48) is performed and in particular the machining surface (44) is further or finish-machined.
15. Method according to claims 13 or 14, characterized in that successive machining surfaces (44) with different nominal dimensions are measured and/or machined with the same tool (1, 1a) and that preferably in a machining interval between the machining of said successive machining surfaces (44) operating members (10, 10a) and/or machining members (7, 7a) are adjusted to the following nominal dimension and in particular measuring and/or guide members are adjusted by means of a reference surface (52) brought into their movement region and corresponding to the following machining surface (44).

## Revendications

1. Outil de mesure pour usinages par honing ou similaires, comprenant un corps d'outil (2, 2a) et au moins un organe fonctionnel qui doit être déplacé le long de la surface d'usinage (44) lors de la mesure et qui comprend au moins un organe de mesure (10, 10a), lequel est porté par le corps d'outil (2, 2a) en pouvant être déplacé transversalement par rapport à la surface d'usinage (44), cependant qu'en vue de modifier la précision des mesures, il est prévu un dispositif de réglage (14, 14a) qui agit sur l'organe de mesure (10, 10a) et qui comprend au moins un organe de réglage (16, 16a) exécutant un déplacement de réglage, ainsi qu'au moins un organe fonctionnel servant d'organe d'usinage (7, 7a), d'organe de guidage ou similaire, en particulier pour la formation d'un outil de honing, caractérisé par le fait que l'organe de réglage (16, 16a) est monté en vue du déplacement indirect de l'organe

de mesure (10, 10a) par rapport au corps d'outil (2, 2a) par transmission de son déplacement de réglage au corps d'outil (2, 2a), et que l'organe de mesure (10, 10a) est guidé sur l'organe de réglage (16, 16a).

2. Outil de mesure selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'au moins un organe fonctionnel (10, 10a) est monté en pouvant être déplacé transversalement par rapport à la surface d'usinage (44), par le fait qu'en particulier, l'organe fonctionnel (10, 10a) est guidé d'une manière approximativement radiale par rapport à l'axe de l'outil dans une ouverture, comme une fente, d'une surface latérale (6, 6a) du corps d'outil (2, 2a), et par le fait que, de préférence, l'organe de mesure (10, 10a) forme avec la surface d'usinage (44) un interstice de mesure dont la dimension peut être modifiée par le dispositif de réglage (14, 14a).

3. Outil de mesure selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait qu'au moins un organe fonctionnel (10, 10a) est situé pour l'essentiel dans la même zone longitudinale du corps d'outil (2, 2a) qu'au moins un organe d'usinage (7, 7a) et/ou qu'il présente approximativement la même longueur, par le fait qu'en particulier, tous les organes fonctionnels et d'usinage (10, 7, respectivement 10a, 7a) sont prévus dans la même zone longitudinale du corps d'outil (2, 2a), et par le fait que, de préférence, au moins un organe de réglage (16, 16a) peut être déplacé axialement et/ou qu'il est disposé à l'intérieur du corps d'outil (2, 2a).

4. Outil de mesure selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'un organe de réglage (16, 16a) destiné à un organe fonctionnel au moins (10, 10a) et un organe de réglage (15, 15a) destiné à un organe d'usinage au moins (7, 7a) sont situés dans la même zone longitudinale du corps d'outil (2, 2a), du moins partiellement, par le fait qu'en particulier, deux organes de réglage (16, 16a) sont situés l'un à l'intérieur de l'autre, par le fait que, de préférence, l'organe de réglage (16, 16a) destiné à l'organe de mesure (10, 10a) entoure l'autre organe de réglage (15, 15a) à la manière d'un manchon, et qu'il présente des passages (23, 23a) destinés à des organes d'usinage (7, 7a) et/ou par le fait qu'un organe de réglage (16, 16a) destiné à un organe fonctionnel au moins (10, 10a) présente au moins une came de commande (20, 20a), par le fait qu'en particulier, deux cames de commande (20, 20a) situées l'une derrière l'autre dans la direction longitudinale sont prévues pour l'organe fonctionnel (10, 10a), et par le fait que, de préférence, un organe de réglage (16, 16a) est pourvu d'au moins un passage en forme de fente (23, 23a) destiné à un organe d'usinage (7, 7a) au voisinage

de la came de commande respective (20, 20a) dans le sens latéral.

5. Outil de mesure selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'au moins un organe fonctionnel (10, 10a) peut être déplacé par paliers par l'intermédiaire d'un moteur pas à pas (38), d'une came de commande étagée (20, 20a) ou similaire, par le fait qu'en particulier, eu moins un organe fonctionnel (10, 10a) peut être amené à des dimensions nominales d'usinage différentes, par le fait que, de préférence, au moins un organe fonctionnel (10, 10a) porte sur une came de commande (20, 20a) par eu moins une came de commande conjuguée (22, 22a) et/ou par le fait qu'eu moins un organe fonctionnel (10, 10a) est rappelé élastiquement dans une direction de réglage, par le fait qu'en particulier, eu moins un organe fonctionnel (10, 10a) est rappelé élastiquement par au moins un ressort annulaire (24, 25, respectivement 24a, 25a), et par le fait que, de préférence, l'organe fonctionnel (10, 10a) est soumis à l'action d'un ressort de rappel eu moyen duquel au moins un organe d'usinage (7, 7a) est également soumis à l'action d'un ressort.

6. Outil de mesure selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il est prévu au moins deux organes de mesure et/ou de guidage qui sont à peu près diamétralement opposés entre eux, et par le fait que, de préférence, un organe fonctionnel (10, 10a) qui peut être déplacé est prévu à chaque fois entre deux organes d'usinage voisins (7, 7a).

7. Outil de mesure selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'au moins un organe d'usinage (7, 7a) peut être amené à des dimensions nominales d'usinage différentes, par le fait qu'en particulier, au moins un organe d'usinage (7, 7a) peut être déplacé continuellement eu moyen d'un moteur pas à pas (41) ou similaire, et par le fait que, de préférence, tous les organes fonctionnels (10, 10a) peuvent être déplacés en commun.

8. Outil de mesure selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'au moins un organe fonctionnel (10, 10a) peut être déplacé à la main par le dispositif de réglage (14, 14a) qui est disposé sur le corps d'outil (2, 2a) et/ou qu'il peut être déplacé eu moyen d'un moteur par un dispositif de réglage (37) et par l'intermédiaire d'une tige d'outil (3, 3a), et par le fait que, de préférence, le dispositif de réglage (14a) présente une bague de réglage (38a) qui est montée à l'extrémité avant du corps d'outil (2a) au voisinage de la zone de travail.

9. Outil de mesure selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'un organe de

réglage (16a) du dispositif de réglage (14a) qui est destiné à un organe fonctionnel eu moins (10a) peut être déplacé à force par conjugaison des formes dans des directions opposées, par le fait qu'en particulier, l'organe de réglage (16a) est présent avec une bague de réglage tournante (38a) par l'intermédiaire d'au moins une coulisse de réglage (37a), et par le fait que, de préférence, le bague de réglage (38a) peut être encliquetée selon des pas de rotation par l'intermédiaire d'un dispositif d'encliquetage (57).

10. Outil de mesure selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'au moins un organe de mesure (10, 10a) présente une buse de mesure (28, 28a) destinée à un fluide sous pression, par le fait qu'en particulier, l'organe de mesure (10, 10a) présente un raccordement (31, 31a) qui est destiné au fluide et qui est fixé rigidement sur lui, et par le fait que, de préférence, le raccordement (31, 31a) qui est destiné au fluide pénètre en étant mobile dans une cavité (32, 32a) du corps d'outil (2, 2a).
11. Outil de mesure selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il est prévu un dispositif d'ajustement (50) pour au moins un organe fonctionnel (10, 10a), par le fait qu'en particulier, au moins un perçage de référence (52) ou similaire est prévu sur le trajet de déplacement de l'outil de mesure (1, 1a), et par le fait que, de préférence, plusieurs perçages de référence (52) destinés à des dimensions nominales d'usinage différentes sont disposés axialement les uns derrière les autres, les uns à côté des autres ou sur un magasin (53), respectivement, cependant qu'en particulier, les perçages de référence (52) peuvent être amenés au choix sur le trajet de déplacement de l'outil de mesure (1, 1a) à la manière d'un magasin tournant.
12. Outil de mesure selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il est prévu un dispositif (48) pour déterminer la précision des mesures de l'organe de mesure (10, 10a) pendant l'usinage et un dispositif de commande (47) qui est influencé par celui-ci en vue de l'ajustement et/ou de l'étalonnage ultérieur d'un organe fonctionnel (10a) lorsque l'on tombe au-dessous d'une précision des mesures prédéterminée, et par le fait que, de préférence, l'outil de mesure (1, 1a) est sorti de la surface d'usinage (44) ou introduit dans un perçage de référence (52), respectivement, dans une position prévue pour l'ajustement ou pour l'étalonnage ultérieur, respectivement.
13. Procédé pour mesurer une surface d'usinage (44) d'une pièce (43) au moyen d'un organe de mesure (10, 10a) d'un outil de mesure (1, 1a) qui est en par-

ticulier fixe pour l'essentiel par rapport à un corps d'outil (2, 2a) pendant l'opération de mesure, cependant que l'on réalise les mesures pendant le déplacement de l'organe de mesure (10, 10a) par rapport à la surface d'usinage (44) à l'aide d'un signal qui est déduit de la distance entre celle-ci et une surface de travail de l'organe de mesure (10, 10a), caractérisé par le fait que l'on déplace au moins un organe de mesure (10, 10a) pour modifier la précision des mesures.

14. Procédé selon la revendication 13, caractérisé par le fait que l'on réalise les mesures pendant l'usinage, que l'on détermine alors la précision des mesures et que, lorsque l'on tombe au-dessous d'une précision des mesures prédéterminée, on fait reculer l'outil de mesure (1, 1a) par rapport à la surface d'usinage (44) et on l'amène dans la région d'une surface de référence (52), par le fait qu'en particulier, on fait avancer l'organe de mesure (10, 10a) vers la surface de référence (52), un étalonnage d'une détermination des valeurs mesurées (48) étant alors réalisé à l'aide de la surface de référence (52), et par le fait que, de préférence, on continue ensuite à usiner la surface d'usinage (44) ou l'on finit de l'usiner respectivement.
15. Procédé selon le revendication 13 ou 14, caractérisé par le fait que l'on mesure et/ou que l'on usine successivement avec le même outil (1, 1a) des surfaces d'usinage (44) dont les dimensions nominales sont différentes, par le fait qu'en particulier, des organes de mesure (10, 10a) et/ou des organes d'usinage (7, 7a) sont convertis à la dimension nominale suivante pendant une pause de l'usinage entre l'usinage de ces surfaces d'usinage successives (44), et par le fait que, de préférence, on ajuste des organes de mesure et/ou de guidage à l'aide d'une surface de référence (52) qui est amenée dans leur région d'usinage et qui correspond à la surface d'usinage suivante (44).

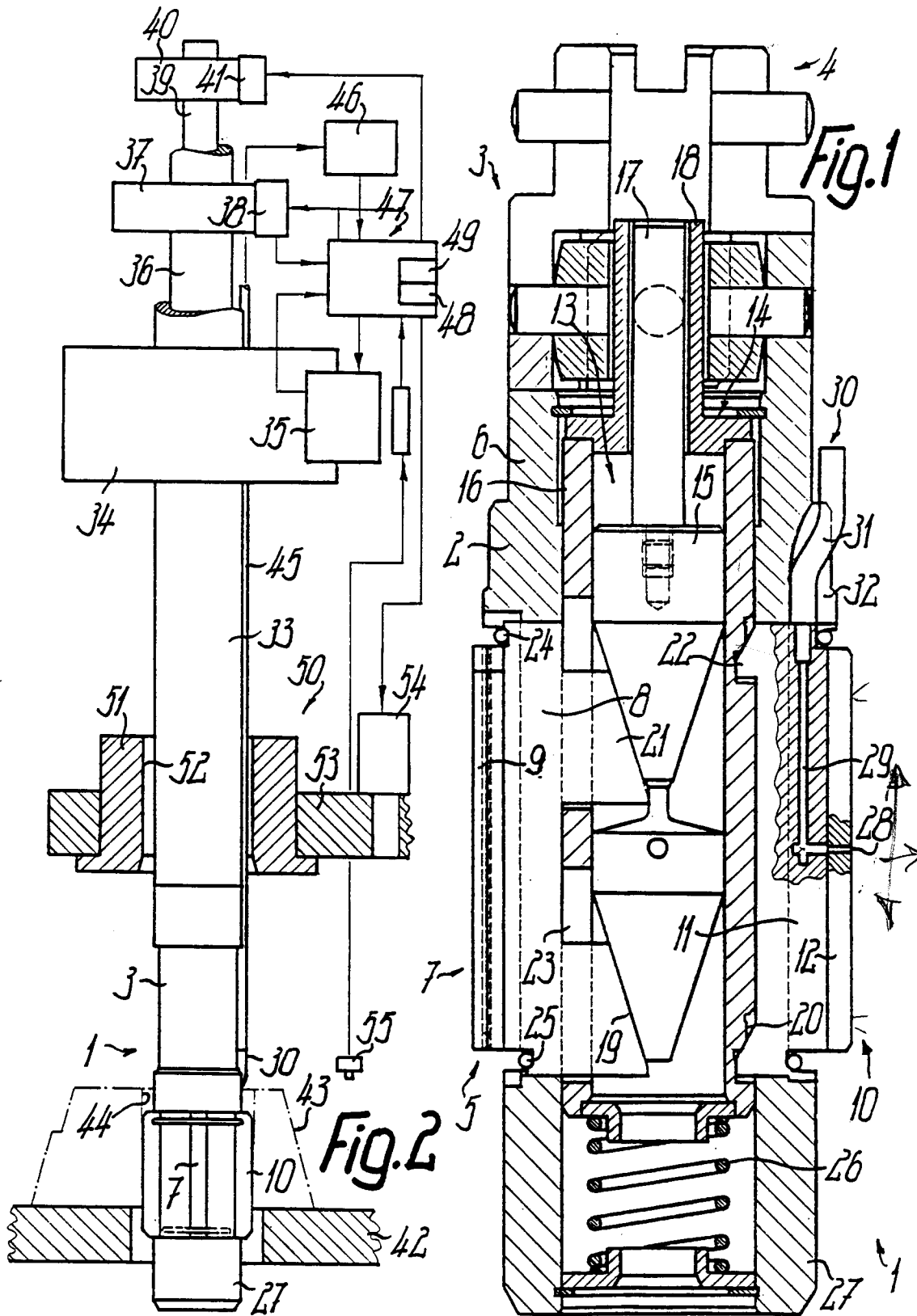


Fig. 3

Fig. 4

