



(10) **DE 102 46 150 B4** 2011.12.29

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **102 46 150.3**  
(22) Anmeldetag: **01.10.2002**  
(43) Offenlegungstag: **15.04.2004**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **29.12.2011**

(51) Int Cl.: **B24B 41/04 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(62) Teilung in:  
**102 62 280.9**

(72) Erfinder:  
**Schuster, Helmut, 86920, Denklingen, DE**

(73) Patentinhaber:  
**Schuster Maschinenbau GmbH, 86920,  
Denklingen, DE**

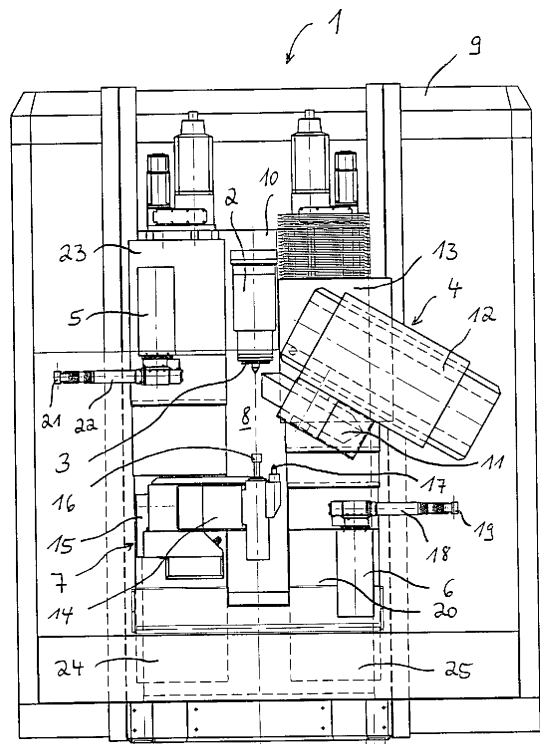
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

(74) Vertreter:  
**Kahler, Käck & Mollekopf, 86899, Landsberg, DE**

<b>DE</b>	<b>199 26 668</b>	<b>C2</b>
<b>DE</b>	<b>199 29 695</b>	<b>A1</b>
<b>EP</b>	<b>0 978 351</b>	<b>A3</b>
<b>WO</b>	<b>01/ 89 761</b>	<b>A1</b>

(54) Bezeichnung: **Schleifvorrichtung und Maschinenanordnung**

(57) Hauptanspruch: Schleifvorrichtung mit einer Einspann- und Antriebseinrichtung (2, 3) zum Einspannen und Antreiben eines zu bearbeitenden Werkstücks (48), einer neben der Bearbeitungsachse der Einspann- und Antriebseinrichtung (2, 3) angeordneten ersten Schleifeinrichtung (4, 32), wobei die Bearbeitungsachse vertikal oder ungefähr vertikal ausgerichtet ist, und einem Maschinengrundkörper (10), insbesondere Maschinenrahmen; dadurch gekennzeichnet, dass die Einspann- und Antriebseinrichtung (2, 3) starr mit dem Maschinengrundkörper (10) verbunden ist, und die erste Schleifeinrichtung (4, 32) dem Werkstück zur Schleifbearbeitung zugstellbar ist.



### Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Schleifvorrichtung mit einer Einspann- und Antriebseinrichtung und einer neben der Bearbeitungsachse der Einspann- und Antriebseinrichtung angeordneten Schleifeinrichtung, sowie eine Anordnung von nebeneinander stehenden Bearbeitungsvorrichtungen.

**[0002]** Aus der EP 0 978 351 A2 ist eine Anordnung von nebeneinander stehenden Vertikal-Drehmaschinen bekannt. Zwischen jeweils zwei nebeneinander liegenden Drehmaschinen ist jeweils eine Rotations-Schwenkeinrichtung vorgesehen, mit der ein Werkstück von der Bearbeitungsachse der einen Drehmaschine zur Bearbeitungsachse der anderen Drehmaschine übergeben werden kann. Zum Zuführen von Werkstückrohlingen ist an der ersten Vertikal-Drehmaschine eine zusätzliche Rotations-Schwenkeinrichtung angeordnet ebenso wie an der letzten Vertikal-Drehmaschine, um die fertig bearbeiteten Werkstücke an eine Lagereinrichtung zu übergeben.

**[0003]** Bei einer herkömmlichen Schleifmaschine ist die Drehspindel bzw. die Bearbeitungsachse horizontal verlaufend. Der Arbeitsfluss zwischen einer Bearbeitungsvorstufe, wie beispielsweise einer Drehmaschine, und der Schleifmaschine ist unterbrochen, wenn das Werkstück vor der Feinverarbeitung mit der Schleifmaschine gehärtet oder oberflächenvergütet werden soll. Hierzu werden die von der Drehmaschine bearbeiteten Werkstücke gesammelt, einem räumlich separaten Betriebszweig oder einer Fremdfirma zum Härten übergeben, die gehärteten Werkstücke werden gesammelt, beispielsweise auf einer Palette, zur Schleifmaschine überführt und dort einzeln wieder geschliffen. Dies verlängert die Durchlaufzeit der Werkstücke erheblich und erfordert eine entsprechende Lagerhaltung sowie einen angepassten Materialfluss.

**[0004]** Die DE 199 29 695 A1 offenbart eine nach dem Pick-Up Prinzip arbeitende Vertikalschleifmaschine. Der Werkstücktransport erfolgt mittels der verfahrbaren Spindel. Mittels zweier Schleifeinrichtungen kann das in der verfahrbaren Spindel eingespannte Werkstück unter Schrägstellung der Schleifachse bzw. an der Unterseite bearbeitet werden. Bei einer Ausgestaltung erfolgt die Z-Bewegung durch Z-Verfahren der Werkstückspindel oder indem die Schleifspindeln **18** in Z-Richtung vertikal verfahren werden.

**[0005]** Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Schleifvorrichtung vorzusehen, die sich einfach als weitere Bearbeitungsstufe in einen Arbeitsprozess integrieren lässt.

**[0006]** Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand von Unteransprüchen.

**[0007]** Gemäß Anspruch 1 weist die Schleifvorrichtung eine Einspann- und Antriebseinrichtung zum Einspannen und Antreiben eines zu bearbeitenden Werkstücks auf, beispielsweise eine Spannbacke mit Spindeltrieb, eine Axialspanneinrichtung mit gegenüberliegenden Spitzen oder dergleichen. Neben der Bearbeitungsachse der Einspann- und Antriebseinrichtung, d. h. neben der Bearbeitungszone für das Werkstück, ist eine erste Schleifeinrichtung angeordnet, die dem Werkstück zur Schleifbearbeitung zustellbar ist. Die Bearbeitungsachse (Spindelachse) der Schleifvorrichtung ist vertikal ausgerichtet, so dass die Schleifvorrichtung zum Umrüsten, Warten, Justieren und dergleichen durch eine Bedienungsperson oder einen Bedienungsautomaten von vorne frei zugänglich ist. Seitlich oder hinter der Schleifvorrichtung sind weitere Bearbeitungsvorrichtungen anordenbar. Daher lassen sich weitere Bearbeitungsstufen der Schleifvorrichtung darstellen, unmittelbar neben der Schleifvorrichtung anordnen und der Bearbeitungsprozess in den einzelnen Bearbeitungsstufen eines Werkstückes kann ohne Unterbrechung durch Zwischenlager und Zwischentransport ausgeführt werden. Die Lagerhaltung von vorbereiteten Werkstücken oder bereits geschliffenen Werkstücken entfällt und die Produktionszeit ist insgesamt erheblich verkürzt. Durch die starre Verbindung der Einspann- und Antriebseinrichtung mit dem Maschinengrundkörper bzw. dem Maschinenrahmen ist aufgrund der hohen Dämpfung eine präzise Bearbeitung des Werkstückes gewährleistet. Damit entfällt die übliche, weniger starre Kopplung der Einspann- und Antriebseinrichtung über eine Linearverstellung an den Maschinenrahmen, was höhere Vibrationen und damit eine geringere Bearbeitungspräzision zur Folge haben kann.

**[0008]** Dadurch, dass die Einspanneinheit und zumindest ein Teil der Antriebseinheit der Einspann- und Antriebseinrichtung oberhalb der Bearbeitungszone des zu bearbeitenden Werkstückes angeordnet sind, gelangen kaum noch oder keine Schleifhilfsmittel oder Schleifrückstände an die Einspanneinheit und die Antriebseinheit. Diese werden unterhalb der Bearbeitungszone aufgefangen, so dass sich der Reinigungsaufwand und ggf. Grundreinigungsbedarf der Einspann- und Antriebseinrichtung und der neben der Bearbeitungszone liegenden Führungen und Antriebe erheblich vermindert.

**[0009]** Dadurch, dass der Einspanneinheit der Einspann- und Antriebseinrichtung gegenüberliegend eine zweite Schleifeinrichtung mit einem rotierend angetriebenen Schleifkörper angeordnet ist, ist eine Parallelbearbeitung des Werkstückes mittels beider

Schleifeinrichtungen gegeben. Das Werkstück kann durch die zweite Schleifeinrichtung an der Unterseite bzw. an einer unten liegenden Ausnehmung an der Innenseite bearbeitet werden. Besonders bei Werkstücken mit vorgegebenen Innen- und Außenmaß ist somit eine erhebliche Verkürzung der Bearbeitungszeit zu erreichen. Durch einen zweiten Linearantrieb ist die zweite Schleifeinrichtung parallel zur Bearbeitungsachse (Z-Richtung) verschiebbar, so dass eine Bearbeitung längs der Werkstückachse ermöglicht wird. Durch einen dritten Stellantrieb wird die radiale Ausrichtung der zweiten Schleifeinrichtung zum Werkstück bewirkt, so dass zusammenfassend eine Kontur-Bearbeitung des Werkstücks an einer Innenseite, Außenseite oder an der Unterseite durch die zweite Schleifeinrichtung gewährleistet ist.

**[0010]** Ganz besonders vorteilhaft ist an der zweiten Schleifeinrichtung eine Halteeinrichtung zum Gegenhalten des Werkstücks angeordnet, mit der das Werkstück in einer axialen Klemmung zwischen der Halteeinrichtung und der Einspanneinheit einklemmbar ist. Ein axial beidseitiges Einspannen eines Werkstückes ist beispielsweise bei langen Werkstücken wie Wellen oder dergleichen erforderlich. Durch die Kombination der Halteeinrichtung, die beispielsweise ein Dorn, eine Spitze, eine Einspanneinrichtung oder dergleichen ist, und der zweiten Schleifeinrichtung auf einen gemeinsamen Antrieb kann ein vollautomatisches Umstellen zwischen der Halteeinrichtung und der zweiten Schleifeinrichtung vorgenommen werden. Es sind für beide Einrichtungen keine getrennten mechanischen Aufbauten und Zustelleinrichtungen mehr erforderlich.

**[0011]** Durch Vorsehen zumindest zweier Handhabungseinrichtungen vorzugsweise zum wahlweise Zuführen eines Werkstückes zur Spanneinheit und Entfernen des Werkstückes aus der Spanneinheit wird beispielsweise ein Werkstück von einer Vorverarbeitungsstufe, aus einem Magazin, oder dergleichen der Schleifvorrichtung zugeführt und entsprechend mit der zweiten Handhabungseinrichtung das geschliffene Werkstück einer nächsten Bearbeitungsstufe zugeführt, in eine Lagereinrichtung abgesetzt, einer weiteren Handhabungseinrichtung der nächsten Bearbeitungsmaschine weitergereicht oder dergleichen. Durch die beiden Handhabungseinrichtungen ist entweder beim Zuführen oder beim Entfernen des Werkstückes eine Pufferung möglich, indem beispielsweise ein zu bearbeitendes Werkstück der Einspanneinheit noch nicht zugeführt wird, wenn in dieser gerade ein Werkstück bearbeitet wird. Umgekehrt kann ein bearbeitetes Werkstück mit der zweiten Handhabungseinrichtung kurzzeitig gelagert werden, wenn die nachfolgende Stufe noch nicht aufnahmefähig ist.

**[0012]** Vorteilhaft weist jede Handhabungseinrichtung zumindest zwei Antriebe auf, so dass diese

beim Zuführen oder Entfernen eines Werkstückes eine Vielzahl von Freiheitsgraden der Bewegung aufweist und damit das Abholen oder Weiterreichen des Werkstückes sehr flexibel ist, d. h. eine Übergabeposition relativ frei definierbar ist. Besonders dann, wenn die Handhabungseinrichtung auf einem Linearantrieb parallel zur Bearbeitungsachse verschiebbar ist, kann die erste und/oder zweite Handhabungseinrichtung aus der Bearbeitungszone entfernt bzw. dieser zugestellt werden, so dass die Bearbeitungswerkzeuge durch die Handhabungseinrichtungen nicht behindert sind.

**[0013]** Besonders vorteilhaft sind die beiden Handhabungseinrichtungen bezüglich der Bearbeitungszone diagonal gegenüberliegend angeordnet, so dass auf der freien Diagonale genügend Platz für die Aufbauten der ersten und zweiten Schleifvorrichtung vorhanden ist.

**[0014]** Weist die erste und/oder zweite Handhabungseinrichtung einen Rotations- bzw. Schwenkfreiheitsgrad zum Schwenken bzw. Drehen des Werkstückes auf, so kann das Werkstück entweder beim Zuführen, beim Entfernen oder während Bearbeitungsunterbrechungen mittels einer oder wahlweise mittels beider Handhabungseinrichtungen gedreht werden. Die Notwendigkeit einer separaten Wendevorrichtung für das Drehen des Werkstückes entfällt somit. Vorzugsweise ist die Handhabungseinrichtung eine Schwenk-Rotationseinrichtung, wie sie beispielsweise in der WO 01/89761 A1 detailliert beschrieben ist. Diese kann wie dort beschrieben eine Zangengreifereinrichtung, eine Rundgreifereinrichtung, verschieden lange Arme und dergleichen aufweisen.

**[0015]** Vorteilhaft ist in der Schleifvorrichtung eine Vorbearbeitungseinrichtung integriert, mittels der grobe Vorbearbeitungen ausgeführt werden können. Beispielsweise weist die Vorbearbeitungseinrichtung einen Drehstuhl auf, mit dem vor dem Schleifen ein Schlichtspan zur Entfernung grober Unregelmäßigkeiten abgehoben werden kann.

**[0016]** Bei der Anordnung gemäß Anspruch 21 ist zumindest eine Vertikal-Schleifvorrichtung in einen Bearbeitungsstrang mit anderen Bearbeitungsvorrichtungen integriert, wobei die Vertikal-Schleifvorrichtungen und zumindest eine auf einer Seite der Schleifvorrichtung angeordnete Bearbeitungsvorrichtung jeweils eine Handhabungsvorrichtung mit einem gemeinsamen Übergabepunkt oder -Bereich aufweist.

**[0017]** Dadurch, dass die Übergabe des Werkstückes von einer Bearbeitungsstufe zur nächsten Bearbeitungsstufe nicht von der ersten Bearbeitungszone zur nächsten Bearbeitungszone erfolgt, sondern über den Umweg der Übergabe zwischen den Handha-

bungsvorrichtungen, kann jede Handhabungseinrichtung auf die Zufuhr bzw. die Entnahme des Werkstücks aus der jeweils eigenen Bearbeitungszone optimiert werden. Es ist daher beispielsweise nicht notwendig, die Position oder Einstellung einer Handhabungseinrichtung bei einer Bearbeitungsvorrichtung bezüglich deren Bearbeitungszone zu ändern, wenn sich der Abstand zwischen benachbarten Bearbeitungsvorrichtungen ändert. Änderungen im Abstand der beiden Vorrichtungen zueinander oder beispielsweise der Winkelstellung zueinander werden einfach durch Neudefinition des Übergabepunktes zwischen den beiden Handhabungseinrichtungen festgelegt, die einen entsprechend großen Überlappungsbereich der möglichen Übergabe aufweisen. Bei einer solchen Anordnung von nebeneinander angeordneten Bearbeitungsvorrichtungen muss jedoch nicht notwendigerweise eine Vertikal-Schleifvorrichtung eingebunden sein. Es können hier auch beispielsweise zwei nebeneinander angeordnete Vertikal-Drehmaschinen vorgesehen sein, die einen gemeinsamen Übergabepunkt zwischen je einer Handhabungseinrichtung der Drehmaschinen aufweisen. Die Integration einer Vertikal-Schleifvorrichtung ist, wie oben beschrieben, jedoch besonders vorteilhaft, da übliche Schleifmaschinen mit ihrer Horizontalausrichtung nur unter großem Aufwand in einen automatisierten Produktionsstrang mit Dreheinrichtungen integrierbar sind.

**[0018]** Ganz besonders vorteilhaft ist in die Anordnung von nebeneinander angeordneten Bearbeitungsvorrichtungen der Vertikal-Schleifvorrichtung eine Bearbeitungsvorrichtung zum Härten des Werkstücks vorgeschaltet. Dadurch wird die bisher vom Verarbeitungszyklus völlig isoliert angeordnete Stufe des Härten in einen kontinuierlichen Arbeitsprozess integriert und die Verarbeitungszeiten sowie die Lagerhaltung reduzieren sich erheblich. Wie dies in Anspruch 23 definiert ist, wird dieser Effekt bereits bei einer Anordnung einer Vertikal-Schleifvorrichtung mit der Härtungsvorrichtung erreicht, wobei jedoch besonders vorteilhaft beide Vorrichtungen zumindest eine Handhabungseinrichtung mit einem gemeinsamen Übergabepunkt oder -Bereich aufweisen.

**[0019]** Vorteilhaft wird das Härten mittels Laserhärtung durchgeführt, so dass hier keine Temperöfen vorgesehen werden müssen, die eine Integration in einen mechanischen Bearbeitungsstrang erschweren. Das Laserhärten lässt sich mittels der Laserbearbeitungsvorrichtung auf kompakte Weise und einfach mit ähnlichem Grundaufbau wie die anderen Bearbeitungsvorrichtungen integrieren.

**[0020]** Besonders eine Bearbeitungsstrasse, die zumindest eine Vertikal-Drehmaschine, eine Laserhärtvorrichtung und eine Vertikal-Schleifvorrichtung aufweist, ermöglicht eine kompakte und dichte Aufstel-

lung, da die Vorrichtungen zum Warten, Umrüsten und dergleichen von vorne zugänglich sind.

**[0021]** Anhand von Figuren werden Ausführungsformen der Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

**[0022]** [Fig. 1](#) die Vorderansicht einer Vertikal-Schleifmaschine,

**[0023]** [Fig. 2](#) die Vertikal-Schleifmaschine von [Fig. 1](#) in Draufsicht,

**[0024]** [Fig. 3](#) eine Vertikal-Schleifmaschine mit zwei Schleifeinheiten,

**[0025]** [Fig. 4](#) eine Vorderansicht der Anordnung einer Schleifmaschine neben einer Drehmaschine,

**[0026]** [Fig. 5](#) eine Draufsicht auf die Anordnung von [Fig. 4](#),

**[0027]** [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) Beispiele für die Übergabepunkte von Werkstücken.

**[0028]** [Fig. 1](#) zeigt die Vorderansicht einer Vertikal-Schleifmaschine **1** in einer Sicherheitskabine **9**. Eine Antriebsspindel **2** der Vertikal-Schleifmaschine **1** ist im oberen Bereich angeordnet und hat eine vertikal verlaufende Rotationsachse bzw. Antriebswelle, an deren unteren Ende eine Spannbacke **3** angeordnet ist. Ein hier nicht dargestelltes Werkstück wird von unten in die Spannbacke **3** eingeführt und von dieser durch Klemmung gehalten. Das Lager der Antriebsspindel **2** sitzt unmittelbar auf einem Maschinengestell **10** der Vertikal-Schleifmaschine **1**, so dass eine stabile Ankopplung an das Maschinengestell **10** vorliegt. Die Oberfläche des eingespannten Werkstücks wird durch eine erste Schleifeinheit **4** bearbeitet, und die Unterseite des Werkstücks bzw. ein Innenraum des Werkstücks kann zusätzlich oder wahlweise durch eine zweite Schleifeinheit **7** bearbeitet werden.

**[0029]** Die Zufuhr des Werkstücks erfolgt beispielsweise hier von links durch eine erste Schwenk-Rotationseinheit **5**, die das Werkstück auf der linken Seite von einer Bereitstellungseinrichtung oder beispielsweise einer Drehmaschine aufnimmt und das Werkstück in die Spannbacke **3** zuführt. Nach der Bearbeitung des Werkstücks durch die erste und/oder zweite Schleifeinheit **4, 7** wird das Werkstück durch die zweite Schwenk-Rotationseinheit **6** aus der Spannbacke **3** entnommen und nach rechts zu einer Lagereinheit oder einer weiteren Bearbeitungsmaschine abgegeben.

**[0030]** Durch die erste Schleifeinheit **4** wird eine Schleifscheibe **11** angetrieben, deren Drehachse um etwa 30° zur Bearbeitungsachse des Werkstücks geneigt ist. Die gesamte Schleifeinheit **4** ist auf einem

ersten Schlitten **12** angeordnet, mit dem die Schleifscheibe **11** der Oberfläche des Werkstücks zustellbar ist oder von dieser entfernt wird. Die Achse des ersten Schlittens **12** (z. B. Linearführung) steht senkrecht zur Drehachse der Schleifscheibe **11**. Der erste Schlitten **12** lagert wiederum auf einem zweiten Schlitten **13**, mit dem die erste Schleifeinheit **4** parallel zur Spindelachse bzw. Bearbeitungsachse verfahrbar ist.

**[0031]** Bezüglich eines Bearbeitungsbereichs **8** des Werkstücks diagonal gegenüberliegend zur ersten Schleifeinheit **4** ist die zweite Schleifeinheit **7** auf einem dritten Schlitten **14** gelagert, mit dem die zweite Schleifeinheit senkrecht zur Bearbeitungsachse verfahrbar ist. Der dritte Schlitten **14** lagert wiederum auf einem vierten Schlitten **15**, dessen linearer Verstellbereich parallel zur Bearbeitungsachse verläuft. Die zweite Schleifeinheit **7** trägt einen angetriebenen Schleifkopf **16**, mit dem die Unterseite bzw. Innenseite des in die Spannbacke **3** eingespannten Werkstücks bearbeitbar ist. Bei Bedarf kann der Schleifkopf **16** durch die Schlitten **14**, **15** zur Seite gefahren werden, damit die erste Schleifeinheit **4** nicht behindert wird oder wahlweise wird zur stabileren Einspannung des Werkstücks eine Spitze **17** koaxial zur Bearbeitungsachse ausgerichtet und das Werkstück durch Hochfahren der zweiten Schleifeinheit **7** auf dem vierten Schlitten **15** auch von der Unterseite her eingespannt. Beim dargestellten Beispiel liegen die Spitze **17** und der Schleifkopf **16** in einer Ebene, die parallel zur Zeichenebene von [Fig. 1](#) verläuft.

**[0032]** Die zweite Schwenk-Rotationseinheit **6** ist auf einem fünften Schlitten **20** angeordnet, mit dem sie ebenfalls parallel zur Bearbeitungsachse verfahrbar ist. Oberhalb des Antriebs der Schwenk-Rotationseinheit **6** ist ein Schwenkarm **18** angeordnet, an dessen vorderem Ende ein Greifer **19** zum Greifen und/oder Einspannen des Werkstücks angeordnet ist. Zur Minimierung von aus der Bearbeitungszone **8** gelangenden Verunreinigungen kann der Antrieb der Schwenk-Rotationseinheit **6** auch unterhalb des Schwenkarms **18** angeordnet sein. Für Details der ersten und zweiten Schwenk-Rotationseinheit **5**, **6** sowie der Ausgestaltung der Arme und Greifer wird auf die oben erwähnte WO 01/89761 A1 verwiesen. Vorzugsweise ist der Greifer **19** am Arm **18** drehbar, so dass beim Weiterreichen das Werkstück gewendet werden kann. Oder das Werkstück kann aus der Spannbacke **3** entnommen, gedreht und mit dem bislang freien Ende in die Spannbacke **3** eingespannt werden kann.

**[0033]** Entsprechend ist die erste Schwenk-Rotationseinheit **5** auf einem sechsten Schlitten **23** zum vertikalen Verfahren angeordnet, wobei der Antrieb der Schwenk-Rotationseinheit **5** hier oberhalb eines Schwenkarmes **22** angeordnet ist. Am vorderen Ende des Schwenkarmes **22** ist ein Greifer **21** angeordnet. In den Grundstellungen stehen sich die erste und

zweite Schwenk-Rotationseinheit **5**, **6** bezüglich des Bearbeitungsbereichs **8** diagonal gegenüber. Obwohl hier vier Handhabungs- und Bearbeitungseinrichtungen **4**, **5**, **6**, **7** vorgesehen sind, sind die jeweiligen Antriebe bzw. Schlitten dieser Einheiten bezüglich des Bearbeitungsbereichs **8** so angeordnet, dass der Bearbeitungsbereich **8** kaum beeinträchtigt ist und lediglich die Greif- bzw. Bearbeitungselemente unmittelbar an dem Bearbeitungsbereich angrenzen.

**[0034]** [Fig. 2](#) zeigt die Vertikal-Schleifmaschine von [Fig. 1](#) in Draufsicht. Auf einer ersten Führung **24** sind die erste Schwenk-Rotationseinheit und die zweite Schleifeinheit **7** gemeinsam gelagert. Auf einer zweiten Führung **25** sind die zweite Schwenk-Rotationseinheit und die erste Schleifeinheit **4** gemeinsam gelagert. Durch die Vertikal-Bearbeitung des Werkstücks laufen das Schleifwasser und der Schleifschlamm vertikal nach unten am Werkstück ab und werden nur geringfügig zur Seite gespritzt, so dass die Führungen **24**, **25** und die Schlitten (Linearantriebe) weitgehend nicht spritzgefahren sind.

**[0035]** Die Kabine **9** ist durch eine an der Vorderseite liegende Kabinentür **26** zur Wartung der Schleifmaschine **1** zugänglich, während das Einführen bzw. Weiterreichen des Werkstücks durch seitliche Öffnungen in den Seitenwänden der Kabine **9** erfolgt.

**[0036]** [Fig. 3](#) zeigt eine Vorderansicht einer zweiten Ausführungsform einer Vertikal-Schleifmaschine **27**. Diese entspricht in Teilen der in [Fig. 1](#) dargestellten Vertikal-Schleifmaschine **1**. Dabei sind ebenfalls die erste und zweite Schwenk-Rotationseinheit **5**, **6** angeordnet. Die erste Schleifeinheit **4** ist hier auf der linken Seite statt auf der rechten Seite vorgesehen. Anstelle der zweiten Schleifeinheit **7** ist der Spannbacke **3** gegenüberliegend eine Spitze **30** zum Klemmen des Werkstücks angeordnet. Die Spitze **30** ist auf einem siebten Schlitten **31** gelagert, der parallel zur Bearbeitungsachse linear verfahrbar ist. Eine dritte Schleifeinheit **32** ist rechts des Bearbeitungsbereichs **8** angeordnet. Eine Schleifscheibe **35** der dritten Schleifeinheit **32** hat eine Drehachse parallel zur Bearbeitungsachse und ist auf einem achten Schlitten **33** gelagert, der senkrecht zur Bearbeitungsachse verfahrbar ist. Der achte Schlitten **33** wiederum lagert auf einem neunten Schlitten **34**, mit dem die dritte Schleifeinheit **32** parallel zur Bearbeitungsachse verfahrbar ist.

**[0037]** [Fig. 4](#) zeigt die Vorderansicht und [Fig. 5](#) die Draufsicht der nebeneinander liegenden Aufstellung einer Drehmaschine **40** und der Vertikal-Schleifmaschine **1** von [Fig. 1](#). Die Drehmaschine **40** ist eine Vertikal-Drehmaschine mit einer Spannbacke **41**, die unterhalb einer Antriebsspindel **42** bzw. deren Antrieb liegt. Das Bearbeitungswerkzeug bzw. der Drehstahl wird über einen NC-gesteuerten Werkzeugrevolver zugestellt, der über zwei Schlitten parallel und

senkrecht zur Bearbeitungsachse der Antriebsspindel **42** verfahrbar ist. Auf der Unterseite kann das Werkstück durch eine Spitze **44** gegengehalten werden, die ebenfalls auf einer parallel zur Bearbeitungsachse verlaufenden Linearführung angeordnet ist.

**[0038]** In ihrer linken oberen Position ist eine dritte Schwenk-Rotationseinheit **45** eingezeichnet, deren Antrieb oberhalb eines Armes **46** sitzt. Am vorderen Ende des Armes **46** ist ein Greifer **47** angeordnet. Die obere Stellung des Arms **46** deutet schematisch das Zuführen des Werkstücks zur Spannbacke **41** an. In der unteren Position des Arms **46** der dritten Schwenk-Rotationseinheit **45** ist schematisch die Übergabe des Werkstücks **48** zwischen der dritten Schwenk-Rotationseinheit **45** und der zweiten Schwenk-Rotationseinheit **6** dargestellt. Beide Schwenk-Rotationseinheiten **6**, **45** haben einen gemeinsamen Übergabepunkt, bei dem das Werkstück von der einen auf die andere Einheit übergeben wird. Vorzugsweise sind beide Einheiten **6**, **45** vertikal verfahrbar, so dass ein geeigneter Übergabepunkt festgelegt werden kann, ohne dass andere Bearbeitungswerkzeuge oder Einheiten während der Übergabe durch die Schwenk-Rotationseinheiten behindert sind.

**[0039]** Das Werkstück **48** wird dabei so übergeben, dass die Greif- bzw. Klemm- oder Spannbereiche der beiden übergebenden Rotationseinheiten vertikal versetzt zueinander sind, so dass die übergebende Schwenk-Rotationseinheit das Werkstück noch greift, während die andere, übernehmende Schwenk-Rotationseinheit das Werkstück erfasst. Danach lässt die übergebende Schwenk-Rotationseinheit das Werkstück los und dieses kann dann von der übernehmenden Schwenk-Rotationseinheit weiter gehandhabt werden. In [Fig. 4](#) wird beispielsweise das Werkstück **48** dann von der zweiten Schwenk-Rotationseinheit der Spannbacke **3** der Vertikal-Schleifmaschine **1** übergeben.

**[0040]** Die [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) zeigen beispielhaft das Übergeben eines Werkstücks in den Übergabepunkten P1, P2. Die linke Schwenk-Rotationseinheit hat ihren Drehpunkt in D1 und die rechte Schwenk-Rotationseinheit ihren Drehpunkt bei D2. In [Fig. 6A](#) liegen die Drehpunkte D1, D2 in einer Ebene parallel zur Anordnung der beiden Bearbeitungsmaschinen, die in einem kurzen Bearbeitungsabstand A1 nebeneinander angeordnet sind. Der Übergabepunkt P1 der beiden Schwenk-Rotationseinheiten liegt weit außerhalb der Verbindungslinie zwischen den Drehpunkten D1 und D2. In [Fig. 6B](#) sind die beiden Bearbeitungsmaschinen parallel bzw. die Drehachsen D1, D2 der beiden Schwenk-Rotationseinheiten um den Abstand B2 versetzt zueinander. Durch den größeren Abstand A2 der beiden Bearbeitungsmaschinen, liegt der Übergabepunkt P2 an einer Stelle, an der die Ar-

me der Schwenk-Rotationseinheiten beinahe aufeinander weisen.

**[0041]** Durch den Einsatz von zwei Schwenk-Rotationseinheiten können somit große Abstandunterschiede, ein Parallelversatz und/oder ein Winkelversatz zwischen den Bearbeitungsmaschinen durch einfache Festlegung des neuen Übergabepunktes P als Kreuzungspunkt zwischen den Schwenkbereichen der Greifer festgelegt werden.

**[0042]** Bei einer weiteren, hier nicht dargestellten Ausführung ist zwischen der Vertikal-Drehmaschine **40** und der Vertikal-Schleifmaschine **1**, **27** eine Laserhärtungsvorrichtung angeordnet, die ebenfalls zwei seitliche Handhabungsgeräte (beispielsweise Schwenk-Rotationseinheiten) aufweisen. Bei einem beispielhaften Bearbeitungsablauf für ein Werkstück wird dieses zunächst in der Drehmaschine **40** gedreht, das Werkstück wird von der dritten Schwenk-Rotationseinheit **45** an eine Schwenk-Rotationseinheit der Laserhärtungsvorrichtung übergeben, dort mittels Laserhärtung gehärtet, durch eine zweite Schwenk-Rotationseinheit der Laserhärtungsvorrichtung wird das gehärtete Werkstück an die Schwenk-Rotationseinheit **6** übergeben, die es der Spannbacke **3** zur Schleifbearbeitung durch die Schleifmaschine **1** zuführt.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Vertikal-Schleifmaschine
<b>2</b>	Antriebsspindel
<b>3</b>	Spannbacke
<b>4</b>	erste Schleifeinheit
<b>5</b>	erste Schwenk-Rotationseinheit
<b>6</b>	zweite Schwenk-Rotationseinheit
<b>7</b>	zweite Schleifeinheit
<b>8</b>	Bearbeitungsbereich
<b>9</b>	Sicherheitskabine
<b>10</b>	Maschinengestell
<b>11</b>	Schleifscheibe
<b>12</b>	erster Schlitten
<b>13</b>	zweiter Schlitten
<b>14</b>	dritter Schlitten
<b>15</b>	vierter Schlitten
<b>16</b>	Schleifkopf
<b>17</b>	Spitze
<b>18</b>	Arm
<b>19</b>	Greifer
<b>20</b>	fünfter Schlitten
<b>21</b>	Greifer
<b>22</b>	Arm
<b>23</b>	sechster Schlitten
<b>24</b>	erste Führung
<b>25</b>	zweite Führung
<b>26</b>	Kabinentür
<b>27</b>	Vertikal-Schleifmaschine
<b>30</b>	Spitze
<b>31</b>	siebter Schlitten

32	dritte Schleifeinheit
33	achter Schlitten
34	neunter Schlitten
35	Schleifscheibe
40	Drehmaschine
41	Spannbacke
42	Antriebsspindel
43	Werkzeugrevolver
44	Spitze
45	dritte Schwenk-Rotationseinheit
46	Arm
47	Greifer
48	Werkstück

### Patentansprüche

1. Schleifvorrichtung mit einer Einspann- und Antriebseinrichtung (2, 3) zum Einspannen und Antreiben eines zu bearbeitenden Werkstücks (48), einer neben der Bearbeitungsachse der Einspann- und Antriebseinrichtung (2, 3) angeordneten ersten Schleifeinheit (4, 32), wobei die Bearbeitungsachse vertikal oder ungefähr vertikal ausgerichtet ist, und einem Maschinengrundkörper (10), insbesondere Maschinenrahmen; **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einspann- und Antriebseinrichtung (2, 3) starr mit dem Maschinengrundkörper (10) verbunden ist, und die erste Schleifeinheit (4, 32) dem Werkstück zur Schleifbearbeitung zustellbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Einspanneinheit (3) und zumindest ein Teil der Antriebseinrichtung (2) der Einspann- und Antriebseinrichtung (2, 3) oberhalb der Bearbeitungszone (8) des zu bearbeitenden Werkstücks angeordnet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schleifeinheit (4) einen rotierend angetriebenen Schleifkörper (11) aufweist, dessen Rotationsachse unter einem Winkel von 0 bis 45°, vorzugsweise von 0 bis 30° zur Bearbeitungsachse ausgerichtet ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schleifeinheit (4, 32) mittels einer ersten Linearführung (13, 34) parallel zur Bearbeitungsachse verfahrbar ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine der Einspanneinheit (3) gegenüberliegende, zweite Schleifeinheit (7) mit einem rotierend angetriebenen Schleifkörper (16), insbesondere zum Innenschleifen des Werkstücks (48).

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Schleifeinheit (7) über einen zweiten Linearantrieb (15) in eine zur Bearbeitungsachse parallele Richtung verschiebbar ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die radiale Ausrichtung der zweiten Schleifeinheit (7) bezüglich der Bearbeitungsachse über einen dritten Antrieb (14) einstellbar ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Antrieb (14) ein dritter Linearantrieb mit senkrecht zur Bearbeitungsachse ausgerichtetem Verschiebeweg ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, gekennzeichnet durch eine an der zweiten Schleifeinheit (7) angeordnete Halteeinrichtung (17) zum Halten des Werkstücks (48), wobei wahlweise die zweite Schleifeinheit (7) oder die Halteeinrichtung (17) der Einspanneinheit (3) gegenüberliegend positionierbar ist.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine erste und zumindest eine zweite Handhabungseinrichtung (5, 6) zum Zuführen eines Werkstücks (48) zur und/oder Entfernen eines Werkstücks aus der Einspanneinheit (3).

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und/oder zweite Handhabungseinrichtung (5, 6) mittels eines fünften und sechsten Antriebs (23, 20) relativ zum Bearbeitungsbereich (8) des Werkstücks (48) verfahrbar ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der fünfte Antrieb (23) ein fünfter Linearantrieb ist, mit dem die erste Handhabungseinrichtung (5) parallel zur Bearbeitungsachse verschiebbar ist, und/oder der sechste Antrieb (20) ein sechster Linearantrieb ist, mit dem die zweite Handhabungseinrichtung (6) parallel zur Bearbeitungsachse verschiebbar ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Handhabungseinrichtung (5) im Bereich der Einspann- und Antriebseinrichtung (2, 3) und die zweite Handhabungseinrichtung (6) im Bereich der zweiten Schleifeinheit (7) angeordnet ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und zweite Handhabungseinrichtung (5, 6) bezüglich des Bearbeitungsbereichs (8) des Werkstücks (48) diagonal gegenüberliegend angeordnet sind.

15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein Antrieb der ersten Handhabungseinrichtung (5) oberhalb deren Handhabungsbereich und/oder ein Antrieb der zweiten Handhabungseinrichtung (6) oberhalb deren Handhabungsbereich angeordnet ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und/oder zweite Handhabungseinrichtung (5, 6) eine Schwenk-Rotationseinrichtung ist.

17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass neben der Bearbeitungszone (8) eine dem in der Einspanneinheit (3) eingespannten Werkstück (48) zugestellbare Vorbearbeitungseinrichtung angeordnet ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorbearbeitungseinrichtung einen Werkzeugrevolver aufweist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorbearbeitungseinrichtung ein Werkzeug zum Schlichtspan-Drehen umfasst.

20. Anordnung von nebeneinander angeordneten Bearbeitungsvorrichtungen (1, 27, 40) mit zumindest einer Vertikal-Schleifvorrichtung (1, 27) nach einem der vorhergehenden Ansprüche und zumindest einer weiteren Bearbeitungsvorrichtung (40), wobei die Vertikal-Schleifvorrichtung (1, 27) zumindest eine Handhabungseinrichtung (5, 6) und die daneben angeordnete Bearbeitungsvorrichtung (40) zumindest eine Handhabungsvorrichtung (45) aufweist, wobei der Handhabungsbereich der beiden Handhabungseinrichtungen (6, 45) einen gemeinsamen Übergabepunkt (P1, P2) oder -bereich aufweisen.

21. Anordnung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die der Vertikal-Schleifvorrichtung (1, 27) im Arbeitsablauf vorgeschaltete Bearbeitungsvorrichtung eine Härtungsvorrichtung zum Härten von Werkstücken (48) ist.

22. Anordnung von nebeneinander angeordneten Bearbeitungsvorrichtungen (1, 27, 40) mit zumindest einer Vertikal-Schleifvorrichtung (1, 27) nach einem der Ansprüche 1 bis 19, und zumindest einer weiteren Bearbeitungsvorrichtung (40), wobei die der Vertikal-Schleifvorrichtung (1, 27) im Arbeitsablauf vorgeschaltete Bearbeitungsvorrichtung eine Härtungsvorrichtung zum Härten von Werkstücken (48) ist.

23. Anordnung nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Härtungsvorrichtung eine Laser-Härtungsvorrichtung zum Laserhärten ist.

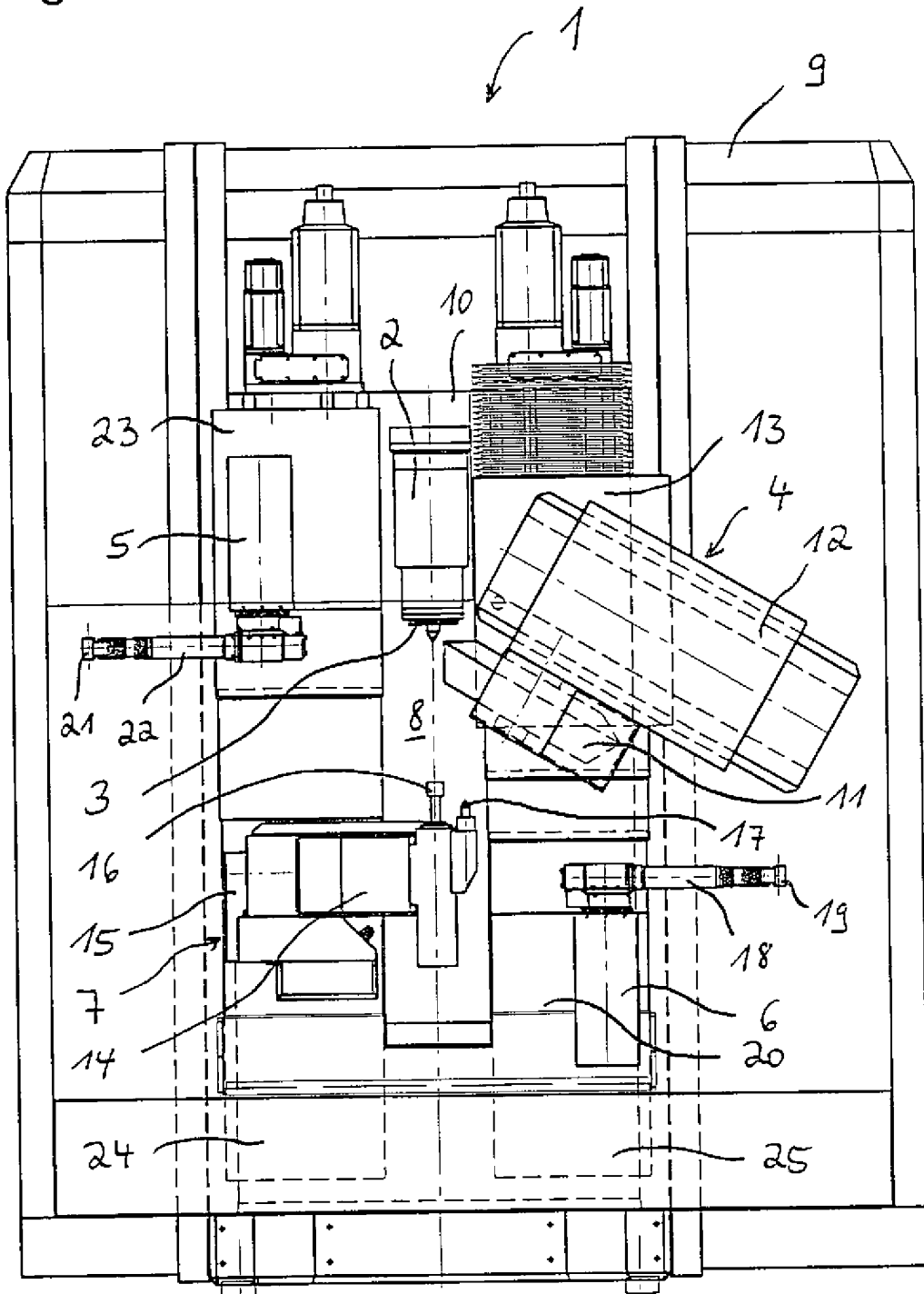
24. Anordnung nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass der Härtungsvorrichtung eine Drehvorrichtung (40) vorgeschaltet ist, insbesondere eine Drehvorrichtung mit vertikaler Drehachse.

25. Anordnung nach einem der Ansprüche 20 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass bei den Handhabungseinrichtungen (5, 6, 45) mit dem gemeinsamen Übergabepunkt (P1, P2) oder -bereich zumindest eine Handhabungseinrichtung (5, 6, 45) eine Einrichtung zum Drehen des Werkstücks (48) aufweist, insbesondere des zu übergebenden Werkstücks.

26. Anordnung nach einem der Ansprüche 20 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass bei den Handhabungseinrichtungen (5, 6, 45) mit dem gemeinsamen Übergabepunkt (P1, P2) oder -bereich zumindest die eine Handhabungseinrichtung (5, 6, 45) eine Schwenk-Rotationseinrichtung ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Fig. 1



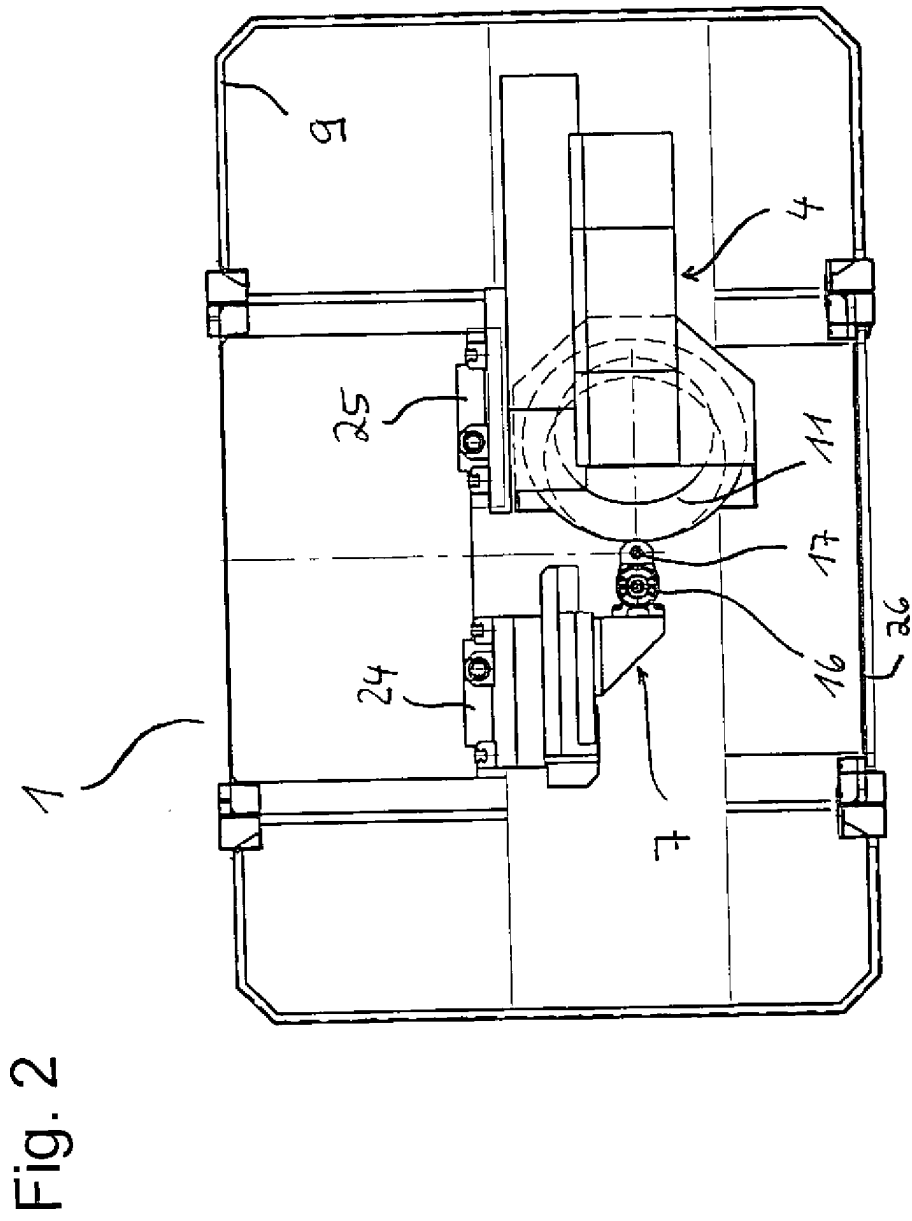
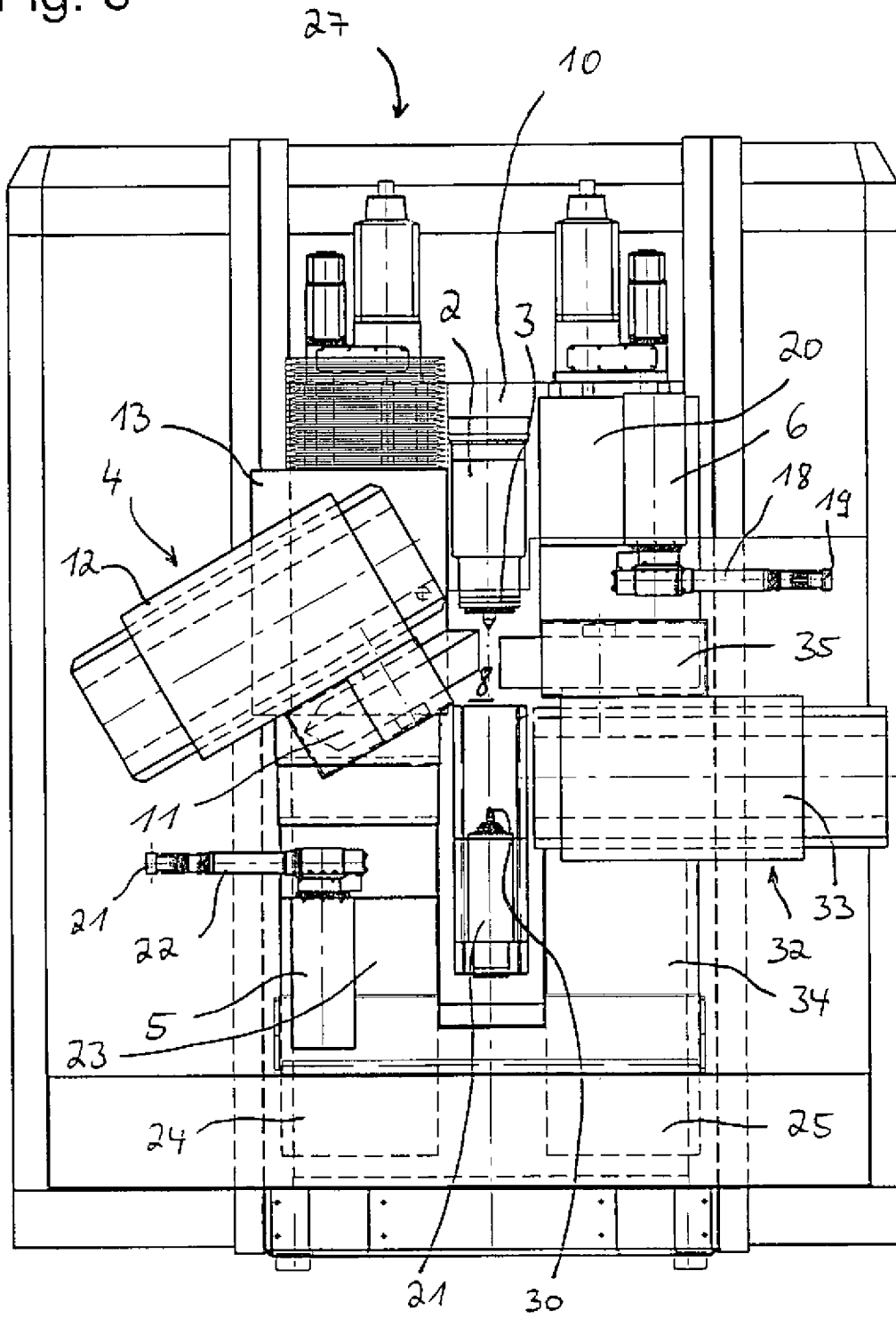


Fig. 3



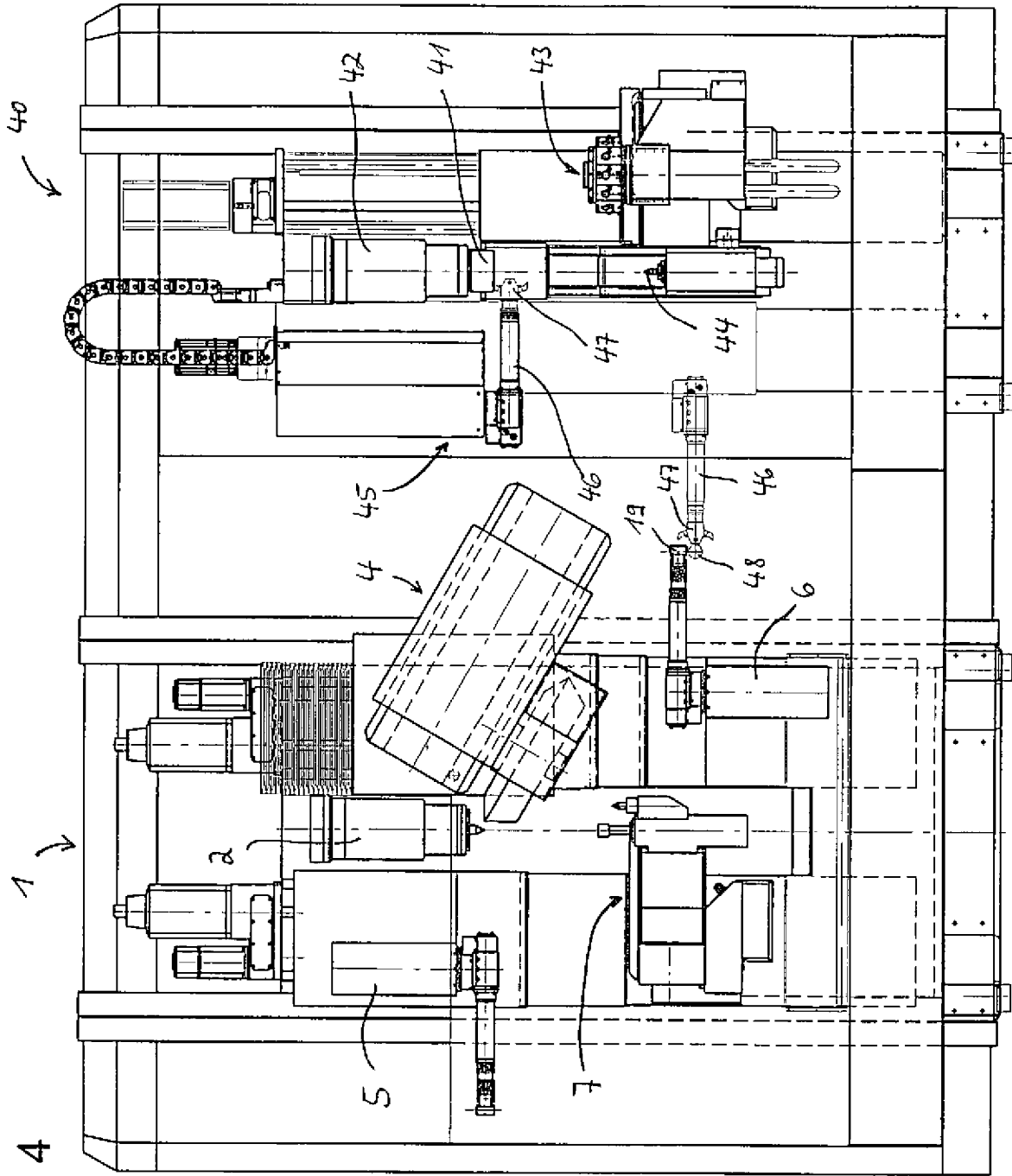


Fig. 4

Fig. 5

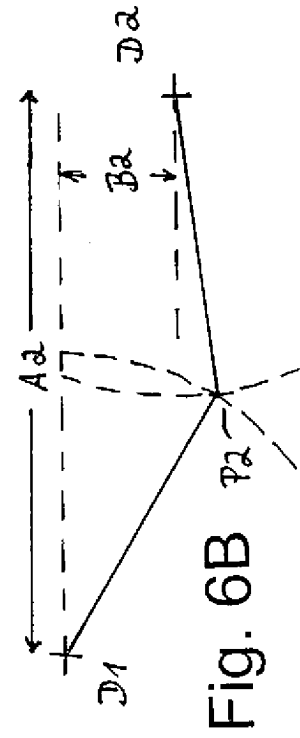
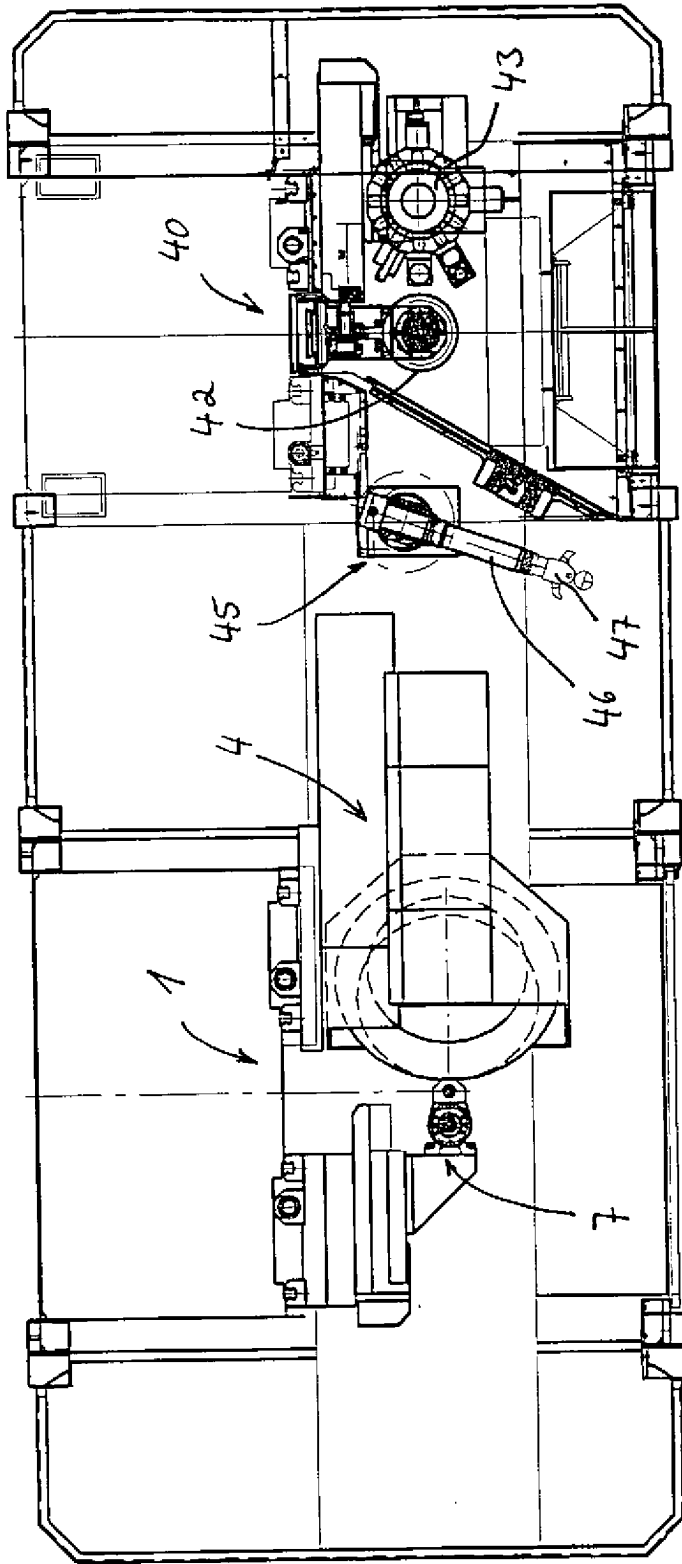


Fig. 6B

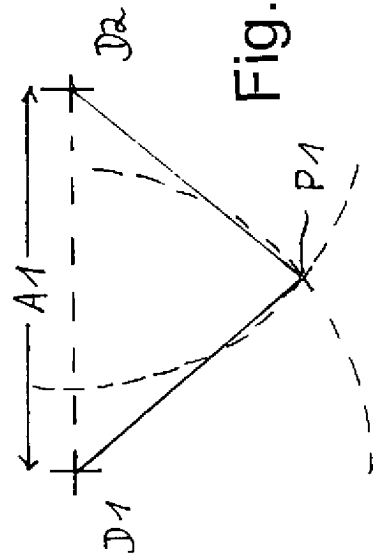


Fig. 6A