
SCHWEIZER PATENTGESUCH

Nr. 522/00

vom
20. März 2000

Titel:
Werkzeugmaschine
(mit zwei Schlitten)

Anmelder:
Hans-Peter Widmer
Postfach 4317
CH-5000 Aarau

Korrespondenz über:

Aldo Römpler
Patentanwalt EPI
Schützengasse 34 · Postfach 229
CH-9410 Heiden

Tel. +41 · 71 · 891 36 87
Fax +41 · 71 · 891 36 15
e-mail: roempler@bluewin.ch

Hans-Peter Widmer

CH-5000 Aarau

Werkzeugmaschine

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Werkzeugmaschine mit zwei oder mehr Arbeitseinheiten die auf Schlitten entlang von Führungsbahnen verfahrbar sind.

Unter Werkzeugmaschine ist hauptsächlich eine Maschine zum Drehen, Fräsen, Tiefbohren, usw. zu verstehen, und zwar insbesondere eine mit einem Horizontalbett. Auf dem langgestreckten Maschinenbett sind in Längsrichtung, d.h. in einer Z-Achse, Führungsbahnen angeordnet, auf denen Schlitten verfahrbar gelagert sind, auf denen Arbeitseinheiten angeordnet sind. Bei diesen Arbeitseinheiten handelt es sich hauptsächlich um Werkzeugrevolver, d.h. um rotierbare Werkzeugträger mit einer Mehrzahl von einzeln einsetzbaren Werkzeugen, beispielsweise mit vier oder acht Werkzeugen, sog. 4-Fach- oder 8-Fach-Revolver. Es ist bekannt, auf einem Kreuzschlitten zwei derartige Arbeitseinheiten anzuordnen. Dieser Kreuzschlitten besteht einerseits aus einem in Längsrichtung, bzw. in der Z-Achse verfahrbaren ersten Schlitten und andererseits aus einem auf diesem gelagerten, quer dazu in einer X-Achse verfahrbaren zweiten Schlitten. Der zweite Schlitten trägt beide Arbeitseinheiten. Je nach der Positionierung dieses zweiten Schlittens in der X-Achse, kann entweder die eine oder andere Arbeitseinheit zur Bearbeitung bzw. Zerspanung

des von einer Werkstück-Spannvorrichtung gehaltenen Werkstücks, bzw. Drehlings eingesetzt werden. Die auf dem gleichen Schlitten angeordnete zweite, nicht im Arbeitseinsatz stehende Arbeitseinheit wird in der X-Achse stets mitgenommen. Der Vorteil dieser Anordnung liegt darin, dass für beide Arbeitseinheiten nur ein einziger Antrieb benötigt wird. Nachteilig ist, dass einerseits für das Mitführen der zweiten, an der Arbeit unbeteiligten Arbeitseinheit, zusätzliche Energie benötigt wird. Andererseits darf bei der Steuerung der Bewegungen des die Arbeitseinheiten tragenden Kreuzschlittens nicht nur die im Arbeitseinsatz stehende, erste Arbeitseinheit betrachtet werden. Auch die zweite Arbeitseinheit muss berücksichtigt werden, da sie mit dem Drehling kollidieren und diesen beschädigen könnte. Diese Gefahr besteht besonders bei der Bearbeitung von Drehlingen mit grossem Durchmesser.

Die Erfindung stellt sich daher die Aufgabe, eine Werkzeugmaschine zu schaffen, bei der zwei in der gleichen Achse verfahrbare Arbeitseinheiten ohne die beschriebenen Nachteile verwendet werden können.

Die erfindungsgemässe Werkzeugmaschine entspricht den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1. Weitere vorteilhafte Ausbildungen gehen aus den abhängigen Patentansprüchen hervor.

Nachfolgend wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes anhand der Zeichnung näher beschrieben.

Fig. 1 zeigt eine Ansicht der Werkzeugmaschine;

Fig. 2 zeigt einen Schnitt nach der Linie A - A in Fig. 1;

Fig. 3 zeigt einen Schnitt nach der Linie B - B in Fig. 2.

Die in Fig. 1 der Zeichnung in der Perspektive dargestellte Werkzeugmaschine weist wie üblich ein Maschinenbett 1 auf, mit einem die Späne wegführenden Späneförderer. In der Längsrichtung des Maschinenbetts 1, d.h. in der Z-Achse, sind Längs-Führungsbahnen 2 angeordnet. Das nicht dargestellte Werkstück, d.h. der Drehling, ist in einer Werkstück-Spannvorrichtung 3 mit mehreren Spannbacken 4 einzuspannen. Zu sehen sind auch der Haupt-Antriebsmotor 5 mit dem Spindelkasten 6 für das Hauptgetriebe und die Computer-Steuerung 7. Ebenso der Reitstock 8. Die Maschine kann voll- oder teilverkleidet ausgebildet werden. Die Verkleidung kann auf ein Streben-Gerüst 9 aufgebracht werden.

Für die Erfindung wesentlich ist der Bereich der beiden Arbeitseinheiten 10 und 11. Diese sind gemeinsam auf einem Kreuzschlitten 12 entlang den Längs-Führungsbahnen 2 in der Z-Achse der Werkzeugmaschine verfahrbar. Darüber hinaus sind die Arbeitseinheiten 10 und 11 auf je einem eigenen Schlitten 13 und 14 entlang von Quer-Führungsbahnen 15 in der X-Achse verfahrbar. Möglich ist es auch, eine Verschiebung in der Y-Achse vorzusehen, d.h. auf und ab. Bei der ersten Arbeitseinheit 10 handelt es sich beispielsweise, wie dargestellt, um einen 4-Fach-Revolver.

Durch diese Anordnung sind die beiden Arbeitseinheiten 10 und 11 jeweils unabhängig voneinander auf ihrem Schlitten 13 oder 14 in der X-

Achse verfahrbar. Die zur Bearbeitung des Drehlings gerade nicht benötigte Arbeitseinheit 10 oder 11 kann dabei in einer Parkposition bleiben. Dazu wird der betreffende Schlitten 13 oder 14 zum jeweils freien Ende der Quer-Führungsbahnen 15 geschoben. Der übrige Bereich dieser Quer-Führungsbahnen 15 ist dadurch frei für die ungehinderten Bewegungen des anderen Schlittens 13 oder 14. Der im Einsatz stehenden Arbeitseinheit 10 oder 11 steht damit der grösste Teil der X-Achse frei zur Verfügung, ohne dass eine Störung von der zweiten Arbeitseinheit 10 oder 11 zu gewärtigen ist. Letztere kann in ihrer Parkposition am Ende der Quer-Führungsbahnen 15 auch nicht mit dem Drehling in Kollision geraten.

In einer bevorzugten Ausführung der Erfindung wird für beide Schlitten 13 und 14 nur ein einziger Antrieb benötigt. Gemäss Fig. 2 liegt in der X-Achse eine Antriebs-Spindel 16, die durch ihre Rotation einen Antriebs-Schlitten 17 antreibt. Letztere bewegt sich je nach Rotationsrichtung der Antriebs-Spindel 16 entweder zum einen oder anderen Ende der X-Achse hin. Der Antriebs-Schlitten 17 weist eine in der Zeichnung nur angedeutete, die Antriebs-Spindel 16 umfassende, kugelgelagerte Mutter 18 auf. Es handelt sich somit um eine Kugelrollspindel. Der Antriebs-Schlitten 17 ist beidseitig mit mindestens je einer Laufrolle 19 versehen. Die Laufrollen 19 laufen auf je einer in der X-Achse liegenden Schiene 20 des Kreuzschlittens 12. Der die Arbeitseinheit 10 tragende Schlitten 13 gleitet seinerseits über die ebenfalls in der X-Achse liegenden Führungsbahnen 15. Der Gleitbereich ist mit 21 bezeichnet. Auf dessen besondere Ausbildung wird später noch eingegangen.

Um den die Arbeitseinheit 10 tragenden Schlitten 13 zu bewegen, muss dieser an den Antriebs-Schlitten 17 angekuppelt werden. Dies erfolgt mittels einer Kupplung 22. Letztere besteht im vorliegenden Beispiel, wie aus Fig. 3 ersichtlich, aus einem am Schlitten 13 gelagerten Keil 23, der in eine am Antriebs-Schlitten 17 ausgebildete, konische Vertiefung 24 einzugreifen bestimmt ist. Am Schlitten 13 ist ausserdem ein Anschlag 25 ausgebildet. Der Keil 23 kann auf und ab bewegt werden, vorzugsweise mittels eines Antriebszylinders. In Fig. 3 ist er in seiner unteren, d.h. der Eingriffsposition in die Vertiefung 24 dargestellt.

Der Antriebs-Schlitten 17 kann somit durch Rotation der Antriebs-Spindel 16 bis zum Anschlag 25 unter den Schlitten 13 gefahren werden. Der Keil 23 wird dann nach unten in die Vertiefung 24 geschoben, d.h. der Schlitten 13 wird an den Antriebs-Schlitten 17 gekuppelt. Danach wird der Schlitten 13 vom Antriebs-Schlitten 17 in die gewünschte Position mitgenommen, bzw. während der Arbeit der Werkzeugmaschine beliebig in der X-Achse bewegt.

Der Antriebs-Schlitten 17 kann somit wahlweise zum einen oder anderen Schlitten 13 oder 14 gefahren werden, um diesen abzuholen. Die beiden Schlitten 13 und 14, von denen jeweils immer nur einer benötigt wird, können daher mit nur einem einzigen Antrieb auskommen, obwohl sie getrennt voneinander bewegbar sind. In der Praxis wird - wie bereits erwähnt - einer der beiden Schlitten immer in der Parkposition am einen Ende der Quer-Führungsbahnen 15 stehen, bis er wieder vom Antriebs-Schlitten 17 abgeholt wird, nachdem dieser den anderen Schlitten am entgegengesetzten Ende der Quer-Führungsbahnen 15 geparkt hat. Als

weiteren Vorteil ist hervorzuheben, dass dank dieser Ausbildung die Quer-Führungsbahnen 15 um $\frac{1}{3}$ kürzer sein können, als dies in herkömmlichen Werkzeugmaschinen der Fall ist. Dadurch kann folgerichtig der ganze Kreuzschlitten 12 um $\frac{1}{3}$ schmaler ausfallen. Es ergibt sich somit gegenüber dem Stand der Technik eine erhebliche Material-, Gewichts-, Platz- und Energieeinsparung.

Zurück zum Gleitbereich 21 in Fig. 2. Es sei hier ausdrücklich eingefügt, dass dieser Gleitbereich 21 stellvertretend für die anderen Gleitbereiche der Werkzeugmaschine beschrieben wird, namentlich diejenigen in der Z-Achse. Der Gleitbereich 21 ist - wie an sich bekannt - als Gleitbelag mit einer Gleitführung 26 versehen. Die vorzugsweise aus Kunststoff bestehende Gleitführung 26 ist am auf der jeweiligen Quer-Führungsbahn 15 aufliegenden Bereich des Schlittens 13 angeordnet. In seinem mittleren Streifen weist die Gleitführung 26 mindestens eine Vertiefung 27 auf, so dass sich ein Hohlraum, bzw. eine sogenannte Öltasche bildet. Über Leitungen 28 kann ein Gleitmittel in den Hohlraum geleitet werden. Die Vertiefung 27 kann sich als zusammenhängenden Hohlraum annähernd über die ganze Länge der Quer-Führungsbahn 15 erstrecken. Vorzugsweise wird aber eine Mehrzahl von einzeln ausgebildeten Vertiefungen 27 vorgesehen, die einzelne Kolbenflächen bilden. Letztere können auch durch kleinere Verbindungs-Rinnen miteinander verbunden sein. Die einzelnen Vertiefungen 27 können in einer geraden Reihe entlang der Quer-Führungsbahn 15 oder aber auch jeweils versetzt zueinander angeordnet werden. Zu jeder Vertiefung kann eine Leitung 28 führen.

Nach einer weiteren, bevorzugten Ausbildung der Erfindung wird als Gleitmittel sowohl ein flüssiges Mittel, wie beispielsweise Öl, als auch Luft verwendet. Zu diesem Zweck sind die Leitungen 28 vorzugsweise so ausgebildet, dass sie sowohl Öl als auch Luft heranzuführen können. Hierzu ist hier ein T-Stück 29 vorgesehen, das die jeweilige Leitung 28 mit je einer ersten Zuleitung 30 für Luft und einer zweiten Zuleitung 31 für Öl verbindet. Die gemischte Schmierung aus Flüssigkeit, z.B. Öl, und Gas, vorzugsweise Luft, verbessert die Gleiteigenschaften des Schlittens 13. Es versteht sich von selbst, dass diese Art der Schmierung auch bei den anderen Schlitten der Werkzeugmaschine verwendbar ist.

Die vorgenannte Schmierung weist eine Reihe von Vorteilen auf. Es sei hierzu zunächst erwähnt, dass die gewöhnlich aus Kunststoff bestehende Gleitführung 26 Probleme bereiten kann. In der Regel wird eine Werkzeugmaschine bei 18° - 22° C montiert. Eine steigende Raumtemperatur - beispielsweise im Sommer oder in wärmeren Ländern - kann sich dann negativ auf das Gleiten des jeweiligen Schlittens auswirken, weil sich Stahl und Kunststoff anders dehnen. Durch die entstehenden Unebenheiten verschlechtert sich die Qualität der Gleitflächen. Dies hat unmittelbare Auswirkungen auch auf die Qualität der Bearbeitung und die Toleranz des fertigen Drehlings. Durch die beschriebene, zusätzliche Verwendung von Luft, erfolgt indessen eine Kühlung des Gleitbelages wodurch sich die Temperatur- und Dehnungsprobleme entscheidend minimieren lassen. Es kann zudem ein dünnerer Kunststoff-Gleitbelag verwendet werden, beispielsweise nur 1,5 mm dick anstatt 3.0 mm wie bisher.

Doch bereits bei einem ganz normalen, unter günstigen Temperaturbedingungen erfolgenden Betrieb, entscheidet die Gleitfähigkeit über die Qualität des Endprodukts. So liegt eine weitere Schwierigkeit darin, dass sich beim Anfahren eines Schlittens eine Verzögerung der Bewegung ergibt. Der Schlitten bleibt zunächst hängen, bricht dann aber los und gerät zu schnell in Bewegung. Letztere muss wieder abgebremst werden. In der Konsequenz ergibt sich bei jedem Anfahren des Schlittens eine Pendel- oder Schaukelbewegung. Auch wenn diese relativ klein ist, z.B. 0.05 mm, ist dennoch kein genaues Arbeiten möglich. Durch das beschriebene Luftkissen kann dieses aus der Literatur als Stip-Silk-Verhalten bekanntes Problem um 90% reduziert werden. Die Werkzeugmaschine arbeitet dadurch also wesentlich genauer. Es sei hier eingefügt, dass zur Lösung dieses Problems bisher vom Gleitbelag zu einer Rollenführung übergegangen wurde. Letztere ist aber für schwere Zerspanung ungeeignet, so dass dadurch die Einsatzmöglichkeiten der Werkzeugmaschine beeinträchtigt wurden. Im vorliegenden Fall kann für die Schwerzerspannung über eine einfache Steuerungsfunktion die Luftunterstützung jederzeit ausgeschaltet werden.

Das Dämpfverhalten der beschriebenen Gleitschmierung ist enorm gut, besser als bei Rollenführungen. Die Steuerung ist vorzugsweise so ausgelegt, dass wenn die Antriebs-Spindel 16 gestartet wird, zugleich auch das entsprechende Luftventil geöffnet wird, das den zu verfahrenen Schlitten 13 leichtgängig macht. Der Schlitten wird dabei so leichtgängig, dass er mit der doppelten Geschwindigkeit bisheriger Gleitführungen in die Arbeitsposition verfahren werden kann.

Die beschriebene Luftunterstützung bringt noch einen weiteren, entscheidenden Vorteil mit sich. Dadurch, dass unter dem Schlitten ein nach aussen wirkender Luftdruck entsteht, wird die Gefahr der Verschmutzung der Gleitführungen und Führungsbahnen, stark reduziert. Emulsion und Schmutz kann kaum noch zwischen den Gleitbelag und die Führungsbahn, bzw. in vorliegenden Beispiel zwischen die Gleitführung 26 und die Quer-Führungsbahn 15 geraten. Schliesslich können sich hier auch keine Ablagerungen bilden, wie dies bei herkömmlichen Werkzeugmaschinen der fall ist. Solche Öl-Ablagerungen führen häufig zu Pilzen. Wenn eine Maschine einige Wochen steht, z.B. in der Urlaubszeit, bilden sich dadurch um die Öltaschen auf den Führungen Korrosionsringe.

Die unter Druck herangeführte Luft hat also gleich mehrere Funktionen: Abhebung und Verbesserung der Gleiteigenschaften des Schlittens, Kühlung des Gleitbelages sowie Reinigung bzw. Sauberhaltung des Gleitsystems. Der Luftdruck wird werkseitig vorzugsweise so eingestellt, dass zunächst das gesamte Gewicht des Schlittens ermittelt wird, einschliesslich der an ihm angeordneten Werkzeuge. Auf den Gleitbelägen, d.h. der Gleitführung 26 werden dann die jeweils eine Kolbenfläche bildenden Vertiefungen 27 in ihrer Anzahl, Ausbildung und Anordnung so ausgelegt, dass ein Druck von 3 bar zur Abhebung des Schlittens führt.

Die Werkzeugmaschine kann im Rahmen der vorliegenden Erfindung im einzelnen auch anders als hier beschrieben und gezeichnet ausgebildet werden. Insbesondere kann die Luftunterstützung auch für beliebige anderen Schlitten verwendet werden.

Patentansprüche

1. Werkzeugmaschine mit zwei oder mehr Arbeitseinheiten (10, 11) die auf Schlitten (13, 14) entlang von Führungsbahnen (15) verfahrbar sind, dadurch gekennzeichnet, dass für zwei oder mehr auf der gleichen Führungsbahn (15) verfahrbare Schlitten (13, 14) ein gemeinsamer Antrieb (16) vorgesehen ist, wobei die Schlitten (13, 14) unabhängig voneinander verfahrbar sind.
2. Werkzeugmaschine nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen in Längsrichtung des Maschinenbetts (1) entlang mindestens einer Längsführungsbahn (2) in einer ersten Achse (Z) verfahrbaren Kreuzschlitten (12), auf welchem in einer rechtwinklig zur ersten Achse (Z) liegenden zweiten Achse (X) mindestens eine Quer-Führungsbahn (15) angeordnet ist, auf der mindestens zwei Schlitten (13, 14) geführt sind.
3. Werkzeugmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Antrieb der Schlitten (13, 14) mittels einer in der zu befahrenen Achse (X) liegenden und rotierbaren Antriebs-Spindel (16) erfolgt.
4. Werkzeugmaschine nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (17, 22), mittels der die Schlitten (13, 14) wahlweise an die Antriebs-Spindel (16) gekuppelt und verfahren werden können.
5. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 - 4, gekennzeichnet durch einen in der gleichen Achse (X) wie die die Arbeitseinheiten (10, 11) tragenden Schlitten (13, 14) verfahrbaren Antriebs-Schlitten (17)

- und durch mindestens eine Kupplung (22) um wahlweise einen der Schlitten (13, 14) an den Antriebs-Schlitten (17) kuppeln zu können.
6. Werkzeugmaschine nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch ein an einem Schlitten (13) gelagertes Eingriffsmittel, z.B. einem Keil (23), der in eine am Antriebs-Schlitten (17) ausgebildete Öffnung oder, z.B. konische, Vertiefung (24) einzugreifen bestimmt ist.
 7. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 5 - 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Antriebs-Schlitten (17) eine die Antriebs-Spindel (16) umfassende Mutter (18) aufweist, vorzugsweise eine kugelgelagerte Kugelrollmutter.
 8. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 5 - 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Antriebs-Schlitten (17) mindestens eine Laufrolle (19) aufweist, die auf einer entsprechend den Führungsbahnen (15) der Schlitten (13, 14) angeordneten Schiene (20) läuft.
 9. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 - 8, gekennzeichnet durch eine Steuerung (7) zur Steuerung der Arbeitsabläufe, wobei die die Arbeitseinheiten (10, 11) tragenden Schlitten (13, 14), bzw. der sie verfahrenende Antriebs-Schlitten (17) so gesteuert ist, dass ein nicht benötigter Schlitten (13, 14) in einer vorzugsweise am einen Ende einer Führungsbahn (15) liegenden Parkposition abgestellt wird.
 10. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 - 9, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Teil der Schlitten (12, 13, 14) mittels ei-

ner Gleitführung (26) über die Führungsbahnen (2, 15) verfahrbar ist, wobei mindestens eine Leitung (28) vorgesehen ist, um zwischen die Gleitführung (26) und die Führungsbahnen (2, 15) mindestens ein Gleitmittel einzuleiten, welches Gleitmittel mindestens teilweise gasförmig ist, z.B. aus Luft besteht, und unter Druck heran geführt ist.

11. Werkzeugmaschine nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass als Gleitmittel sowohl ein flüssiges Mittel, z.B. Öl, als auch ein gasförmiges Mittel, z.B. Luft, vorgesehen ist.

12. Werkzeugmaschine nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl die flüssige wie auch die gasförmige Komponente des Gleitmittels über jeweils eine gemeinsame Leitung (28) zwischen die Gleitführung (26) und die Führungsbahnen (2, 15) eingeleitet wird, wobei jeweils ein Verbindungsstück vorgesehen ist, z.B. ein T-Stück (29), das die Leitung (28) mit je einer ersten Zuleitung (30) für gasförmiges und einer zweiten Zuleitung (31) für flüssiges Gleitmittel verbindet.

13. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 10 - 12, dadurch gekennzeichnet, dass im Einmündungsbereich der das Gleitmittel heranzuführenden Leitung (28) in der Gleitführung (26) eine Vertiefung (27) vorgesehen ist, vorzugsweise für jede Leitung (28) eine eigene Vertiefung (27), die ein Hohlraum für den Druckaufbau und die Abhebung des Schlittens (12, 13, 14) bildet.

14. Werkzeugmaschine nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass Verbindungs-Rinnen vorgesehen sind, die die einzelnen Vertiefungen (27) miteinander verbinden.
15. Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 10 - 14, gekennzeichnet durch eine Steuerung (7) zur Steuerung der Arbeitsabläufe, wobei diese so ausgelegt ist, dass beim oder vor dem Anfahren eines Schlittens (12, 13, 14) zugleich auch die Zufuhr des gasförmigen Gleitmittels eingeschaltet wird, z.B. durch Öffnen eines entsprechenden Ventils.
16. Werkzeugmaschine nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Zufuhr des gasförmigen Gleitmittels wahlweise ausschaltbar ist.

Zusammenfassung

Mindestens zwei Arbeitseinheiten sind je auf einem eigenen Schlitten (13) entlang von Führungsbahnen (15) verfahrbar. Für diese Schlitten (13) ist ein gemeinsamer Antrieb (16) vorgesehen, wobei die Schlitten (13) dennoch unabhängig voneinander verfahrbar sind. Der Antrieb erfolgt vorzugsweise mittels einer in der zu befahrenden Achse liegenden und rotierbaren Antriebs-Spindel (16). Diese treibt einen Antriebs-Schlitten (17) der wahlweise an den Schlitten (13) der einzusetzenden Arbeitseinheit gekuppelt wird. Ein nicht benötigter Schlitten steht ausgekuppelt in einer Parkposition und stört die Bewegungen des angetriebenen Schlittens (13) nicht. Er braucht dann steuerungstechnisch nicht mehr berücksichtigt werden. Die Führungsbahn kann dadurch kürzer sein. Es wird Material, Gewicht, Platz- und Energie gespart.

(Fig. 2)

Fig. 1

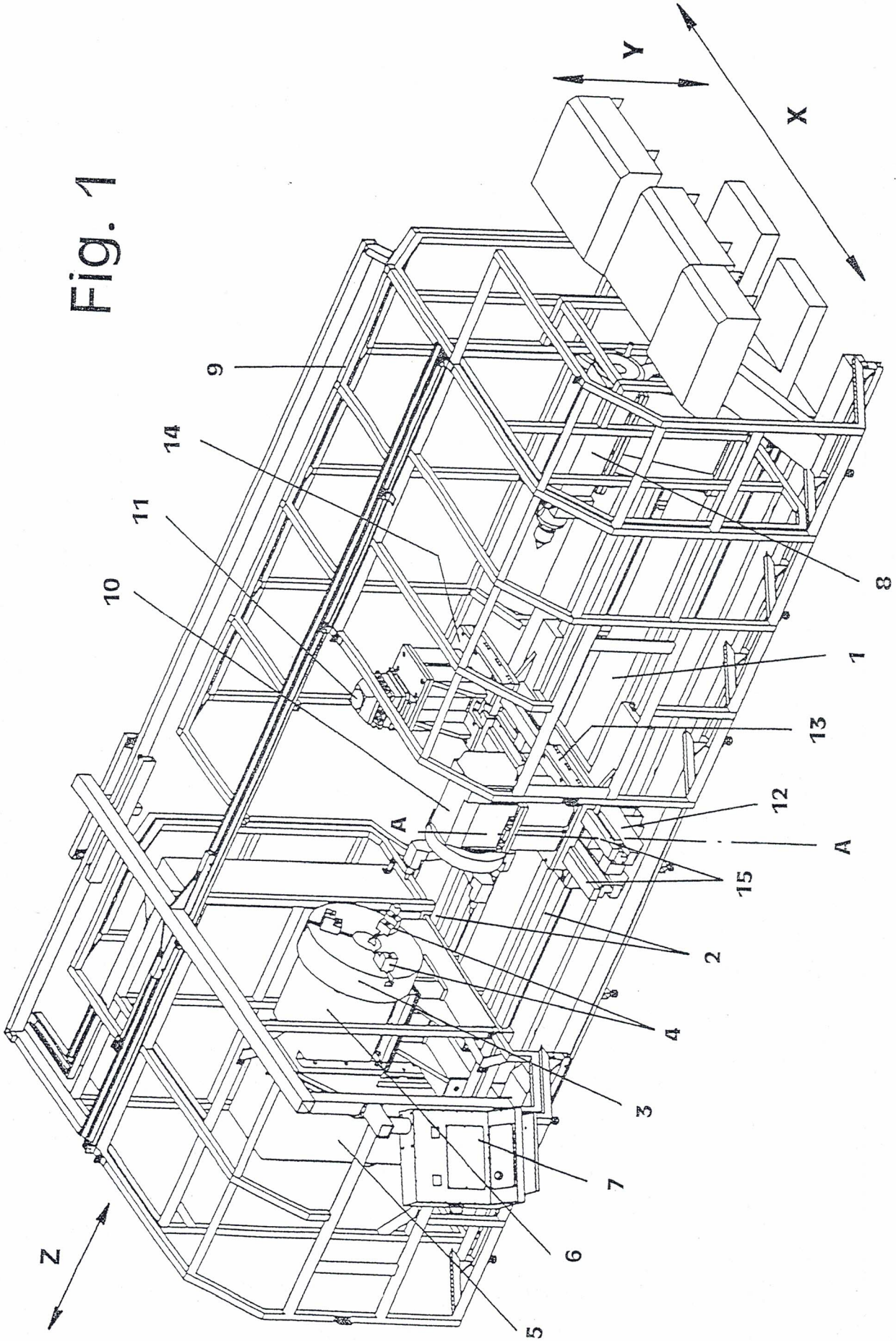


Fig. 2

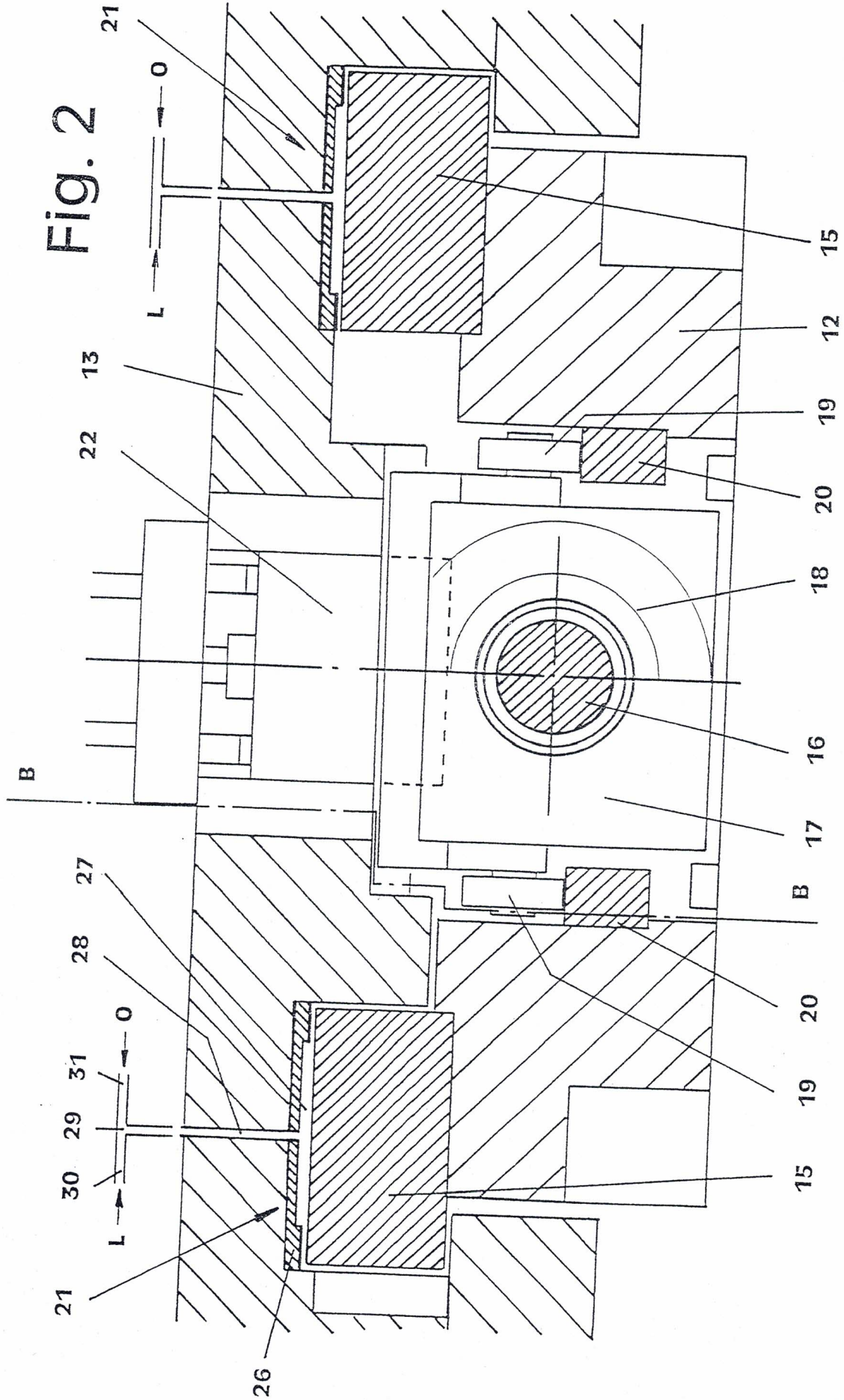


Fig. 3

