



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.04.2004 Patentblatt 2004/16

(51) Int Cl.⁷: **B24B 49/18**, B24B 19/20

(21) Anmeldenummer: **02022775.7**

(22) Anmeldetag: 11.10.2002

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

- **Kälin, Bruno**
8820 Wädenswil ZH (DE)
- **Gedeon, Reto**
6330 Cham (DE)

(71) Anmelder: **Trumpf Maschinen AG**
6341 Baar (CH)

(74) Vertreter: **KOHLER SCHMID + PARTNER**
Patentanwälte
Ruppmannstrasse 27
70565 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Tweitmann, Mathias**
8820 Wädenswil ZH (DE)

(54) **Verfahren sowie Maschine zum Schleifen von Werkstücken mit einer Kompensationseinrichtung des Verschleisses**

(57) Im Rahmen eines maschinellen Verfahrens zum Schleifen von Werkstücken wird vor einer Arbeitsbewegung eines Schleifwerkzeuges (11) der anfängliche Abstand einer Schleiffläche (12) des Schleifwerkzeuges (11) von einem gegenüber der Schleiffläche (12) in Achsrichtung (8) einer Vorschubbewegung des Schleifwerkzeuges (11) versetzten Verschleiß-Bezugsniveau erfasst und gespeichert. Anschließend werden das Schleifwerkzeug (11) und das zu bearbeitende Werkstück mit einer Arbeitsbewegung relativ zueinander über eine Arbeitsweglänge bewegt. Danach wird der in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung bestehende nachträgliche Abstand von Schleiffläche (12) und Verschleiß-Bezugsniveau erfasst und mit dem anfänglichen Abstand verglichen. Als Differenz der erfassten Abstände ergibt sich die Verschleißhöhe an dem Schleifwerkzeug (11). Ist die anfängliche Arbeitsweglänge abzüglich der Verschleißhöhe an dem Schleifwerkzeug (11) kleiner als eine Sollhöhe des Materialabtrages an dem bearbeiteten Werkstück, so wird eine Nachbearbeitung des Werkstückes durchgeführt. Eine Maschine zum Schleifen von Werkstücken ist entsprechend ausgebildet.

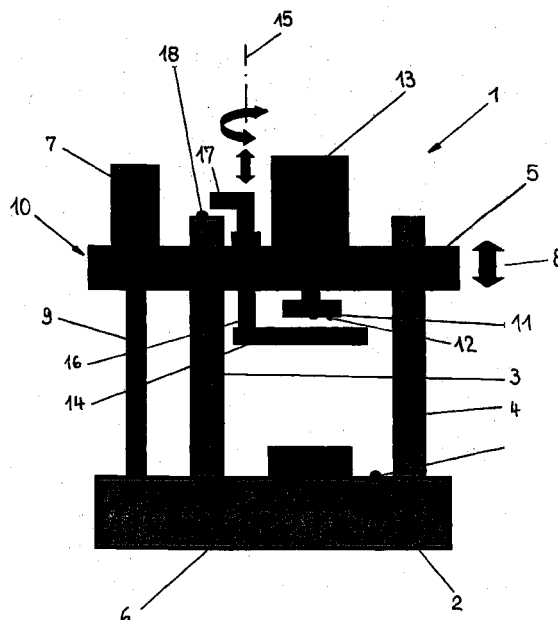


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein maschinelles Verfahren zum Schleifen von Werkstücken, insbesondere zum Nachschleifen von Stanzwerkzeugen, im Rahmen dessen ein Schleifwerkzeug mit einer Schleiffläche und ein zu bearbeitendes Werkstück in Achsrichtung einer Vorschubbewegung relativ zueinander gesteuert bewegt werden, wobei das Schleifwerkzeug mit der Schleiffläche und das zu bearbeitende Werkstück miteinander in Berührung gebracht und dann das Schleifwerkzeug und das zu bearbeitende Werkstück mit einer Arbeitsbewegung unter werkstückseitigem Abtragen von Material relativ zueinander über eine Arbeitsweglänge bewegt werden (Oberbegriff von Patentanspruch 1). Die Erfindung betrifft des Weiteren eine entsprechend ausgebildete Maschine, wie sie im Einzelnen im Oberbegriff von Patentanspruch 16 beschrieben ist.

[0002] Ein derartiges Verfahren sowie eine derartige Maschine sind bekannt aus DE 32 34 215 C2. Im Falle des Standes der Technik werden mittels eines als Schleifscheibe ausgebildeten Schleifwerkzeuges die Stirnflächen von Stanzwerkzeugen nachgeschliffen. Zu diesem Zweck wird die Schleifscheibe mittels einer Vorschubeinrichtung gegenüber dem zu bearbeitenden und an einer Einspannvorrichtung gehaltenen Werkstück in Vorschubrichtung bewegt. Die Arbeitsweglänge, welche die Schleifscheibe unter werkstückseitigem Abtragen von Material zurücklegt, ist mittels einer geeigneten Steuerbahn definiert. An dieser bewegt sich ein mit der Schleifscheibe bewegungsverbundener Taster entlang. Die Absenkbewegung des Tasters an der Steuerbahn wird in eine entsprechende Arbeitsbewegung der Schleifscheibe umgesetzt. Die Höhendifferenz, über welche sich der Taster bewegt, entspricht der Arbeitsweglänge der Schleifscheibe und ist auf die Sollhöhe des gewünschten werkstückseitigen Materialabtrages eingestellt.

[0003] Den Stand der Technik hinsichtlich der Genauigkeit der Werkstückbearbeitung weiterzubilden, hat sich die vorliegende Erfindung zum Ziel gesetzt.

[0004] Erfindungsgemäß gelöst wird diese Aufgabe durch das maschinelle Verfahren gemäß Patentanspruch 1 sowie durch die Maschine gemäß Patentanspruch 16. Im Falle der Erfindung wird demnach an dem Schleifwerkzeug bei der Werkstückbearbeitung auftretender Verschleiß berücksichtigt. Infolge derartigen Verschleißes weicht die Arbeitsweglänge, über welche das Schleifwerkzeug und ein zu bearbeitendes Werkstück relativ zueinander bewegt werden, von der Höhe des bei der betreffenden Arbeitsbewegung an dem Werkstück erzielten Materialabtrages ab. Die Höhe des erzielten Materialabtrages ist um die Verschleißhöhe an dem Schleifwerkzeug kleiner als die von dem Schleifwerkzeug und dem Werkstück relativ zueinander zurückgelegte Arbeitsweglänge. Ein Materialabtrag über die gewünschte Sollhöhe wird erfindungsgemäß durch eine Nachbearbeitung des Werkstückes erreicht, die

eingeleitet wird, sofern an dem Schleifwerkzeug eine im Laufe der vorausgegangenen Arbeitsbewegung eingetretene Änderung des Abstandes der Schleiffläche des Schleifwerkzeuges von dem anspruchsgemäßen Verschleiß-Bezugsniveau und damit ein Werkzeugverschleiß festgestellt wird. Dabei kann eine Werkstück-Nachbearbeitung einmalig oder mehrfach erfolgen. Die Nacharbeitsweglänge kann der ermittelten Verschleißhöhe an dem Schleifwerkzeug entsprechen, aber auch davon abweichen, beispielsweise um einen Verschleißfaktor größer sein. Über einen derartigen Verschleißfaktor lässt sich berücksichtigen, dass das Schleifwerkzeug auch bei der Nachbearbeitung des Werkstückes Verschleiß unterliegt.

[0005] Besondere Ausführungsarten des erfindungsgemäßen Verfahrens nach Patentanspruch 1 ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen 2 bis 15; besondere Ausführungsarten der erfindungsgemäßen Maschine nach Patentanspruch 16 sind den abhängigen Patentansprüchen 17 bis 33 zu entnehmen.

[0006] Ausweislich der Patentansprüche 2 und 17 wird in Weiterbildung der Erfindung für die Schleiffläche des Schleifwerkzeuges eine anfängliche Erfassungsposition definiert, bei deren Einnahme der für die Bestimmung der Verschleißhöhe an dem Schleifwerkzeug benötigte anfängliche Abstand von Schleiffläche und Verschleiß-Bezugsniveau ermittelbar ist und die gleichzeitig als Referenzposition für Bewegungen dient, die von der Schleiffläche bzw. dem Schleifwerkzeug in Achsrichtung der Vorschubbewegung ausgeführt werden.

[0007] Im Falle der erfindungsgemäßen Maschinenbauart nach Patentanspruch 18 wird die anfängliche Erfassungsposition der Schleiffläche mittels einer die Schleiffläche in Achsrichtung der Vorschubbewegung abstützenden Schleifflächenauflage definiert. Durch die Schleifflächenauflage wird die anfängliche Erfassungsposition der Schleiffläche auf konstruktiv einfache Weise aber gleichwohl genau und reproduzierbar festgelegt.

[0008] Gemäß den Patentansprüchen 3 und 19 dient die anfängliche Erfassungsposition der Schleiffläche des Schleifwerkzeuges als Referenzposition für die zu der Schleiffläche hin gelegene Begrenzung des zu bearbeitenden Werkstückes. Mit einfachen steuerungstechnischen Mitteln kann so die zu bearbeitende Werkstückfläche mit dem Schleifwerkzeug bzw. mit dessen Schleiffläche exakt angefahren werden.

[0009] Die gemäß den Patentansprüchen 4 und 20 vorgesehene Abstützung der Schleiffläche des Schleifwerkzeuges an der zu der Schleiffläche hin gelegenen Begrenzung des zu bearbeitenden Werkstückes bietet den Vorteil einer exakten räumlichen Zuordnung der Schleiffläche gegenüber der genannten Werkstückbegrenzung. Entsprechend genau lässt sich die Lage der zu der Schleiffläche hin gelegenen Begrenzung des zu bearbeitenden Werkstückes gegenüber der Referenzposition, d.h. gegenüber der anfänglichen Erfassungsposition der Schleiffläche erfassen. Zudem eröffnet die

Abstützung der Schleiffläche des Schleifwerkzeuges an der genannten Werkstückbegrenzung die Möglichkeit, den sich bei Eintritt der Abstützung aufbauenden Druck zur Markierung des Zeitpunktes zu nutzen, zu welchem die Weglänge zu erfassen ist, welche die Schleiffläche zwischen der anfänglichen Erfassungsposition und der zu ihr hin gelegenen Begrenzung des zu bearbeitenden Werkstückes zurückgelegt hat.

[0010] Im Falle der Erfindungsvarianten nach den Patentansprüchen 5 und 21 wird die Position der von der Schleiffläche des Schleifwerkzeuges abliegenden Werkstückbegrenzung bezüglich der anfänglichen Erfassungsposition der Schleiffläche erfasst. Dadurch werden Höhenbestimmungen an dem Werkstück, d.h. eine Bestimmung von Werkstückerstreckungen in Achsrichtung der Vorschubbewegung möglich. Eine derartige Höhenbestimmung kann an dem Werkstück sowohl vor als auch nach der Bearbeitung vorgenommen werden. Stets lässt sich die Werkstückhöhe als Differenz zwischen dem Abstand der von der Schleiffläche abliegenden Werkstückbegrenzung und der anfänglichen Erfassungsposition der Schleiffläche einerseits und dem Abstand der zu der Schleiffläche hin gelegenen Werkstückbegrenzung und der anfänglichen Erfassungsposition der Schleiffläche andererseits ermitteln.

[0011] Der Einfachheit halber wird erfindungsgemäß zur Festlegung des Werkstück-Bezugsniveaus eine Werkstückauflage genutzt (Patentansprüche 6 und 22).

[0012] Die gemäß den Patentansprüchen 7 und 23 vorgesehene Abstützung der Schleiffläche des Schleifwerkzeuges auf dem Werkstück-Bezugsniveau empfiehlt sich aus den vorstehend zu den Patentansprüchen 4 und 20 dargelegten Gründen.

[0013] Die Verwendung eines Distanzkörpers zur Abstützung der Schleiffläche des Schleifwerkzeuges an der zu der Schleiffläche hin gelegenen Begrenzung des zu bearbeitenden Werkstückes und/oder auf dem Werkstück-Bezugsniveau (Patentansprüche 8 und 24) dient zur Gewährleistung einer definierten Positionierung der Schleiffläche gegenüber der genannten Werkstückbegrenzung bzw. gegenüber dem Werkstück-Bezugsniveau und damit einer exakten Erfassung der Lage der Werkstückbegrenzung und/oder des Werkstück-Bezugsniveaus gegenüber der Referenzposition der Relativbewegung von Schleiffläche und Werkstück, d.h. gegenüber der anfänglichen Erfassungsposition der Schleiffläche. Zudem wird ein unmittelbarer Kontakt zwischen Schleiffläche und Werkstück bzw. Werkstück-Bezugsniveau vermieden.

[0014] Im Interesse einer konstruktiv einfachen Gestaltung der Gesamtanordnung sind in bevorzugter Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Maschine die kennzeichnenden Merkmale der Patentansprüche 25 bis 28 vorgesehen.

[0015] Grundsätzlich besteht im Falle der Erfindung die Möglichkeit, die Dicke des Distanzkörpers als wesentliches Maß für die Steuerung der Werkstückbearbeitung einmalig zu bestimmen und als festen Steuer-

parameter zu hinterlegen. Erfindungsgemäß bevorzugt werden jedoch das Verfahren gemäß Patentanspruch 9 sowie die Vorrichtung gemäß Patentanspruch 29. In diesen Fällen wird die Dicke des Distanzkörpers jeweils zeitnah vor einer Werkstückbearbeitung bestimmt und gespeichert. Auf diese Art und Weise ist sichergestellt, dass der bei der Steuerung der Werkstückbearbeitung berücksichtigte Wert für die Dicke des Distanzkörpers den tatsächlichen Verhältnissen entspricht. Berücksichtigen lassen sich dadurch etwa kurzfristig aufgetretene Verschleißerscheinungen an dem Distanzkörper und/oder an dem Distanzkörper haftende und seine Dicke beeinflussende Verschmutzungen. Einfach umzusetzende, verfahrensbezogene Maßnahmen zur Ermittlung der Dicke des Distanzkörpers sind in den Patentansprüchen 10 und 11 genannt.

[0016] In weiterer bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung wird gemäß den Patentansprüchen 12 und 30 zur Erfassung des nachträglichen Abstandes der Schleiffläche des Schleifwerkzeuges von dem Verschleiß-Bezugsniveau eine nachträgliche Erfassungsposition definiert, deren Lage gegenüber der anfänglichen Erfassungsposition der Schleiffläche in Achsrichtung der Vorschubbewegung bestimmt ist. Somit kann die anfängliche Erfassungsposition auch für die Bewegung der Schleiffläche bzw. des Schleifwerkzeuges in die nachträgliche Erfassungsposition als Referenzposition dienen. Der Einfachheit halber ist dabei erfindungsgemäß vorgesehen, dass die nachträgliche und die anfängliche Erfassungsposition miteinander übereinstimmen (Patentansprüche 13 und 31). Die Einrichtung zur Definition der anfänglichen Erfassungsposition der Schleiffläche lässt sich dann ohne weiteres auch als Einrichtung zur Definition der nachträglichen Erfassungsposition nutzen.

[0017] Ausweislich der Patentansprüche 14 und 32 wird im Falle der Erfindung die Erstreckung des bearbeiteten Werkstückes in Achsrichtung der Vorschubbewegung, also die nach der Werkstückbearbeitung verbliebene Werkstücklänge bestimmt. Dieses Maß lässt sich für verschiedene Zwecke nutzen. Im Falle des erfindungsgemäßen Verfahrens nach Patentanspruch 15 sowie der erfindungsgemäßen Maschine nach Patentanspruch 33 wird auf die ermittelte Erstreckung des bearbeiteten Werkstückes in Achsrichtung der Vorschubbewegung bei der Werkstückverwaltung zurückgegriffen. Etwa nachgeschliffene Stanzwerkzeuge können mit der verbliebenen Werkzeuglänge in einem Werkzeugverwaltungssystem erfasst werden. Beispielsweise beim Rüsten einer Stanzmaschine ist dann die Werkzeuglänge als wesentliches Merkmal des für die Stanzmaschine vorzusehenden Stanzwerkzeuges ohne weiteres verfügbar. Als besonders zweckmäßig erweist sich die Hinterlegung der Erstreckung des bearbeiteten Werkstückes in Achsrichtung der Vorschubbewegung in rechnergestützten Werkstückverwaltungssystemen.

[0018] Nachstehend wird die Erfindung anhand schematischer Darstellungen zu einem Ausführungsbeispiel

näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 eine Prinzipdarstellung einer Maschine zum Schleifen von Werkstücken,
- Figur 2 die Maschine gemäß Figur 1 in detaillierterer Darstellung,
- Figur 3 die Maschine gemäß Figur 2 in der Ansicht in Richtung des Pfeils III in Figur 2,
- Figur 4 die Maschine gemäß den Figuren 2 und 3 in der Draufsicht in Richtung des Pfeils IV in Figur 2 bei drei verschiedenen Betriebszuständen und
- Fig. 5 bis 17 Darstellungen zur Veranschaulichung der Funktionsweise der Maschine gemäß den Figuren 1 bis 4.

[0019] Ausweislich Figur 1 umfasst eine Maschine 1 zum Schleifen von Werkstücken eine Grundplatte 2, an welcher Führungen 3, 4 für einen Träger 5 angebracht sind. Außerdem ist die Grundplatte 2 mit einer Werkstückauflage 6 versehen. Der brückenartige Träger 5 ist mittels eines Vorschubantriebes 7 mit integriertem Kraftund Wegmesssystem an den Führungen 3, 4 in einer durch einen Doppelpfeil 8 veranschaulichten Achsrichtung einer Vorschubbewegung verfahrbar. Eine Führung 9 für den Linearmotor des Vorschubantriebes 7 ist in Figur 1 ebenfalls gezeigt. Gemeinsam mit dem brückenartigen Träger 5 bildet der Vorschubantrieb 7 eine Vorschubeinrichtung 10, mittels derer ein Schleifwerkzeug in Form einer Schleifscheibe 11 in Achsrichtung 8 der Vorschubbewegung bewegbar ist. Werkstückseitig weist die Schleifscheibe 11 eine Schleiffläche 12 auf.

[0020] Außer der Schleifscheibe 11 ist an dem Träger 5 auch ein Schleifscheibenantrieb 13 angebracht. An dem Träger 5 ebenfalls gelagert ist eine Schwenkplatte 14, die um eine in Achsrichtung 8 der Vorschubbewegung der Schleifscheibe 11 verlaufende Schwenkachse 15 schwenkbar ist. Zur Schwenklagerung der Schwenkplatte 14 an dem Träger 5 dient eine Lagerachse 16. Die Schwenkplatte 14 kann zwischen Positionen innerhalb und außerhalb der von der Schleifscheibe 11 bzw. der Schleiffläche 12 in Achsrichtung 8 der Vorschubbewegung beschriebenen Bewegungsbahn hin und her bewegt werden. In Achsrichtung 8 der Vorschubbewegung ist die Schwenkplatte 14 über die Lagerachse 16 gegen eine Rückstellkraft bezüglich des brückenartigen Trägers 5 auslenkbar gehalten. Ein radialer Vorsprung 17 steht von der Lagerachse 16 der Schwenkplatte 14 vor. Eine Referenzfläche 18 ist an der Maschine 1 ortsunveränderlich vorgesehen.

[0021] Wie Figur 2 entnommen werden kann, ist die ortsfeste Referenzfläche 18 an einer Referenzplatte 19

ausgebildet, die an den freien Enden der Führungen 3, 4 angebracht ist. In Figur 2 ebenfalls erkennbar sind ein Schwenkplattenantrieb 20 zum Schwenken der Schwenkplatte 14 um die Schwenkachse 15 sowie ein Drehantrieb 21 zum Drehen der Werkstückauflage 6 um eine parallel zu der Achsrichtung 8 der Vorschubbewegung und dabei gegenüber der Drehachse der Schleifscheibe 11 seitlich versetzte Drehachse. In Figur 2 angedeutet ist eine numerische Maschinensteuerung 22 mit integrierter Auswerteeinrichtung 23. In Figur 3 zu erkennen ist ein Näherungsschalter 24, der an dem brückenartigen Träger 5 angebracht und mittels der sich in Achsrichtung 8 der Vorschubbewegung verlagernden Schwenkplatte 14 schaltbar ist.

[0022] Die verschiedenen, mittels des gesteuerten Schwenkplattenantriebes 20 einstellbaren Schwenkstellungen der Schwenkplatte 14 bezüglich ihrer Schwenkachse 15 sind in Figur 4 in der Draufsicht auf die Maschine 1 dargestellt. Der Umriss der Schwenkplatte 14 ist dabei gepunktet wiedergegeben. In Figur 4 ebenfalls erkennbar sind die Kontur der Referenzplatte 19 sowie eine in diese eingearbeitete Aussparung 25.

[0023] Folgende Schwenkstellungen der Schwenkplatte 14 sind vorgesehen:

Position 1: Schwenkplatte 14 in den Bewegungsbereich der Schleifscheibe 11 eingeschwenkt, über den radialen Vorsprung 17 auf der Referenzfläche 18 der Referenzplatte 19 in Achsrichtung 8 der Vorschubbewegung der Schleifscheibe 11 abgestützt und dadurch gegen eine Bewegung in Richtung auf die Werkstückauflage 6 verriegelt

Position 2: Schwenkplatte 14 mit gegenüber Position 1 veränderter Schwenklage in den Bewegungsbereich der Schleifscheibe 11 eingeschwenkt und in Achsrichtung 8 der Vorschubbewegung der Schleifscheibe 11 gegenüber dem Träger 5 beweglich

Position 3: Schwenkplatte 14 aus dem Bewegungsbereich der Schleifscheibe 11 ausgeschwenkt und in Achsrichtung 8 der Vorschubbewegung der Schleifscheibe 11 gegenüber dem Träger 5 beweglich

[0024] Die Funktionsweise der Maschine 1 ergibt sich aus den Figuren 5 bis 17:

[0025] Vor Beginn des eigentlichen Bearbeitungsvorganges wird zunächst die Maschine 1 bzw. deren Maschinensteuerung 22 kalibriert. Die diesbezüglichen Abläufe sind den Figuren 5 bis 10 zu entnehmen.

[0026] Figur 5 zeigt den brückenartigen Träger 5 mit Schleifscheibe 11 und Schwenkplatte 14 in einer Ausgangsposition. Die Schwenkplatte 14 befindet sich in Position 2 und ist mit geringem Abstand unterhalb der

Schleiffläche 12 der Schleifscheibe 11 angeordnet. Von diesen Verhältnissen ausgehend wird der Träger 5 abgesenkt. Die Schwenkplatte 14 kommt auf der Werkstückauflage 6 zu liegen, die Schleifscheibe 11 wird mit der Schleiffläche 12 unter geringfügiger Relativbewegung des Trägers 5 und der auf der Werkstückauflage 6 aufliegenden Schwenkplatte 14 auf der Schwenkplatte 14 abgestützt. Der erste Teil der Absenkbewegung des Trägers 5 wird von dem Vorschubantrieb 7 mit verhältnismäßig hoher Geschwindigkeit ausgeführt. Kurz nach dem Aufsetzen der Schwenkplatte 14 auf der Werkstückauflage 6 und somit kurz nach Beginn der Relativbewegung von Träger 5 und Schwenkplatte 14 in Achsrichtung 8 der Vorschubbewegung, wird die Vorschubgeschwindigkeit des Trägers 5 reduziert. Unter der Wirkung der fortgesetzten Vorschubbewegung des Trägers 5 nach dem Aufsetzen der Schwenkplatte 14 auf der Werkstückauflage 6 verlagert sich die Schwenkplatte 14 und mit dieser auch deren Lagerachse 16 gegenüber dem Träger 5 nach oben. Das zuvor beaufschlagte Betätigungsorgan des Näherungsschalters 24 wird über die sich verschiebende Lagerachse 16 der Schwenkplatte 14 freigegeben und der Näherungsschalter 24 schaltet den Vorschubantrieb 7 in einen Kriechgang.

[0027] Die mit Eintritt der Abstützung der Schleifscheibe 11 auf der Schwenkplatte 14 einsetzende und einer weiteren Absenkung des Trägers 5 entgegenwirkende Kraft wird über das in den Vorschubantrieb 7 integrierte Kraftmesssystem festgestellt. Das Einsetzen dieser Gegenkraft löst die Erfassung der von dem Träger 5 und somit indirekt die Erfassung der von der Schleiffläche 12 in Achsrichtung 8 der Vorschubbewegung eingenommenen Position aus. Die Positionserfassung wird mittels des Wegmesssystems des Vorschubantriebes 7 durchgeführt. Die erfasste Position wird in der Maschinensteuerung 22 gespeichert (Figur 6).

[0028] Anschließend wird der brückenartige Träger 5 gegenüber der Werkstückauflage 6 angehoben und es ergeben sich die in Figur 7 gezeigten Verhältnisse. Die Hubbewegung des Trägers 5 erfolgt zunächst im Kriechgang des Vorschubantriebes 7. Die Hubgeschwindigkeit des Trägers 5 erhöht sich, sobald der Näherungsschalter 24 mittels der sich im Laufe der Hubbewegung gegenüber dem Träger 5 unter Schwerkraftwirkung absenkenden Schwenkplatte 14 betätigt und dadurch der Vorschubantrieb 7 in einen Eilgang geschaltet wird. Die Schwenkplatte 14 nimmt nach wie vor ihre Position 2 ein und ist in Achsrichtung 8 der Vorschubbewegung des Schleifwerkzeuges 11 wieder geringfügig von der Schleiffläche 12 beabstandet. Nun wird die Schwenkplatte 14 mittels des Schwenkplattenantriebes 20 aus dem Bewegungsbereich des Schleifwerkzeuges 11 in Position 3 herausgeschwenkt. Aufgrund des bestehenden Abstandes zwischen Schleiffläche 12 und Schwenkplatte 14 ist letztere dabei frei beweglich (Figur 8). Anschließend wird der Träger 5 mit der Schleifscheibe 11 erneut abgesenkt und die Schleif-

scheibe 11 setzt mit der Schleiffläche 12 auf der Werkstückauflage 6 auf. Die damit einsetzende Abstützkraft bewirkt die Erfassung der Lage des brückenartigen Trägers 5 und somit der Schleiffläche 12 der Schleifscheibe 11 in Achsrichtung 8 der Vorschubbewegung der Schleifscheibe 11 (Figur 9). Auch die nunmehr erfasste Position wird in der Maschinensteuerung 22 hinterlegt.

[0029] Die von der Schleiffläche 12 der Schleifscheibe 11 gemäß Figur 6 und gemäß Figur 9 in Achsrichtung 8 der Vorschubbewegung eingenommenen Positionen werden miteinander verglichen. Der zwischen beiden Positionen bestehende maßliche Unterschied entspricht der Dicke der Schwenkplatte 14.

[0030] Ausgehend von dem Betriebszustand gemäß Figur 9 wird der Träger 5 angehoben und dann die Schwenkplatte 14 in den Bewegungsbereich der Schleifscheibe 11 in Position 2 eingeschwenkt. Anschließend wird der brückenartige Träger 5 gegenüber der Werkstückauflage 6 weiter angehoben, bis der radiale Vorsprung 17 an der Lagerachse 16 der mit dem Träger 5 gemeinschaftlich bewegten Schwenkplatte 14 oberhalb der Referenzplatte 19 zu liegen kommt. Der radiale Vorsprung 17 an der Lagerachse 16 der Schwenkplatte 14 ist dabei oberhalb der Aussparung 25 der Referenzplatte 19 angeordnet.

[0031] Mittels des Schwenkplattenantriebes 20 wird die Schwenkplatte 14 nun in ihre Position 1 überführt. Der radiale Vorsprung 17 an der Lagerachse 16 der Schwenkplatte 14 ist dann seitlich neben der Aussparung 25 an der Referenzplatte 19 angeordnet. Nun wird der brückenartige Träger 5 abgesenkt. Dabei setzt der radiale Vorsprung 17 an der Lagerachse 16 der Schwenkplatte 14 auf der Referenzplatte 19 auf und arretiert die Schwenkplatte 14 dadurch gegen eine weitere Absenkbewegung. Eine weitere Absenkbewegung wird von dem Träger 5 ausgeführt. Die an dem Träger 5 angebrachte Schleifscheibe 11 setzt mit der Schleiffläche 12 auf der Schwenkplatte 14 auf. Auch bei dieser Relativbewegung von Träger 5 bzw. Schleiffläche 12 und Schwenkplatte 14 ist der Vorschubantrieb 7 mittels des Näherungsschalters 24 in den Kriechgang geschaltet. Die Schleiffläche 12 setzt daher sanft auf der Schwenkplatte 14 auf.

[0032] Erneut wird mittels des in den Vorschubantrieb 7 integrierten Kraft- und Wegmesssystems die Position der Schleiffläche 12 bzw. des brückenartigen Trägers 5 in Achsrichtung 8 der Vorschubbewegung der Schleifscheibe 11 erfasst (Figur 10). Nachdem zuvor bereits die Position der Werkstückauflage 6 in Achsrichtung 8 der Vorschubbewegung der Schleifscheibe 11 erfasst worden ist, kann über die von der Schleiffläche 12 zwischen der Werkstückauflage 6 und der Schwenkplatte 14 zurückgelegte Weglänge die Lage der Werkstückauflage 6 gegenüber der auf der Schwenkplatte 14 abgestützten Schleiffläche 12 bestimmt werden. Auf diese Art und Weise wird die Position der Werkstückauflage 6 auf die Position der auf der Schwenkplatte 14 abgestützten Schleiffläche 12 bzw. auf die Position der orts-

festen Referenzfläche 18 "übertragen". Die Werkstückauflage 6 definiert ein Werkstück-Bezugsniveau. Sie gibt die Lage der von der Schleiffläche 12 abliegenden Begrenzung eines zur Bearbeitung auf ihr abgelegten Werkstückes wieder.

[0033] Es wird nun die eigentliche Werkstückbearbeitung durchgeführt, deren Ablauf in den Figuren 11 bis 17 dargestellt ist.

[0034] In dem gezeigten Beispielsfall ist ein Werkstück in Form eines Stanzstempels 26 nachzuschleifen. Zu diesem Zweck wird der Stanzstempel 26 auf der Werkstückauflage 6 angeordnet und eingespannt. Der Ausgangs-Betriebszustand der Maschine 1 ist in Figur 11 gezeigt. Der brückenartige Träger 5 ist in Achsrichtung 8 der Vorschubbewegung in eine Position verfahren, in welcher die Schleiffläche 12 der Schleifscheibe 11 geringfügig oberhalb der Schwenkplatte 14 liegt. Die Schwenkplatte 14 befindet sich in Position 1, d.h. sie ist in den Bewegungsbereich der Schleifscheibe 11 eingeschwenkt und der radiale Vorsprung 17 an ihrer Lagerachse 16 liegt auf der Referenzplatte 19.

[0035] Von diesem Betriebszustand ausgehend wird die Schleiffläche 12 durch entsprechendes, im Kriechgang des Vorschubantriebes 7 ausgeführtes Absenken des brückenartigen Trägers 5 auf die Schwenkplatte 14 aufgesetzt (Figur 12). Aufgrund der dabei auftretenden Abstützkraft wird eine Positionserfassung ausgelöst. Erfasst wird wie bereits gemäß Figur 10 die Lage des Trägers 5 in Achsrichtung 8 der Vorschubbewegung. Das Niveau an dem brückenartigen Träger 5, an welchem die Lage des Trägers 5 dabei in Achsrichtung 8 der Vorschubbewegung der Schleifscheibe 11 bestimmt wird, bildet ein Verschleiß-Bezugsniveau für die Schleiffläche 12. Erfasst wird somit indirekt der anfängliche Abstand der Schleiffläche 12 von deren Verschleiß-Bezugsniveau an dem Träger 5. Die Schleiffläche 12 befindet sich in einer anfänglichen Erfassungsposition, die mittels der als Schleifflächenauflage dienenden Schwenkplatte 14 definiert wird.

[0036] Ausgehend von den Verhältnissen gemäß Figur 12 wird zunächst der Träger 5 mit sämtlichen Bauteilen im Kriechgang des Vorschubantriebes 7 in die Position gemäß Figur 11 angehoben und dann die Schwenkplatte 14 um die Schwenkachse 15 in ihre Position 2 verschwenkt. Anschließend wird der Träger 5 im Eilgang des Vorschubantriebes 7 abgesenkt, bis die Schwenkplatte 14 auf der zu der Schleiffläche 12 hin liegenden Begrenzung des Stanzstempels 26 aufsetzt. Nach Betätigen des Näherungsschalters 24 über die sich relativ zu dem weiter abgesenkten Träger 5 bewegende Schwenkplatte 14 kommt die Schleiffläche 12 an der Schwenkplatte 14 mit reduzierter Vorschubgeschwindigkeit zur Anlage (Figur 13). Die Schwenkplatte 14 fungiert als Distanzkörper zwischen der Schleiffläche 12 und dem Stanzstempel 26. Die von dem brückenartigen Träger 5 bzw. der Schleiffläche 12 in Achsrichtung 8 der Vorschubbewegung eingenommene Position wird mit Hilfe des Kraft- und Wegmesssystems des Vor-

schubantriebes 7 erfasst und in der Maschinensteuerung 22 hinterlegt. Sofern gewünscht, kann anhand der nun erfassten Position der Schleiffläche 12 sowie anhand der im Rahmen der Kalibrierung der Maschinensteuerung 22 erfassten Position der Werkstückauflage 6 die Höhe des nachzuschleifenden Stanzstempels 26, d.h. dessen Erstreckung in Achsrichtung 8 der Vorschubbewegung, bestimmt werden.

[0037] Anschließend wird der Träger 5 gegenüber dem Stanzstempel 26 zurückverfahren und die Schwenkplatte 14 wird, nachdem sie von der Schleiffläche 12 frei geworden ist, aus dem Bewegungsbereich der Schleifscheibe 11 in Position 3 herausgeschwenkt (Figur 14). Bei aus dem Bewegungsbereich der Schleifscheibe 11 herausgeschwenkter Schwenkplatte 14 wird dann der Träger 5 erneut abgesenkt, bis die Schleiffläche 12 auf der zu ihr hin liegenden Begrenzung des Stanzstempels 26 aufsetzt.

[0038] Der erste Teil der Absenkbewegung des Trägers 5 wird von dem Vorschubantrieb 7 im Eilgang, d.h. mit verhältnismäßig hoher Geschwindigkeit ausgeführt. Kurz bevor die Schleiffläche 12 mit dem Stanzstempel 26 in Berührung kommt, wird die Vorschubgeschwindigkeit reduziert. Der Vorschubantrieb 7 schaltet in den Kriechgang. Bewirkt wird diese Geschwindigkeitsverminderung mittels der Maschinensteuerung 22, in welcher anlässlich des Betriebszustandes gemäß Figur 13 die Position der schleifflächenseitigen Begrenzung des Stanzstempels 26 hinterlegt und anhand dieser Position eine Position des Trägers 5 definiert wurde, bei welcher der Vorschubantrieb 7 aus dem Eil- in den Kriechgang zu schalten ist.

[0039] Mit entsprechend reduzierter Geschwindigkeit wird dann die rotierende Schleifscheibe 11 mit der Schleiffläche 12 gegenüber dem an der Werkstückauflage 6 eingespannten Stanzstempel 26 in Vorschubrichtung bewegt. Bei dieser Arbeitsbewegung von Schleifscheibe 11 und Stanzstempel 26 wird an letzterem Material abgetragen. Als Arbeitsweglänge wird durch die Maschinensteuerung 22 in dem gezeigten Beispielsfall die Sollhöhe des Materialabtrages an dem Stanzstempel 26 vorgegeben. In der Bearbeitungs-Endstellung in Achsrichtung 8 der Vorschubbewegung ist der brückenartige Träger 5 mit der Schleifscheibe 11 in Figur 15 gezeigt. Diese Position wird erfasst und in der Maschinensteuerung hinterlegt.

[0040] Anschließend wird der brückenartige Träger 5 gegenüber dem bearbeiteten Stanzstempel 26 zurückverfahren, die Schwenkplatte 14 wird in ihre Position 1 überführt und schließlich die Schleiffläche 12 mit reduzierter Vorschubgeschwindigkeit auf der an der Referenzplatte 19 arretierten Schwenkplatte 14 aufgesetzt (Figur 16). Die Schleiffläche 12 befindet sich nun in der nachträglichen Erfassungsposition, in welcher indirekt ihr nachträglicher Abstand von dem Verschleiß-Bezugsniveau an dem Träger 5 ermittelt wird. Die Lage des brückenartigen Trägers 5 in Achsrichtung 8 der Vorschubbewegung wird erfasst und in der Auswerteein-

richtung 23 der Maschinensteuerung 22 mit der zu Beginn der Werkstückbearbeitung (Figur 12) erfassten Lage verglichen. Weichen die beiden Positionen voneinander ab, so bedeutet dies, dass an der Schleifscheibe 11 während der vorausgegangenen Bearbeitung des Stanzstempels 26 Verschleiß aufgetreten ist. Der Betrag der Abweichung der beiden erfassten Positionen des brückenartigen Trägers 5 entspricht der Verschleißhöhe an der Schleifscheibe 11. Aus der Verschleißhöhe lässt sich bei Bedarf die verbliebene Höhe der Schleifscheibe 11 bestimmen.

[0041] Um die ermittelte Verschleißhöhe ist die Höhe des Werkstückabtrages an dem Stanzstempel 26 kleiner als die Arbeitsweglänge, die von der Schleifscheibe 11 bzw. dem brückenartigen Träger 5 bei der vorausgegangenen Arbeitsbewegung in Achsrichtung 8 der Vorschubbewegung zurückgelegt worden ist. Ist die so ermittelbare tatsächliche Höhe des Materialabtrages an dem Stanzstempel 26 kleiner als eine Sollhöhe, so wird von der Maschinensteuerung 22 eine Nachbearbeitung des Stanzstempels 26 eingeleitet. Unter "Sollhöhe" des Materialabtrages ist dabei eine Abtragshöhe zu verstehen, die von dem idealen Zielwert auch mit einer zulässigen Toleranz abweichen kann. Die Ausgangsposition, in welche die Schleiffläche 12 bei der Nachbearbeitung an dem Stanzstempel 26 zu bewegen ist, wurde bereits zuvor, nämlich in dem Betriebszustand gemäß Figur 15, erfasst. Für die Maschinensteuerung zur Nachbearbeitung des Stanzstempels 26 kann auf diese bekannte Position zurückgegriffen werden.

[0042] Nach Abschluss der Bearbeitung des Stanzstempels 26 wird die Schwenkplatte 14 in Position 2 geschwenkt und dann der Träger 5 mit der Position 2 einnehmenden Schwenkplatte 14 zu dem bearbeiteten Stanzstempel 26 hin abgesenkt. Die Bewegung der Schleiffläche 12 wird dabei ausgehend von der mittels der ihre Position 1 einnehmenden Schwenkplatte 14 definierten Referenzposition erfasst. Die Vorschubgeschwindigkeit des Trägers 5 ist anfangs relativ hoch, wird dann aber in der vorstehend beschriebenen Weise reduziert. Setzt die Schwenkplatte 14 auf dem bearbeiteten Stanzstempel 26 und die Schleiffläche 12 mit dann reduzierter Geschwindigkeit auf der Schwenkplatte 14 auf (Figur 17), so wird die Position des Trägers 5 in Achsrichtung 8 der Vorschubbewegung erfasst. Verglichen wird diese Position mit derjenigen Position, welche der Träger 5 bei Anlage der Schleiffläche 12 auf der Werkstückauflage 6 eingenommen hat (Figur 9). Die "Resthöhe" des Stanzstempels 12 ergibt sich als Höhendifferenz der Positionen des brückenartigen Trägers 5 gemäß den Figuren 17 und 9 abzüglich der Dicke der gemäß Figur 17 auf dem bearbeiteten Stanzstempel 26 aufliegenden Schwenkplatte 14 sowie zuzüglich der zuvor festgestellten Verschleißhöhe an der Schleifscheibe 11. Die Resthöhe des Stanzstempels 26 kann an einem Display angezeigt werden. Denkbar ist überdies, dass die Resthöhe des Stanzstempels 26 in einem Werkzeugverwaltungssystem hinterlegt wird.

Patentansprüche

1. Maschinelles Verfahren zum Schleifen von Werkstücken, insbesondere zum Nachschleifen von Stanzwerkzeugen, im Rahmen dessen ein Schleifwerkzeug (11) mit einer Schleiffläche (12) und ein zu bearbeitendes Werkstück in Achsrichtung (8) einer Vorschubbewegung relativ zueinander gesteuert bewegt werden, wobei das Schleifwerkzeug (11) mit der Schleiffläche (12) und das zu bearbeitende Werkstück miteinander in Berührung gebracht und dann das Schleifwerkzeug (11) und das zu bearbeitende Werkstück mit einer Arbeitsbewegung unter werkstückseitigem Abtragen von Material relativ zueinander über eine Arbeitsweglänge bewegt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor einer Arbeitsbewegung der anfängliche Abstand der Schleiffläche (12) des Schleifwerkzeuges (11) von einem gegenüber der Schleiffläche (12) in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung versetzten Verschleiß-Bezugsniveau erfasst und gespeichert wird, dass anschließend das Schleifwerkzeug (11) und das Werkstück mit einer Arbeitsbewegung relativ zueinander über eine Arbeitsweglänge bewegt werden, dass danach der dann in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung bestehende nachträgliche Abstand von Schleiffläche (12) und Verschleiß-Bezugsniveau erfasst und mit dem anfänglichen Abstand verglichen wird, dass die Differenz zwischen dem anfänglichen und dem nachträglichen Abstand von Schleiffläche (12) und Verschleiß-Bezugsniveau als Verschleißhöhe ermittelt wird und dass schließlich das Schleifwerkzeug (11) und das Werkstück mit einer Nacharbeitsbewegung relativ zueinander über eine in Abhängigkeit von der Verschleißhöhe bemessene Nacharbeitsweglänge bewegt werden, sofern die anfängliche Arbeitsweglänge abzüglich der Verschleißhöhe kleiner ist als eine Sollhöhe des werkstückseitigen Materialabtrages.
2. Maschinelles Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Schleiffläche (12) des Schleifwerkzeuges (11) in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung eine anfängliche Erfassungsposition definiert wird, bei deren Einnahme der anfängliche Abstand von Schleiffläche (12) und Verschleiß-Bezugsniveau in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung erfassbar ist und dass die Schleiffläche (12) gegenüber der anfänglichen Erfassungsposition in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung bewegt wird und dass Weglängen, die von der Schleiffläche (12) bei Bewegungen gegenüber der anfänglichen Erfassungsposition in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung zurückgelegt werden, erfasst und gespeichert werden.
3. Maschinelles Verfahren nach einem der vorherge-

henden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schleiffläche (12) des Schleifwerkzeuges (11) zwischen der anfänglichen Erfassungsposition und einer werkstücknahen Position, in welcher die Schleiffläche (12) in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung definiert gegenüber der zu ihr hin gelegenen Begrenzung des zu bearbeitenden Werkstückes angeordnet ist, in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung bewegt wird und dass die von der Schleiffläche (12) bei der Bewegung in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung zwischen der anfänglichen Erfassungsposition und der werkstücknahen Position zurückgelegte Weglänge erfasst und gespeichert wird.

4. Maschinelles Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schleiffläche (12) des Schleifwerkzeuges (11) in der werkstücknahen Position an der zu ihr hin gelegenen Begrenzung des zu bearbeitenden Werkstückes in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung abgestützt wird.

5. Maschinelles Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schleiffläche (12) des Schleifwerkzeuges (11) zwischen der anfänglichen Erfassungsposition und einer gegenüber einem Werkstück-Bezugsniveau in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung definiert angeordneten Position bewegt wird, wobei das Werkstück-Bezugsniveau seinerseits gegenüber der Werkstückbegrenzung an der in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung von der Schleiffläche (12) abliegenden Seite des Werkstücks in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung definiert angeordnet ist und dass die von der Schleiffläche (12) bei der Bewegung in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung zwischen der anfänglichen Erfassungsposition und der gegenüber dem Werkstück-Bezugsniveau definierten Position zurückgelegte Weglänge erfasst und gespeichert wird.

6. Maschinelles Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schleiffläche (12) des Schleifwerkzeuges (11) zwischen der anfänglichen Erfassungsposition und einer gegenüber einem von einer Werkstückauflage (6) ausgebildeten Werkstück-Bezugsniveau definiert angeordneten Position in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung bewegt wird.

7. Maschinelles Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schleiffläche (12) des Schleifwerkzeuges (11) in der gegenüber dem Werkstück-Bezugsniveau definierten Position auf dem Werkstück-Bezugsniveau in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung abgestützt wird.

8. Maschinelles Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schleiffläche (12) des Schleifwerkzeuges (11) an der zu der Schleiffläche (12) hin gelegenen Begrenzung des zu bearbeitenden Werkstückes und/oder auf dem Werkstück-Bezugsniveau über einen Distanzkörper (14) abgestützt wird, der in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung eine definierte Dicke aufweist.

9. Maschinelles Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dicke des Distanzkörpers (14) vor der Erfassung der Lage der zu der Schleiffläche (12) hin gelegenen Begrenzung des zu bearbeitenden Werkstückes und/oder vor der Erfassung der Lage des Werkstück-Bezugsniveaus gegenüber der anfänglichen Erfassungsposition der Schleiffläche (12) ermittelt wird.

10. Maschinelles Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dicke des Distanzkörpers (14) ermittelt wird, indem der Distanzkörper (14) mit seiner Unterseite auf einer Distanzkörperauflage angeordnet, die Schleiffläche (12) in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung nacheinander an der Distanzkörperauflage und an der Oberseite des Distanzkörpers (14) abgestützt wird und die dabei von der Schleiffläche (12) in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung eingenommenen Positionen erfasst und miteinander verglichen werden.

11. Maschinelles Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Distanzkörper (14) zur Ermittlung seiner Dicke auf einer Werkstückauflage (6) angeordnet wird.

12. Maschinelles Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Schleiffläche (12) des Schleifwerkzeuges (11) in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung eine nachträgliche Erfassungsposition definiert wird, bei deren Einnahme der nachträgliche Abstand von Schleiffläche (12) und Verschleiß-Bezugsniveau erfassbar ist und deren Lage gegenüber der anfänglichen Erfassungsposition der Schleiffläche (12) in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung definiert ist.

13. Maschinelles Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die anfängliche und die nachträgliche Erfassungsposition der Schleiffläche (12) miteinander übereinstimmen.

14. Maschinelles Verfahren nach einem der vorherge-

henden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach der abschließenden Nacharbeitsbewegung die Lage der zu der Schleiffläche (12) hin gelegenen Begrenzung des bearbeiteten Werkstückes gegenüber dem Werkstück-Bezugsniveau und dadurch die Erstreckung des bearbeiteten Werkstückes in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung ermittelt wird.

15. Maschinelles Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erstreckung des bearbeiteten Werkstückes in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung in einem Werkstückverwaltungssystem hinterlegt wird.

16. Maschine zum Schleifen von Werkstücken, insbesondere zum Nachschleifen von Stanzwerkzeugen, mit einem Schleifwerkzeug (11) mit einer Schleiffläche (12) sowie mit einer Vorschubeinrichtung (10), die mit einer Maschinensteuerung (22) in Verbindung steht und mittels derer das Schleifwerkzeug (11) und ein zu bearbeitendes Werkstück in Achsrichtung (8) einer Vorschubbewegung relativ zueinander bewegbar sind, wobei das Schleifwerkzeug (11) mit der Schleiffläche (12) und das zu bearbeitende Werkstück miteinander in Berührung bringbar und dann das Schleifwerkzeug (11) und das Werkstück mit einer Arbeitsbewegung unter werkstückseitigem Abtragen von Material relativ zueinander über eine Arbeitsweglänge bewegbar sind, **gekennzeichnet durch** eine Vorrichtung zur Ermittlung von Verschleiß an dem Schleifwerkzeug (11)

- mit einer Vorrichtung zur Erfassung des vor einer Arbeitsbewegung bestehenden anfänglichen Abstandes der Schleiffläche (12) des Schleifwerkzeuges (11) von einem gegenüber der Schleiffläche (12) in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung versetzten Verschleiß-Bezugsniveau,
- mit einer Vorrichtung zur Erfassung des nach der Arbeitsbewegung in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung bestehenden nachträglichen Abstandes von Schleiffläche (12) und Verschleiß-Bezugsniveau sowie
- mit einer Auswerteeinrichtung (23) der Maschinensteuerung (22), mittels derer der nachträgliche mit dem anfänglichen Abstand von Schleiffläche (12) und Verschleiß-Bezugsniveau vergleichbar und die Differenz zwischen dem anfänglichen und dem nachträglichen Abstand von Schleiffläche (12) und Verschleiß-Bezugsniveau als Verschleißhöhe ermittelbar ist,

wobei mittels der Maschinensteuerung (22) eine Nacharbeitsbewegung von Schleifwerkzeug (11) und Werkstück relativ zueinander über eine in Abhängigkeit von der Verschleißhöhe bemessene Nacharbeitsweglänge veranlassbar ist, sofern die anfängliche Arbeitsweglänge abzüglich der Verschleißhöhe kleiner ist als eine Sollhöhe des werkstückseitigen Materialabtrages.

17. Maschine nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung zur Erfassung des anfänglichen Abstandes der Schleiffläche (12) des Schleifwerkzeuges (11) von dem Verschleiß-Bezugsniveau eine Einrichtung zur Definition einer anfänglichen Erfassungsposition der Schleiffläche (12) in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung umfasst, dass bei in der anfänglichen Erfassungsposition befindlicher Schleiffläche (12) der anfängliche Abstand von Schleiffläche (12) und Verschleiß-Bezugsniveau erfassbar ist, dass die Schleiffläche (12) gegenüber der anfänglichen Erfassungsposition in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung bewegbar ist, dass eine Wegmessvorrichtung vorgesehen ist, mittels derer Weglängen, die von der Schleiffläche (12) bei Bewegungen gegenüber der anfänglichen Erfassungsposition in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung zurückgelegt werden, erfassbar sind und dass die erfassten Weglängen in der Maschinensteuerung (22) hinterlegbar sind.

18. Maschine nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zur Definition der anfänglichen Erfassungsposition der Schleiffläche (12) eine Schleifflächenauflage (14) aufweist, die in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung definiert anordenbar ist und an welcher das Schleifwerkzeug (11) mit der in der anfänglichen Erfassungsposition befindlichen Schleiffläche (12) in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung abstützbar ist.

19. Maschine nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schleiffläche (12) des Schleifwerkzeuges (11) zwischen der anfänglichen Erfassungsposition und einer werkstücknahen Position, in welcher die Schleiffläche (12) in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung definiert gegenüber der zu ihr hin gelegenen Begrenzung des zu bearbeitenden Werkstückes angeordnet ist, in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung bewegbar ist und dass die von der Schleiffläche (12) bei der Bewegung in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung zwischen der anfänglichen Erfassungsposition und der werkstücknahen Position zurückgelegte Weglänge mittels der Wegmessvorrichtung erfassbar und die erfasste Weglänge in der Maschinensteuerung (22) hinterlegbar ist.

20. Maschine nach einem der Ansprüche 16 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schleiffläche (12) des Schleifwerkzeuges (11) in der werkstücknahen Position an der zu ihr hin gelegenen Begrenzung des zu bearbeitenden Werkstückes in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung abgestützt ist. 5
21. Maschine nach einem der Ansprüche 16 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schleiffläche (12) des Schleifwerkzeuges (11) zwischen der anfänglichen Erfassungsposition und einer gegenüber einem Werkstück-Bezugsniveau in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung definiert angeordneten Position in der genannten Achsrichtung (8) bewegbar ist, wobei das Werkstück-Bezugsniveau seinerseits gegenüber der Werkstückbegrenzung an der in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung von der Schleiffläche (12) abliegenden Seite des Werkstücks in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung definiert angeordnet ist und dass die von der Schleiffläche (12) bei der Bewegung zwischen der anfänglichen Erfassungsposition und der gegenüber dem werkstück-Bezugsniveau definierten Position in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung zurückgelegte Weglänge mittels der Wegmessvorrichtung erfassbar und die erfasste Weglänge in der Maschinensteuerung (22) hinterlegbar ist. 10 15 20 25
22. Maschine nach einem der Ansprüche 16 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkstück-Bezugsniveau von einer Werkstückauflage (6) ausgebildet ist. 30
23. Maschine nach einem der Ansprüche 16 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schleiffläche (12) des Schleifwerkzeuges (11) in der gegenüber dem Werkstück-Bezugsniveau definierten Position auf dem Werkstück-Bezugsniveau in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung abgestützt ist. 35 40
24. Maschine nach einem der Ansprüche 16 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in der werkstücknahen Position befindliche Schleiffläche (12) an der zu ihr hin gelegenen Begrenzung des zu bearbeitenden Werkstückes und/oder die in der gegenüber dem Werkstück-Bezugsniveau definierten Position befindliche Schleiffläche (12) auf dem Werkstück-Bezugsniveau über einen Distanzkörper (14) abgestützt ist, der eine in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung definierte und in der Maschinensteuerung (22) hinterlegbare Dicke aufweist. 45 50
25. Maschine nach einem der Ansprüche 16 bis 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Abstützung der in der werkstücknahen Position befindlichen Schleiffläche (12) an der zu ihr hin gelegenen Fläche des zu bearbeitenden Werkstücks und zur Abstützung der in der gegenüber dem Werkstück-Bezugsniveau definierten Position befindlichen Schleiffläche (12) auf dem Werkstück-Bezugsniveau ein gemeinsamer Distanzkörper (14) vorgesehen ist, der in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung in seine Funktionsstellungen bewegbar ist. 55
26. Maschine nach einem der Ansprüche 16 bis 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Distanzkörper (14) mit der Schleiffläche (12) des Schleifwerkzeuges (11) bewegungsverbunden ist.
27. Maschine nach einem der Ansprüche 16 bis 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Distanzkörper (14) zur Abstützung der in der werkstücknahen Position befindlichen Schleiffläche (12) und/oder als Distanzkörper (14) zur Abstützung der in der gegenüber dem Werkstück-Bezugsniveau definierten Position befindlichen Schleiffläche (12) die Schleifflächenauflage (14) zur Definition der anfänglichen Erfassungsposition der Schleiffläche (12) vorgesehen ist, wobei die Schleifflächenauflage (14) in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung in die Position(en) zur Abstützung der in der werkstücknahen und/oder in der gegenüber dem Werkstück-Bezugsniveau definierten Position befindlichen Schleiffläche (12) bewegbar und zur Definition der anfänglichen Erfassungsposition in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung arretierbar ist.
28. Maschine nach einem der Ansprüche 16 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Distanzkörper (14) und/oder die Schleifflächenauflage (14) um eine in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung verlaufende Schwenkachse (15) schwenkbar und dadurch zwischen Positionen innerhalb und außerhalb der von der Schleiffläche (12) bei deren Bewegung in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung beschriebenen Bewegungsbahn hin und her bewegbar ist.
29. Maschine nach einem der Ansprüche 16 bis 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dicke des Distanzkörpers (14) vor der Bewegung der Schleiffläche (12) in die werkstücknahe Position und/oder vor der Bewegung der Schleiffläche (12) in die gegenüber dem Werkstück-Bezugsniveau definierte Position ermittelbar und in der Maschinensteuerung (22) hinterlegbar ist.
30. Maschine nach einem der Ansprüche 16 bis 29, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung zur Erfassung des nachträglichen Abstandes der Schleiffläche (12) des Schleifwerkzeuges (11) und des Verschleiß-Bezugsniveaus eine Einrichtung zur Definition einer nachträglichen Erfassungsposition der Schleiffläche (12) in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung umfasst und dass bei in der nachträglichen Erfassungsposition befindlicher

Schleiffläche (12) der nachträgliche Abstand von Schleiffläche (12) und Verschleiß-Bezugsniveau erfassbar ist und die Lage der nachträglichen Erfassungsposition gegenüber der Lage der anfänglichen Erfassungsposition der Schleiffläche (12) in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung definiert ist. 5

31. Maschine nach einem der Ansprüche 16 bis 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Einrichtung zur Definition einer nachträglichen Erfassungsposition der Schleiffläche (12) die Einrichtung zur Definition der anfänglichen Erfassungsposition vorgesehen ist und dass die nachträgliche und die anfängliche Erfassungsposition miteinander übereinstimmen. 10 15

32. Maschine nach einem der Ansprüche 16 bis 31, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach der abschließenden Nacharbeitsbewegung die Lage der zu der Schleiffläche (12) hin gelegenen Begrenzung des bearbeiteten Werkstückes gegenüber dem Werkstück-Bezugsniveau und dadurch die Erstreckung des bearbeiteten Werkstückes in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung ermittelbar ist. 20 25

33. Maschine nach einem der Ansprüche 16 bis 32, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erstreckung des bearbeiteten Werkstückes in Achsrichtung (8) der Vorschubbewegung in einem Werkstückverwaltungssystem hinterlegbar ist. 30

35

40

45

50

55

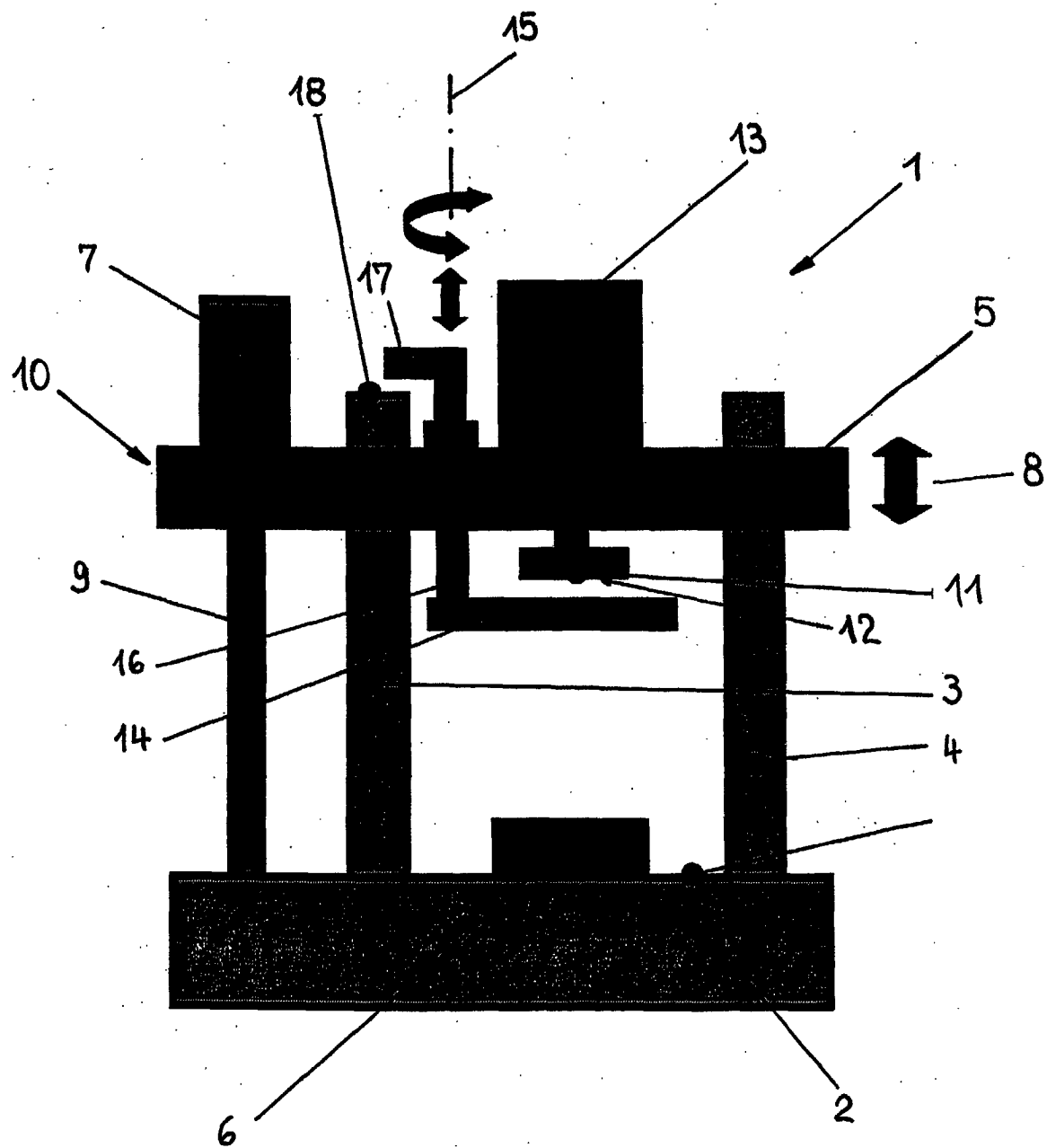


Fig. 1

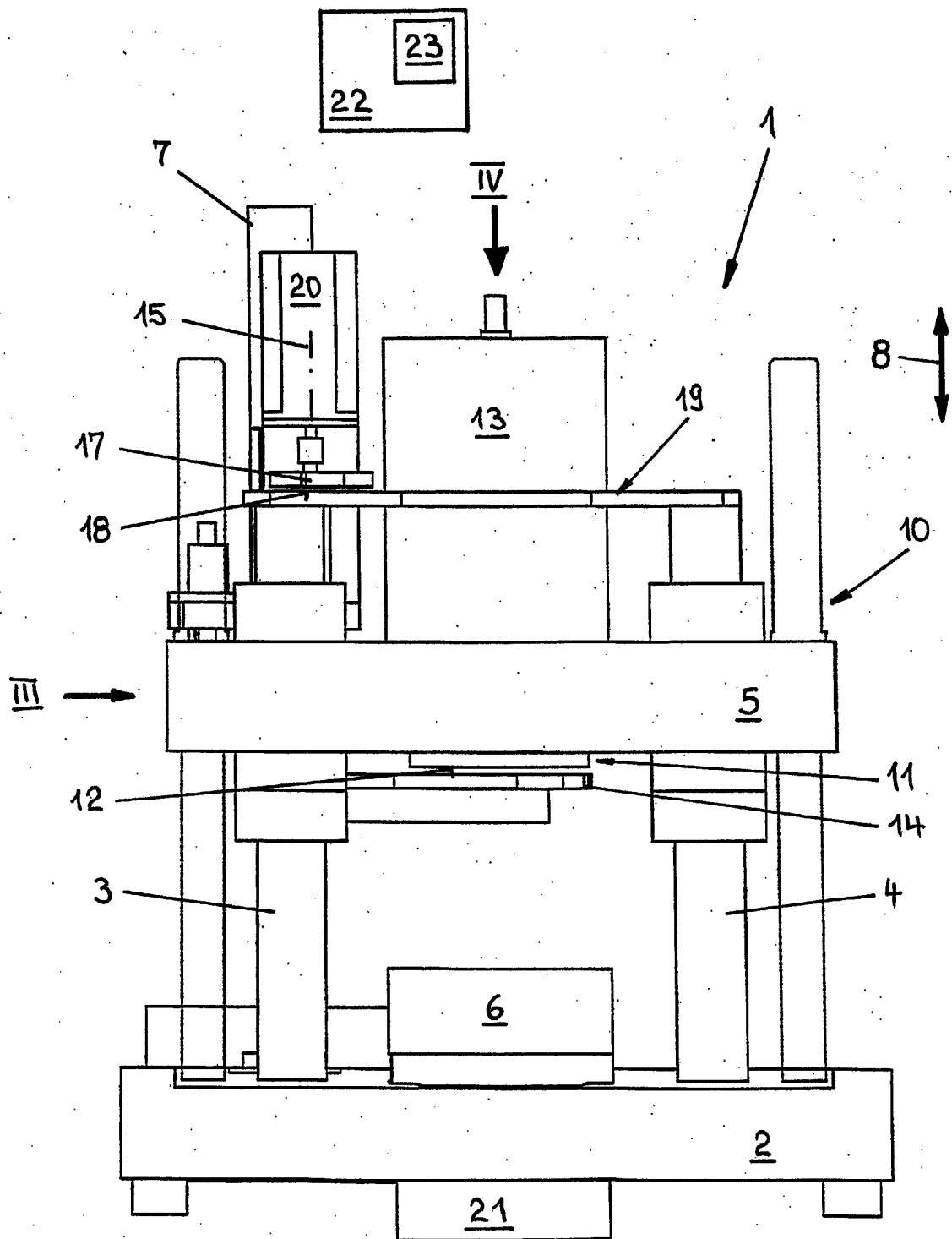


Fig. 2

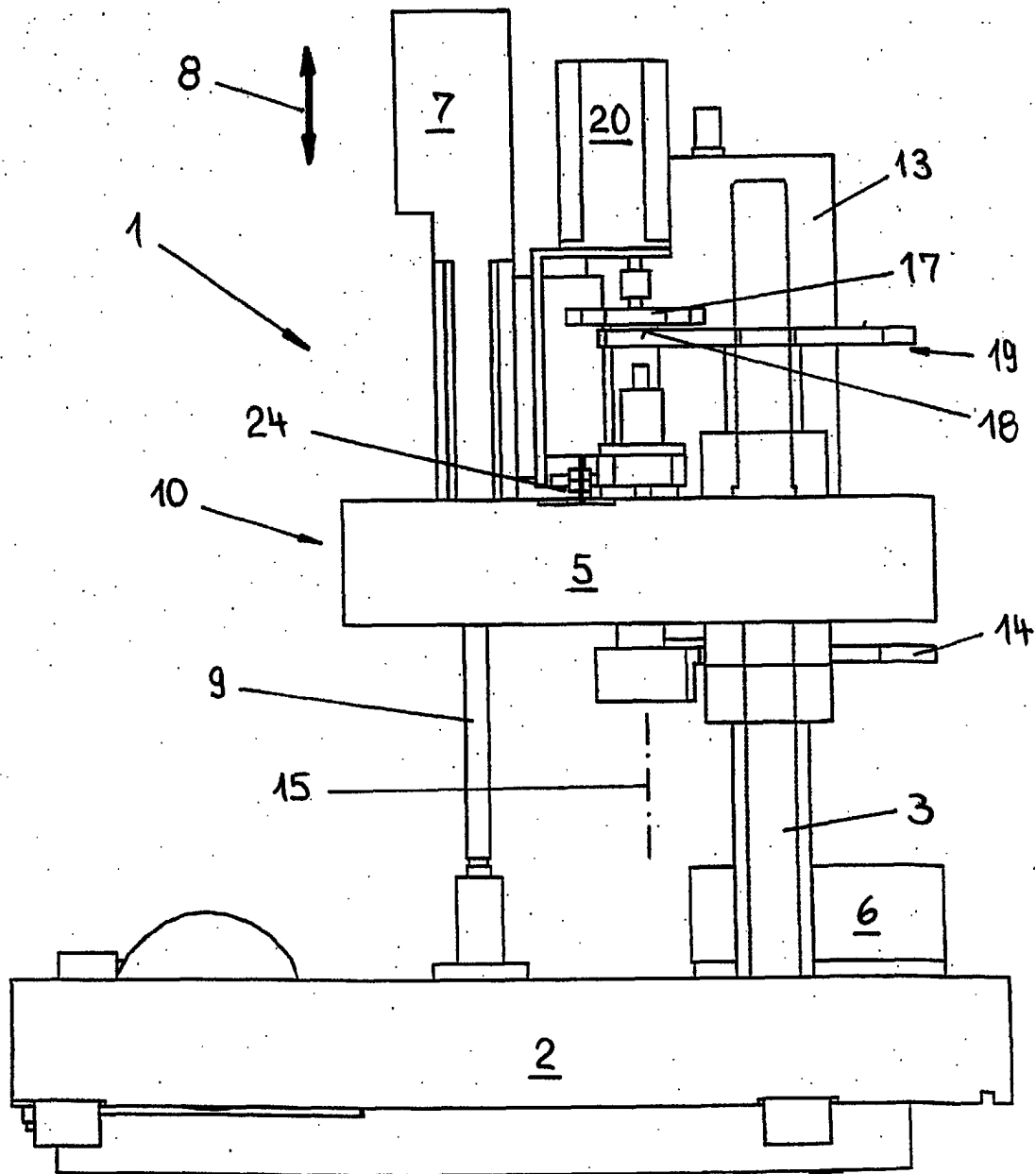


Fig. 3

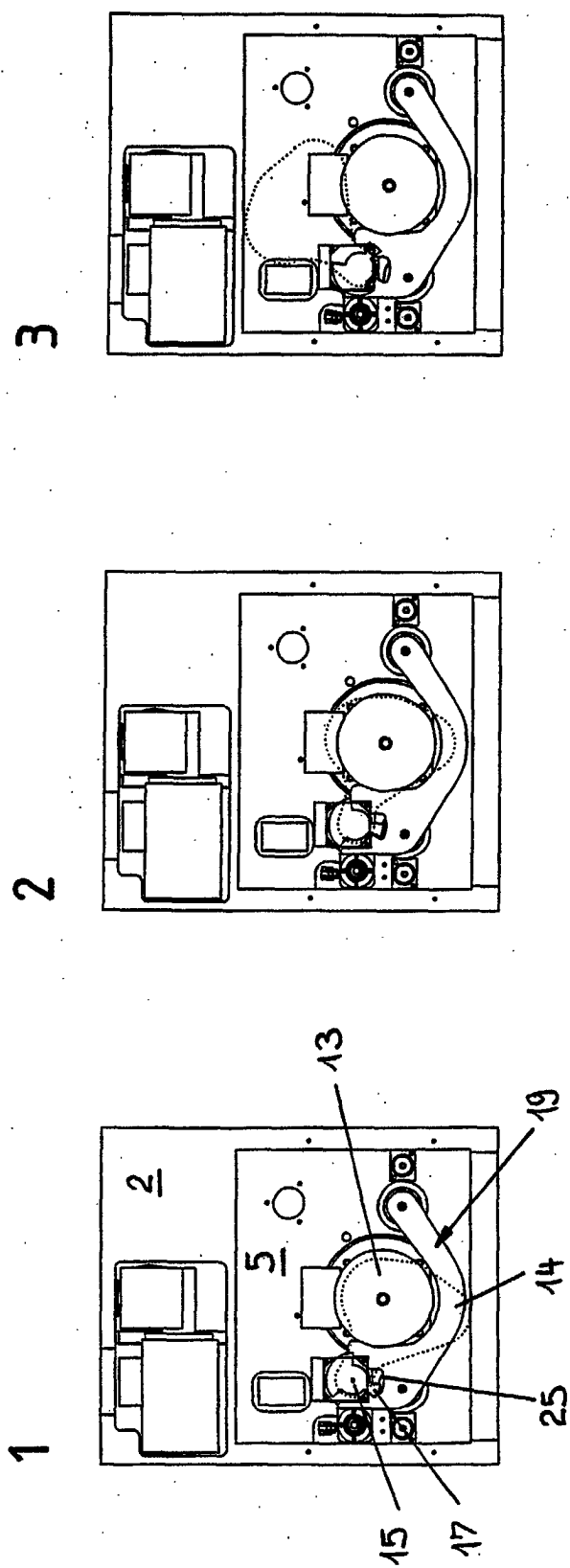


Fig. 4

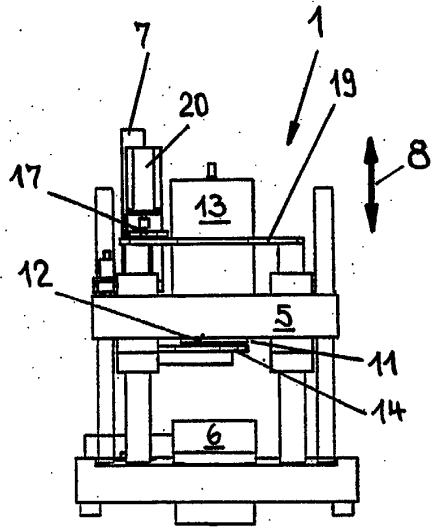


Fig. 5

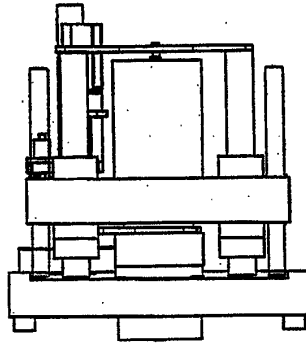


Fig. 6

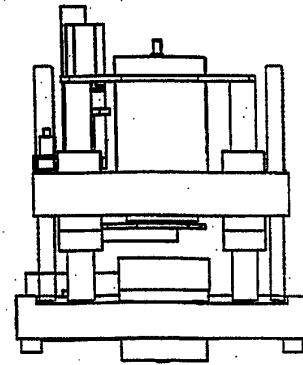


Fig. 7

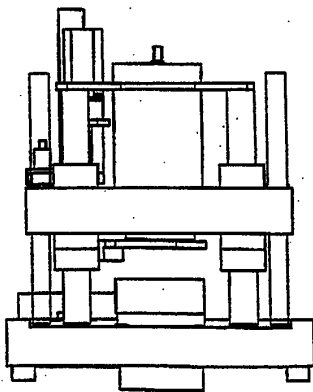


Fig. 8

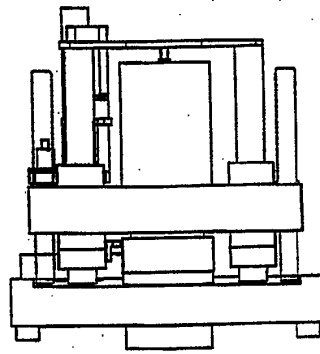


Fig. 9

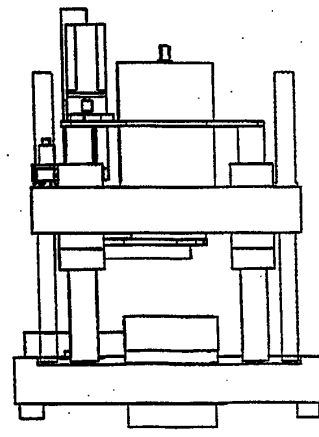


Fig. 10

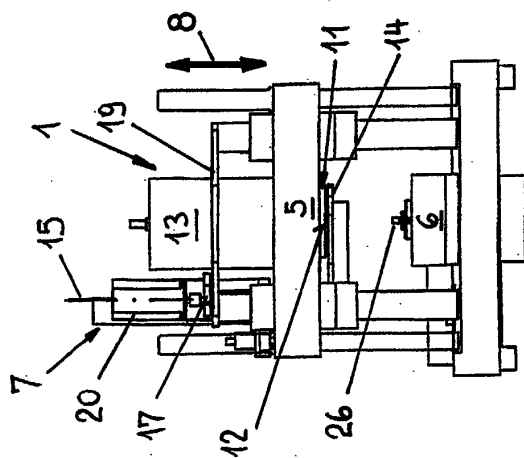


Fig. 11

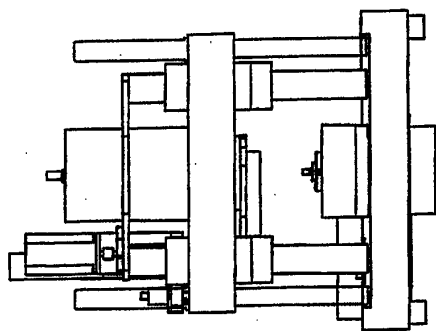


Fig. 12

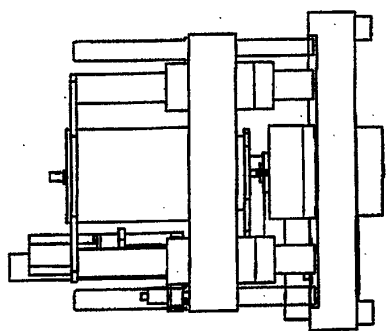


Fig. 13

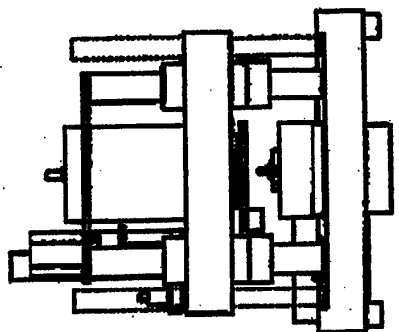


Fig. 14

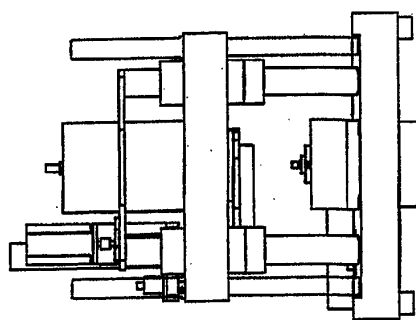


Fig. 16

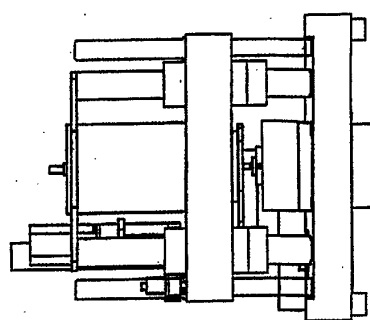


Fig. 17

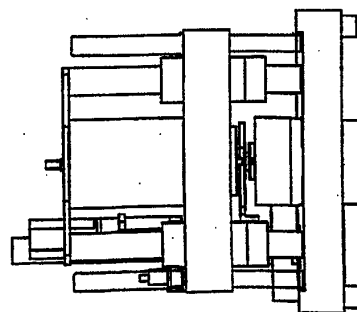


Fig. 15



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 02 02 2775

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	US 4 490 946 A (TSUJIUCHI TOSHIO ET AL) 1. Januar 1985 (1985-01-01) * Spalte 4, Zeile 50 - Spalte 5, Zeile 4 * ---	1	B24B49/18 B24B19/20
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 292 (M-729), 10. August 1988 (1988-08-10) & JP 63 068364 A (FUJITSU LTD), 28. März 1988 (1988-03-28) * Zusammenfassung *	1	
A	DE 41 08 391 A (HELLA KG HUECK & CO) 17. September 1992 (1992-09-17) * Spalte 5, Zeile 58 - Spalte 6, Zeile 27 * ---	1	
A,D	DE 32 34 215 A (TRUMPF GMBH & CO) 15. März 1984 (1984-03-15) * Zusammenfassung * -----	16	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B24B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 31. März 2003	Prüfer Petrucci, L
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A: technologischer Hintergrund O: mündliche Offenbarung P: Zwischenliteratur		T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

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

EP 02 02 2775

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

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

31-03-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4490946 A	01-01-1985	JP 1584506 C	22-10-1990
		JP 2007792 B	20-02-1990
		JP 58126065 A	27-07-1983
JP 63068364 A	28-03-1988	JP 1710049 C	11-11-1992
		JP 3079153 B	17-12-1991
DE 4108391 A	17-09-1992	DE 4108391 A1	17-09-1992
DE 3234215 A	15-03-1984	DE 3234215 A1	15-03-1984
		EP 0106057 A2	25-04-1984
		JP 1633010 C	20-01-1992
		JP 2044663 B	04-10-1990
		JP 59134645 A	02-08-1984
		US 4575969 A	18-03-1986

EPO FORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82