

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50354/2024
(22) Anmeldetag: 25.04.2024
(45) Veröffentlicht am: 15.06.2025

(51) Int. Cl.: **B23Q 3/155** (2006.01)
B23Q 1/03 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
AT 519561 B1
DE 102019120681 A1
DE 19860867 A1

(73) Patentinhaber:
Fill Gesellschaft m.b.H.
4942 Gurten (AT)

(74) Vertreter:
Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt
GmbH
4580 Windischgarsten (AT)

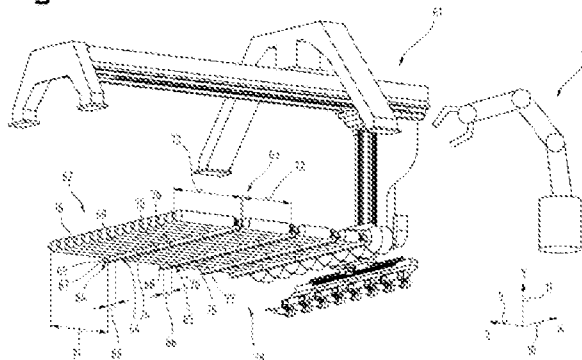
(54) **Werkzeugmaschine, sowie ein Verfahren zum Betreiben der Werkzeugmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft eine Werkzeugmaschine (1) umfassend:

ein Maschinengestell (4);
zumindest eine erste Arbeitsspindel (5), welche um eine erste Spindelachse (7) drehbar gelagert ist, wobei die erste Spindelachse (7) parallel zu einer horizontalen Z-Achse (9) angeordnet ist;
eine Werkstückspannvorrichtung (38), welche zum Aufnehmen zumindest eines ersten Werkstückes (2) ausgebildet ist;
ein Werkzeugmagazin (62) zum Lagern von unterschiedlichen Bearbeitungswerkzeugen (16), wobei im Werkzeugmagazin (62) zumindest eine Speicherebene (63) mit mehreren nebeneinander angeordneten Werkzeugaufnahmeplätzen (64, 65) vorgesehen ist.

Die Werkzeugaufnahmeplätze (64, 65) sind parallel zur horizontalen Z-Achse (9) ausgerichtet, wobei die Bearbeitungswerkzeuge (16) parallel zur horizontalen Z-Achse (9) ausgerichtet im Werkzeugmagazin (62) aufnehmbar sind und wobei die einzelnen Werkzeugaufnahmeplätze (64, 65) in einer horizontalen X-Achse (10) zueinander beabstandet nebeneinander angeordnet sind.

Fig. 6



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Werkzeugmaschine, sowie ein Verfahren zum Betreiben der Werkzeugmaschine.

[0002] Die WO2006050551A2 offenbart eine Werkzeugmaschine mit einem Werkzeugmagazin. Das Werkzeugmagazin ist hierbei neben der Werkzeugmaschine angeordnet. Die Arbeitsspindeln sind horizontal ausgerichtet. Die Bearbeitungswerkzeuge sind um 90° zur Arbeitsspindel verschwenkt im Werkzeugmagazin neben der Werkzeugmaschine abgelegt.

[0003] Die in der WO2006050551A2 offenbarte Werkzeugmaschine weist den Nachteil auf, dass diese einen komplexen Aufbau aufweist. Darüber hinaus nimmt ein Werkzeugwechsel viel Zeit in Anspruch.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und eine Werkzeugmaschine und ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, welche einen einfachen Aufbau aufweist und einen einfachen Werkzeugwechsel ermöglicht.

[0005] Diese Aufgabe wird durch eine Werkzeugmaschine und ein Verfahren gemäß den Ansprüchen gelöst.

[0006] Erfindungsgemäß ist eine Werkzeugmaschine ausgebildet. Die Werkzeugmaschine umfasst:

ein Maschinengestell;

zumindest eine erste Arbeitsspindel, welche um eine erste Spindelachse drehbar gelagert ist, wobei die erste Spindelachse parallel zu einer horizontalen Z-Achse angeordnet ist;

eine Werkstückspannvorrichtung, welche zum Aufnehmen zumindest eines ersten Werkstückes ausgebildet ist;

ein Werkzeugmagazin zum Lagern von unterschiedlichen Bearbeitungswerkzeugen, wobei im Werkzeugmagazin zumindest eine Speicherebene mit mehreren nebeneinander angeordneten Werkzeugaufnahmeplätzen vorgesehen ist.

Die Werkzeugaufnahmeplätze sind parallel zur horizontalen Z-Achse ausgerichtet, wobei die Bearbeitungswerkzeuge parallel zur horizontalen Z-Achse im Werkzeugmagazin ausgerichtet aufnehmbar sind und wobei die einzelnen Werkzeugaufnahmeplätze in einer horizontalen X-Achse zueinander beabstandet nebeneinander angeordnet sind.

[0007] Die erfindungsgemäße Werkzeugmaschine bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahmen ein Werkzeugwechsel einfach durchgeführt werden kann. Darüber hinaus kann die Werkzeugmaschine einen einfachen Aufbau aufweisen. Darüber hinaus kann dadurch die Werkzeugmaschine effizienter betrieben werden.

[0008] Wenn die Bearbeitungswerkzeuge parallel zur horizontalen Z-Achse im Werkzeugmagazin aufgenommen sind, bedeutet dies, dass eine Rotationsachse des jeweiligen Bearbeitungswerkzeuges parallel zur horizontalen Z-Achse liegt.

[0009] Durch die horizontale Ausrichtung der Werkzeugaufnahmeplätze kann erreicht werden, dass Werkzeuge einfach in diesen abgelegt werden können und durch die Schwerkraft in diesen gehalten werden können. Somit ist es nicht notwendig, dass die Werkzeugaufnahmeplätze komplexe Halterungen aufweisen.

[0010] Weiters kann es zweckmäßig sein, wenn im Werkzeugmagazin in der Z-Achse versetzt mehrere Werkzeugaufnahmeplätze hintereinander angeordnet sind. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme eine erhöhte Speicherkapazität des Werkzeugmagazins erreicht werden kann.

[0011] Ferner kann vorgesehen sein, dass die Werkzeugaufnahmeplätze eine Längserstreckung in der Z-Achse aufweisen, wobei die Längserstreckung von zumindest einzelnen der hintereinander angeordneten Werkzeugaufnahmeplätze verstellbar ist. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme der zur Verfügung stehende Platz des Werkzeugmagazins bestmöglich ausgenutzt werden kann, um möglichst viele Bearbeitungswerkzeuge aufnehmen zu können. Die

Längserstreckung der Werkzeugaufnahmeplätze definiert die maximal aufnehmbare Werkzeuglänge von Bearbeitungswerkzeugen. Eine Werkzeuglänge des am Werkzeugaufnahmeplatz aufzunehmenden Bearbeitungswerkzeuges ist somit vorzugsweise kleiner als die Längserstreckung eines Werkzeugaufnahmeplatzes, in welchem das Bearbeitungswerkzeug aufgenommen werden soll. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Längserstreckung der Werkzeugaufnahmeplätze an die Werkzeuglänge des längsten aufzunehmenden Bearbeitungswerkzeuges angepasst wird.

[0012] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass unterschiedliche Bearbeitungswerkzeuge mit unterschiedlicher Werkzeuglänge in einer Reihe angeordnet sind. Weiters kann vorgesehen sein, dass sich einzelne der Bearbeitungswerkzeuge über zwei oder mehr der Werkzeugaufnahmeplätze hinaus erstrecken. Im entsprechenden Werkzeugaufnahmeplatz in welchen sich ein Werkzeug hinein erstreckt, kann hierbei natürlich kein Werkzeug aufgenommen werden.

[0013] Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass das Werkzeugmagazin einen ersten Aufnahmekamm und einen zweiten Aufnahmekamm umfasst, wobei der erste Aufnahmekamm erste Aufnahmemulden aufweist und der zweite Aufnahmekamm zweite Aufnahmemulden aufweist, wobei der erste Aufnahmekamm und der zweite Aufnahmekamm in Erstreckung der horizontalen Z-Achse in einem Abstand zueinander angeordnet sind, wobei eine der ersten Aufnahmemulden zur Ablage eines ersten der Bearbeitungswerkzeuge dient und eine der zweiten Aufnahmemulden zur Ablage eines weiteren der Bearbeitungswerkzeuge dient. Eine derartige Ausführung bringt den Vorteil mit sich, dass das Bearbeitungswerkzeug einfach in den Aufnahmekämen abgelegt werden kann und ansonsten keine formschlüssige Verbindung zur Stabilisierung der Bearbeitungswerkzeuge bei der Ablage benötigt wird. Die Aufnahmekämme können hierbei derart formschlüssig in die Bearbeitungswerkzeuge eingreifen, dass die Bearbeitungswerkzeuge stabil in den Aufnahmekämen gehalten werden können. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Bearbeitungswerkzeuge jeweils eine mit dem Aufnahmekamm korrespondierende Nut aufweisen.

[0014] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der erste Aufnahmekamm und der zweite Aufnahmekamm so zueinander beabstandet angeordnet sind, dass im ersten Aufnahmekamm ein erstes des Bearbeitungswerkzeuge aufgenommen werden kann und dabei der zweite Aufnahmekamm dem ersten Bearbeitungswerkzeug nicht im Weg ist.

[0015] Vorteilhaft ist auch eine Ausprägung, gemäß welcher vorgesehen sein kann, dass der erste Aufnahmekamm und/oder der zweite Aufnahmekamm entlang der horizontalen Z-Achse relativ zum Maschinengestell verschiebbar ausgebildet sind. Durch diese Maßnahme kann die Längserstreckung der Werkzeugaufnahmeplätze verstellt werden, sodass die Längserstreckung der Werkzeugaufnahmeplätze derart an die Länge der aufzunehmenden Werkzeuge angepasst werden kann, dass die Längserstreckung der Werkzeugaufnahmeplätze nicht größer ist als eine Länge des längsten aufzunehmenden Werkzeuges. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Längserstreckung der Werkzeugaufnahmeplätze durch den Abstand des ersten Aufnahmekammes und des zweiten Aufnahmekammes zueinander definiert wird.

[0016] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die einzelnen Aufnahmekämme einzeln und unabhängig voneinander entlang der horizontalen Z-Achse relativ zum Maschinengestell verschiebbar ausgebildet sind.

[0017] Gemäß einer Weiterbildung ist es möglich, dass der erste Aufnahmekamm an einer Kammaufnahme angeordnet ist, wobei die Kammaufnahme oberhalb der ersten Arbeitsspindel angeordnet ist und entlang der horizontalen Z-Achse verschiebbar ausgebildet ist, insbesondere dass die Kammaufnahme gleichzeitig einen Teil der Einhausung eines Bearbeitungsraumes der Werkzeugmaschine bildet. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass der erste Aufnahmekamm mittels der Kammaufnahme bewegt werden kann. Wenn die Kammaufnahme einen Teil der Einhausung des Bearbeitungsraumes der Bearbeitungsmaschine bildet, kann diese einen möglichst einfachen und effizienten Aufbau aufweisen. Insbesondere kann dabei erreicht werden, dass bei einem Verschieben der Kammaufnahme entlang der horizontalen Z-Achse die Einhausung des Bearbeitungsraumes der Werkzeugmaschine geöffnet wird und somit die Werkzeugmaschine für

den Werkzeugwechsel zugänglich wird.

[0018] Weiters kann vorgesehen sein, dass die Längserstreckung von zumindest zwei bezüglich der horizontalen Z-Achse nebeneinander angeordneten Werkzeugaufnahmeplätzen unabhängig voneinander verstellbar ist. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass nicht über die komplette Breite des Werkzeugmagazins dieselbe Längserstreckung eingestellt sein muss. Somit kann der zur Verfügung stehende Raum im Werkzeugmagazin besser ausgenutzt werden.

[0019] Ferner kann es zweckmäßig sein, wenn das Werkzeugmagazin einen dritten Aufnahmekamm und einen vierten Aufnahmekamm umfasst, wobei der dritte Aufnahmekamm dritte Aufnahmemulden aufweist und der vierte Aufnahmekamm vierte Aufnahmemulden aufweist, wobei der dritte Aufnahmekamm in der horizontalen X-Achse beabstandet neben dem ersten Aufnahmekamm angeordnet ist und der vierte Aufnahmekamm in der horizontalen X-Achse beabstandet neben dem zweiten Aufnahmekamm angeordnet ist, wobei der erste Aufnahmekamm, der zweite Aufnahmekamm, der dritte Aufnahmekamm und der vierte Aufnahmekamm unabhängig voneinander entlang der horizontalen Z-Achse relativ zum Maschinengestell verschiebbar ausgebildet sind. Durch diese Maßnahme kann die Flexibilität der Werkzeugmaschine weiter erhöht werden.

[0020] Weiters kann vorgesehen sein, dass pro Arbeitsspindel zumindest zwei der Aufnahmemulden nebeneinander angeordnet sind. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass für jede Arbeitsspindel ein Bearbeitungswerkzeug in eine der Aufnahmemulden ablegbar ist und ein weiteres Bearbeitungswerkzeug aus einer der Aufnahmemulden aufnehmbar ist.

[0021] Weiters kann vorgesehen sein, dass eine Werkzeugwechselvorrichtung zum Wechsel der Bearbeitungswerkzeuge ausgebildet ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass die Werkzeugwechselvorrichtung eine erste Greifvorrichtung umfasst.

[0022] Die erste Greifvorrichtung kann eine erste Greifeinheit und eine zweite Greifeinheit aufweisen. Die erste Greifeinheit und die zweite Greifeinheit können bezüglich der X-Achse in einem ersten Greifeinheitenabstand zueinander beabstandet angeordnet sein.

[0023] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der erste Greifeinheitenabstand gleich dem Abstand der einzelnen Aufnahmemulden oder einem Vielfachen des Abstandes der einzelnen Aufnahmemulden beträgt.

[0024] Weiters kann vorgesehen sein, dass die erste Greifvorrichtung der ersten Arbeitsspindel zugeordnet ist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass mittels der ersten Greifeinheit ein erstes der Bearbeitungswerkzeuge, welches in der ersten Arbeitsspindel gespannt ist, entnommen werden kann und anschließend ein in der zweiten Greifeinheit aufgenommenes zweites der Bearbeitungswerkzeuge in die erste Arbeitsspindel eingesetzt wird.

[0025] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die erste Greifeinheit und die zweite Greifeinheit derart ausgerichtet sind, dass die Bearbeitungswerkzeuge parallel zur Z-Achse ausgerichtet in der jeweiligen Greifeinheit aufgenommen werden können.

[0026] Weiters kann vorgesehen sein, dass am Greifvorrichtungsträger eine zweite Greifvorrichtung aufgenommen ist, welche eine dritte Greifeinheit und eine vierte Greifeinheit aufweist. Die dritte Greifeinheit und die vierte Greifeinheit können hierbei bezüglich der X-Achse in einem zweiten Greifeinheitenabstand zueinander beabstandet angeordnet sein.

[0027] Die Funktion bzw. die Abmaße der zweiten Greifvorrichtung können mutatis mutandis zur ersten Greifvorrichtung ausgebildet sein. Weiters kann vorgesehen sein, dass die zweite Greifvorrichtung der zweiten Arbeitsspindel zugeordnet ist.

[0028] Weiters kann vorgesehen sein, dass die erste Greifvorrichtung und die zweite Greifvorrichtung in einem Greifvorrichtungsabstand zueinander angeordnet sind.

[0029] Weiters kann vorgesehen sein, dass am Greifvorrichtungsträger eine dritte Greifvorrichtung und eine vierte Greifvorrichtung angeordnet sind.

[0030] Die dritte Greifvorrichtung kann der dritten Arbeitsspindel zugeordnet sein. Die vierte Greifvorrichtung kann der vierten Arbeitsspindel zugeordnet sein. Die dritte Greifvorrichtung bzw.

die vierte Greifvorrichtung können mutatis mutandis zur ersten Greifvorrichtung ausgebildet sein und ebenfalls jeweils zwei Greifeinheiten aufweisen.

[0031] Weiters kann vorgesehen sein, dass die Werkzeugwechselvorrichtung einen Greifvorrichtungskopf aufweist. Der Greifvorrichtungsträger kann entlang der X-Achse verschiebbar am Greifvorrichtungskopf angeordnet sein. Insbesondere kann hierbei vorgesehen sein, dass der Greifvorrichtungsträger mit einer Greifvorrichtungsträgerschiene gekoppelt ist, welche verschiebbar in einem Greifvorrichtungskopfschlitten aufgenommen ist. Der Greifvorrichtungskopfschlitten kann hierbei am Greifvorrichtungskopf angeordnet sein. Weiters kann vorgesehen sein, dass ein Greifvorrichtungsträgerverstellmotor ausgebildet ist, mittels welchem der Greifvorrichtungsträger relativ zum Greifvorrichtungskopf verschiebbar ist.

[0032] Weiters kann vorgesehen sein, dass der Greifvorrichtungskopf in der Y-Achse verschiebbar an einer Greifvorrichtungs-Höhenverstellaufnahme angeordnet ist. Zwischen dem Greifvorrichtungskopf und der Greifvorrichtungs-Höhenverstellaufnahme kann ebenfalls ein Führungssystem ausgebildet sein.

[0033] Weiters kann vorgesehen sein, dass die Greifvorrichtungs-Höhenverstellaufnahme teleskopierbar ausgebildet ist. Dies bringt den Vorteil einer besseren Erreichbarkeit der tieferliegenden Spindeln mit sich.

[0034] Weiters kann vorgesehen sein, dass ein Greifvorrichtungshauptträger ausgebildet ist, welcher sich entlang der Z-Achse erstreckt. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Greifvorrichtungs-Höhenverstellaufnahme in der Z-Achse verschiebbar am Greifvorrichtungshauptträger aufgenommen ist. Zwischen dem Greifvorrichtungshauptträger und der Greifvorrichtungs-Höhenverstellaufnahme kann ebenfalls ein Führungssystem ausgebildet sein.

[0035] Weiters kann vorgesehen sein, dass der Greifvorrichtungshauptträger mittels einer ersten Halterung bzw. mittels einer zweiten Halterung am Maschinengestell aufgenommen ist.

[0036] Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass eine erste Greifvorrichtung zum Auswechseln des in der ersten Arbeitsspindel aufgenommenen Bearbeitungswerkzeuges ausgebildet ist, wobei die Greifvorrichtung zumindest eine erste Greifeinheit und eine zweite Greifeinheit aufweist, welche in einem Greifeinheitenabstand zueinander angeordnet sind, insbesondere dass die erste Greifvorrichtung ausschließlich entlang der X-Achse und entlang einer vertikalen Y-Achse, nicht jedoch entlang der Z-Achse, verschiebbar ist. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass die Greifvorrichtung einen einfachen Aufbau aufweisen kann und darüber hinaus der Werkzeugwechsel einfach erfolgen kann.

[0037] Besonders in Verbindung mit einem entlang der Z-Achse verschiebbaren Aufnahmekamm, welcher oberhalb der Arbeitsspindeln angeordnet ist, kann es effizient sein, wenn die erste Greifvorrichtung ausschließlich entlang der X-Achse und entlang einer vertikalen Y-Achse, nicht jedoch entlang der Z-Achse, verschiebbar ist.

[0038] Weiters kann es zweckmäßig sein, wenn eine zweite Arbeitsspindel ausgebildet ist, welche bezüglich der horizontalen X-Achse neben der ersten Arbeitsspindel angeordnet ist, insbesondere dass die zweite Arbeitsspindel einem zweiten Werkzeugaufnahmeplatz zugeordnet ist. Besonders bei einer derart ausgebildeten Werkzeugmaschine mit zwei nebeneinander angeordneten Arbeitsspindeln ist das erfindungsgemäße Werkzeugmagazin von Vorteil, da aufgrund der nebeneinander angeordneten Arbeitsspindeln die Werkzeugmaschine ohnehin eine große Breite aufweisen muss und somit die Platzverhältnisse optimiert ausgenutzt werden.

[0039] Ferner kann vorgesehen sein, dass der erste Aufnahmekamm gegenüberliegend zu den ersten Aufnahmemulden erste untere Aufnahmemulden aufweist und der zweite Aufnahmekamm gegenüberliegend zu den zweiten Aufnahmemulden zweite untere Aufnahmemulden aufweist, wobei der erste Aufnahmekamm um 180° bezüglich einer horizontalen Achse verschwenkbar ausgebildet ist, sodass entweder die ersten Aufnahmemulden oder die ersten unteren Aufnahmemulden oberliegend anordenbar sind, wobei der erste Aufnahmekamm und/oder der zweite Aufnahmekamm eine Verriegelungsvorrichtung zum Sichern der Bearbeitungswerkzeuge aufweist, sodass die jeweils untenliegenden Bearbeitungswerkzeuge gegen ein Herausfallen gesi-

chert sind. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme die Speicherkapazität des Werkzeugmagazins weiter erhöht werden kann. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Verriegelungsvorrichtung in Form einer formschlüssigen und reibschlüssigen Klemmvorrichtung ausgebildet ist, welche zum Halten der Bearbeitungswerkzeuge in den Aufnahmemulden dient.

[0040] Weiters kann auch vorgesehen sein, dass der zweite Aufnahmekamm um 180° bezüglich einer horizontalen Achse verschwenkbar ausgebildet ist, sodass entweder die zweiten Aufnahmemulden oder die zweiten unteren Aufnahmemulden obenliegend anordenbar sind.

[0041] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Greifvorrichtung zum Betätigen der Verriegelungsvorrichtung dient.

[0042] Durch die Verriegelungsvorrichtung kann ein Herausfallen von untenliegenden Bearbeitungswerkzeugen vermieden werden. Eine Verriegelung der Bearbeitungswerkzeuge kann auch beim Manipulieren des Aufnahmekammes mit dem Handlingsystem vorteilhaft sein.

[0043] Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass der erste Aufnahmekamm und der zweite Aufnahmekamm mitsamt der daran aufgenommenen Bearbeitungswerkzeuge mittels eines Handlingsystems auswechselbar sind. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass die Aufnahmekämme mit Bearbeitungswerkzeugen vorbestückt werden können und in die Werkzeugmaschine eingesetzt werden können. Somit können mehrere Bearbeitungswerkzeug gleichzeitig der Werkzeugmaschine zugeführt werden bzw. aus dieser entnommen werden. Ein derartiges Handlingsystem kann beispielsweise ein Gelenkarmroboter sein. Weiters ist es auch denkbar, dass die Werkzeugwechselvorrichtung selbst zum Auswechseln des Aufnahmekammes eingesetzt wird.

[0044] Weiters kann vorgesehen sein, dass nebeneinander mehr Werkzeuge gleicher Art im Werkzeugspeicher, insbesondere in nebeneinander angeordneten Werkzeugaufnahmeplätzen, aufgenommen sind, als die Anzahl an vorhandenen Arbeitsspindeln ist. Durch diese Maßnahme kann erreicht werden, dass pro Werkzeugtyp gleicher Art immer zumindest ein Werkzeug auf Reserve gehalten werden kann. Somit kann bei einem einzelnen Werkzeugbruch dieses einzelne Werkzeug ausgetauscht werden.

[0045] Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zum Betreiben einer Werkzeugmaschine vorgesehen. Die Werkzeugmaschine umfasst ein Maschinengestell, eine erste Arbeitsspindel, welche um eine erste Spindelachse drehbar gelagert ist, wobei die erste Spindelachse parallel zu einer horizontalen Z-Achse angeordnet ist und einer Werkstückspannvorrichtung, welche zum Aufnehmen zumindest eines ersten Werkstückes ausgebildet ist und ein Werkzeugmagazin zum Lagern von unterschiedlichen Bearbeitungswerkzeugen, wobei im Werkzeugmagazin zumindest eine Speicherebene mit mehreren nebeneinander angeordneten Werkzeugaufnahmeplätzen vorgesehen ist, wobei die Werkzeugaufnahmeplätze parallel zur horizontalen Z-Achse ausgerichtet sind, wobei die Werkzeugaufnahmeplätze bezüglich einer horizontalen X-Achse nebeneinander angeordnet sind. Das Verfahren umfasst die Verfahrensschritte:

- Bearbeiten des ersten Werkstückes mittels eines in der ersten Arbeitsspindel aufgenommenen Bearbeitungswerkzeuges;
- Wechseln des Bearbeitungswerkzeuges, wobei das zuvor in der ersten Arbeitsspindel aufgenommene Bearbeitungswerkzeug parallel zur horizontalen Z-Achse in einem der Werkzeugaufnahmeplätze im Werkzeugmagazin abgelegt wird.

[0046] Das erfindungsgemäße Verfahren bringt den Vorteil mit sich, dass die Bearbeitungswerkzeuge während dem Werkzeugwechsel nicht verschwenkt werden müssen. Dadurch kann der Werkzeugwechsel schneller und auch effizienter erfolgen.

[0047] Gemäß einer Weiterbildung ist es möglich, dass zum Wechseln des Bearbeitungswerkzeuges mittels einer ersten Greifeinheit einer Greifvorrichtung ein in einem ersten Aufnahmekamm einer Kammaufnahme des Werkzeugmagazins abgelegtes Bearbeitungswerkzeug gegriffen wird und entlang der Y-Achse angehoben wird, wobei die Kammaufnahme oberhalb der ersten Arbeitsspindel angeordnet ist, und wobei anschließend die Kammaufnahme entlang der Z-Achse verschoben wird, sodass die Greifvorrichtung entlang der Y-Achse in den Bearbeitungs-

raum bewegt werden kann, ohne dass die Greifvorrichtung dabei entlang der Z-Achse verschoben werden muss,

wobei mittels einer zweiten Greifeinheit der Greifvorrichtung das in der ersten Arbeitsspindel befindliche Bearbeitungswerkzeug aufgenommen wird und das in der ersten Greifeinheit befindliche Bearbeitungswerkzeug in die erste Arbeitsspindel eingesetzt wird. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme ein einfacher Wechsel des Bearbeitungswerkzeugs möglich ist.

[0048] Zum Entnehmen eines Bearbeitungswerkzeuges von der ersten Arbeitsspindel bzw. zum Einsetzen eines Bearbeitungswerkzeuges in die erste Arbeitsspindel kann die Verschiebbarkeit der ersten Arbeitsspindel entlang der Z-Achse genutzt werden.

[0049] Ferner kann es zweckmäßig sein, wenn im Werkzeugmagazin in der Z-Achse versetzt mehrere Werkzeugaufnahmeplätze hintereinander angeordnet sind, wobei die Werkzeugaufnahmeplätze eine Längserstreckung in der Z-Achse aufweisen, wobei die Längserstreckung von zumindest einzelnen der hintereinander angeordneten Werkzeugaufnahmeplätze verstellbar ist, wobei die Längserstreckung der Werkzeugaufnahmeplätze in der Z-Achse an eine Werkzeuglänge der abzulegenden Bearbeitungswerkzeuge angepasst wird, wobei die in unterschiedlichen hintereinander angeordneten Werkzeugaufnahmeplätzen eine unterschiedliche Längserstreckung eingestellt wird. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme der Platz im Werkzeugmagazin bestmöglich ausgenutzt werden kann. Darüber hinaus können durch diese Maßnahme die Fahrwege der Greifvorrichtung möglichst kurzgehalten werden, sodass die Effizienz der Werkzeugmaschine möglichst groß sein kann.

[0050] Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass in einem computerimplementierten Verfahrensschritt mittels eines Digitalrechners eine Ablageposition der Bearbeitungswerkzeuge und die notwendige Längserstreckung der einzelnen Werkzeugaufnahmeplätze in der Z-Achse berechnet wird, wobei die Berechnung zur Minimierung der Werkzeugwechselzeit dient und wobei in der Berechnung folgende Parameter berücksichtigt werden:

- eine Fahrgeschwindigkeit einer Greifvorrichtung;
- die Wegstrecke vom jeweiligen Werkzeugaufnahmeplatz zur ersten Arbeitsspindel;
- eine Häufigkeit der Verwendung der abzulegenden Bearbeitungswerkzeuge. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme die Effizienz der Werkzeugmaschine verbessert werden kann. In der Berechnung kann hierbei berücksichtigt werden, dass häufig benutzte Bearbeitungswerkzeuge möglichst nahe zur jeweiligen Arbeitsspindel angeordnet sind. Weiters können Bearbeitungswerkzeuge mit einer möglichst geringen Werkzeuglänge möglichst nahe an der jeweiligen Arbeitsspindel angeordnet sein, wobei die Längserstreckung der Werkzeugaufnahmeplätze an die Werkzeuglänge angepasst werden kann, sodass die Längserstreckung der Werkzeugaufnahmeplätze möglichst gering ist und alle der hintereinander angeordneten Bearbeitungswerkzeuge möglichst nahe in Erstreckung der Z-Achse zur ersten Arbeitsspindel angeordnet sind.

[0051] Weiters kann vorgesehen sein, dass berücksichtigt wird, dass unterschiedliche Bearbeitungswerkzeuge mit ähnlicher Werkzeuglänge nebeneinander an Werkzeugaufnahmeplätzen mit gleicher Längserstreckung abgelegt werden, sodass die Belegungsdichte des Werkzeugmagazins möglichst groß gehalten werden kann.

[0052] Weiters kann es zweckmäßig sein, wenn die Greifvorrichtung zum Einstellen der Längserstreckung der Werkzeugaufnahmeplätze in der Z-Achse verwendet wird. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme die Komplexität der Werkzeugmaschine möglichst geringgehalten werden kann, da die Anzahl der Antriebe bzw. die Anzahl der beweglichen Bauteile der Werkzeugmaschine möglichst geringgehalten werden kann.

[0053] Weiters kann vorgesehen sein, dass die erste Längserstreckung des ersten Werkzeugaufnahmeplatzes an die Werkzeuglänge des längsten der im ersten Werkzeugaufnahmeplatz aufzunehmenden Bearbeitungswerkzeuge angepasst ist. Die zweite Längserstreckung des zweiten Werkzeugaufnahmeplatzes kann natürlich ebenfalls an die Werkzeuglänge des längsten der im zweiten Werkzeugaufnahmeplatzes aufzunehmenden Bearbeitungswerkzeuges angepasst sein.

[0054] Ferner kann vorgesehen sein, dass die im Werkzeugmagazin aufgenommenen Bearbeitungswerkzeuge mittels der Greifvorrichtung umgeschlichtet werden, wenn die Greifvorrichtung gerade keinen Werkzeugwechsel durchführt. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme die Werkzeugwechselzeit möglichst kurz gehalten werden kann.

[0055] Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass beim Umschlichten die Längserstreckung einzelner der Werkzeugaufnahmeplätze verstellt wird. Durch diese Maßnahme kann eine möglichst gute Ausnutzung des in der im Werkzeugmagazin zur Verfügung stehenden Platzes erreicht werden.

[0056] Weites kann vorgesehen sein, dass das Verfahren die folgenden Verfahrensschritte umfasst:

- Entnehmen eines zuletzt benutzten Bearbeitungswerkzeuges aus der Arbeitsspindel mittels der ersten Greifeinheit;
- Einsetzen eines in der zweiten Greifeinheit aufgenommenen Bearbeitungswerkzeuges in die Arbeitsspindel;
- Bewegen der Greifvorrichtung zum Werkzeugmagazin zur Aufnahme eines neuen Bearbeitungswerkzeuges vom Werkzeugmagazin in die Greifvorrichtung und gleichzeitigem Ablegen des zuletzt benutzten Bearbeitungswerkzeuges von der Greifvorrichtung in das Werkzeugmagazin; und zeitgleich
- Bearbeiten eines Werkstückes mittels dem in der Arbeitsspindel aufgenommenen Bearbeitungswerkzeug.

[0057] Hierbei ist von Vorteil, dass die Zeit welche benötigt wird, um ein Bearbeitungswerkzeug aus dem Werkzeugspeicher zu holen möglichst gering gehalten werden kann. Dies ist besonders von Vorteil, wenn die Bearbeitungsvorgänge eine nur sehr kurze Zeitdauer in Anspruch nehmen und möglichst schnell ein neues Bearbeitungswerkzeug benötigt wird.

[0058] Ferner kann vorgesehen sein, dass neben der ersten Arbeitsspindel eine zweite Arbeitsspindel angeordnet ist, wobei die Arbeitsspindeln parallel zueinander angeordnet sind und zur Aufnahme jeweils eines Bearbeitungswerkzeuges dienen und dass die Werkzeugwechselvorrichtung eine zweite Greifvorrichtung aufweist, wobei die beiden Greifvorrichtungen synchron zueinander bewegt werden und gleichzeitig die beiden Arbeitsspindeln bedienen. Somit können die beiden Arbeitsspindeln synchron zueinander betrieben werden.

[0059] Weiters kann es zweckmäßig sein, wenn zur Aufnahme eines neuen Bearbeitungswerkzeuges vom Werkzeugmagazin in die Greifvorrichtung und gleichzeitigem Ablegen des zuletzt benutzten Bearbeitungswerkzeuges von der Greifvorrichtung in das Werkzeugmagazin, die Bearbeitungswerkzeuge derart in der Speicherebene angeordnet sind, dass das neue Bearbeitungswerkzeug an einem ersten Werkzeugaufnahmeplatz angeordnet ist und im Greifeinheitenabstand zum ersten Werkzeugaufnahmeplatz ein zweiter Werkzeugaufnahmeplatz frei ist, welcher zum Ablegen des zuletzt benutzten Bearbeitungswerkzeuges von der Greifvorrichtung in das Werkzeugmagazin dient. Von Vorteil ist hierbei, dass durch diese Maßnahme die Greifvorrichtung mit den beiden Greifeinheiten und dem in einer Greifeinheit aufgenommenen Bearbeitungswerkzeug zur jeweiligen Speichereinheit bewegt werden kann, um das Bearbeitungswerkzeug ablegen zu können. Das Bearbeitungswerkzeug wird hierbei in den freien Werkzeugaufnahmeplatz geführt. Gleichzeitig wird mittels der noch freien Greifeinheit das neu vorgesehene Bearbeitungswerkzeug gegriffen und kann somit zur Arbeitsspindel der Bearbeitungsanlage geführt werden. Der Zeitaufwand zum Durchführen des Ablegens des alten Bearbeitungswerkzeuges und Aufnehmen des neuen Bearbeitungswerkzeuges kann deswegen so gering gehalten werden, da die Greifvorrichtung nicht zwei verschiedene Positionen im Werkzeugmagazin anfahren muss, sondern in einem Arbeitsvorgang das alte Bearbeitungswerkzeug abgelegt werden kann und gleichzeitig das neue Bearbeitungswerkzeug aufgenommen werden kann. Die Bearbeitungswerkzeuge sind hierbei so im Werkzeugmagazin positioniert, dass die beschriebenen Bearbeitungsschritte ermöglicht werden. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass zumindest einer der Werkzeugaufnahmeplätze pro Aufnahmekamm frei ist, um die Wiederkehrende Sortierung zu ermöglichen.

[0060] Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass bei ausgewählten Bearbeitungsvorgängen,

insbesondere bei Bearbeitungsvorgängen mit langer Bearbeitungsdauer, während des Bearbeitens des Werkstückes, die im Werkzeugmagazin gelagerten Bearbeitungswerkzeuge mittels der Greifvorrichtung neu sortiert werden. Von Vorteil ist hierbei, dass die Bearbeitungswerkzeuge entsprechend den zukünftig vorgesehenen Bearbeitungsschritten neu sortiert werden können, um jeweils einen freien Werkzeugaufnahmeplatz neben einem einzuwechselnden Bearbeitungswerkzeug vorzufinden und somit den erfindungsgemäßen Werkzeugwechselvorgang zu ermöglichen.

[0061] Außerdem kann es zweckmäßig sein, wenn Bearbeitungswerkzeuge, welche in der Bearbeitungsreihenfolge auf jene Bearbeitungswerkzeuge folgen mittels denen kürzer andauernde Bearbeitungsschritte durchgeführt werden, näher an der Arbeitsspindel gelagert werden als Bearbeitungswerkzeuge, welche in der Bearbeitungsreihenfolge auf jene Bearbeitungswerkzeuge folgen mittels denen länger andauernde Bearbeitungsschritte durchgeführt werden. Durch diese Maßnahme kann erreicht werden, dass während der Bearbeitung mittels einem Bearbeitungswerkzeug mit kurzer Bearbeitungsdauer ein schneller Einwechselvorgang gewährleistet wird, da die Greifvorrichtung nur kurze Wegstrecken zurücklegen muss. Dadurch kann auch während dieser kurzen Zeitspanne ein neues Bearbeitungswerkzeug aus dem Werkzeugspeicher geholt werden.

[0062] Gemäß einer Weiterbildung ist es möglich, dass Bearbeitungswerkzeuge, welche öfter verwendet werden, näher an der Arbeitsspindel gelagert werden als Bearbeitungswerkzeuge welche weniger oft verwendet werden. Durch diese Maßnahme kann erreicht werden, dass bei den Bearbeitungswerkzeugen mit häufiger Verwendung ein schneller Einwechselvorgang gewährleistet wird, da die Greifvorrichtung nur kurze Wegstrecken zurücklegen muss.

[0063] Ferner kann es zweckmäßig sein, wenn das zuletzt benutzte Bearbeitungswerkzeug nach der Entnahme aus der Arbeitsspindel mittels der Greifvorrichtung einer Messvorrichtung zugeführt wird, in welcher eine Abnutzung des Bearbeitungswerkzeuges erfasst wird. Von Vorteil ist hierbei, dass durch diese Maßnahme die Abnutzung des Bearbeitungswerkzeuges bzw. ein eventueller Bruch des Bearbeitungswerkzeuges erfasst werden kann. Dadurch kann noch vor dem Einlagern des Bearbeitungswerkzeuges in das Werkzeugmagazin ein Tausch des Bearbeitungswerkzeuges angefordert werden bzw. kann das Bearbeitungswerkzeug an einer entsprechenden Stelle abgelegt werden, wo es ausgetauscht werden kann.

[0064] Ein möglicher Ablauf zum Wechsel der Bearbeitungswerkzeuge kann folgendermaßen erfolgen.

[0065] Zum Start des Werkzeugwechselvorganges kann sich jeweils in der ersten Greifeinheit der einzelnen Greifvorrichtungen ein neues Bearbeitungswerkzeug befinden, welches beim nächsten Bearbeitungsschritt zum Einsatz kommen soll. Weiters können jeweils die zweiten Greifeinheiten der einzelnen Greifvorrichtungen frei zur Aufnahme eines Bearbeitungswerkzeuges sein. Die Greifvorrichtungen werden hierbei so zu den Arbeitsspindeln bewegt, dass jeweils mittels der zweiten Greifeinheit das aktuell in der Arbeitsspindel aufgenommene Bearbeitungswerkzeug gegriffen und aus der Arbeitsspindel herausgenommen werden kann.

[0066] Zum Herausnehmen der Bearbeitungswerkzeuge aus den Arbeitsspindeln können die einzelnen Greifvorrichtungen entlang der Z-Achse verschoben werden. Alternativ oder zusätzlich können hierbei auch die einzelnen Arbeitsspindeln in entgegengesetzte Richtung in entlang der Z-Achse verschoben werden. Wenn die einzelnen Arbeitsspindeln zusätzlich entlang der Z-Achse verschoben werden, kann durch die überlagerte Bewegung die Werkzeugwechselzeit deutlich verkürzt werden.

[0067] Anschließend werden die am Greifvorrichtungsträger angeordneten Greifvorrichtungen mittels des Greifvorrichtungsträgerverstellmotors entlang der X-Achse relativ zum Greifvorrichtungskopf verschoben, sodass das neue Bearbeitungswerkzeug, welches in den ersten Greifeinheiten aufgenommen ist, in die Arbeitsspindel eingesetzt werden kann. Alternativ oder zusätzlich können hierbei auch die einzelnen Arbeitsspindeln in entgegengesetzte Richtung entlang der X-Achse verschoben werden. Wenn die einzelnen Arbeitsspindeln zusätzlich entlang der X-Achse

verschoben werden, kann durch die überlagerte Bewegung die Werkzeugwechselzeit deutlich verkürzt werden.

[0068] Wenn das Bearbeitungswerkzeug in die Arbeitsspindel eingesetzt ist, kann das in der zweiten Greifeinheit aufgenommene Bearbeitungswerkzeug mittels der Werkzeugwechsellvorrichtung zum Werkzeugmagazin verbracht werden.

[0069] Optional kann vorher noch mittels einer Messvorrichtung der Verschleiß des Bearbeitungswerkzeuges ermittelt werden.

[0070] Wenn die Greifvorrichtungen nun zum Werkzeugmagazin bewegt werden, ist die erste Greifeinheit frei und in der zweiten Greifeinheit ist das zuletzt benutzte Bearbeitungswerkzeug aufgenommen. Die Greifvorrichtungen werden so zu einer Speicherebene verfahren, dass das zuletzt benutzte Bearbeitungswerkzeug an einem freien Werkzeugaufnahmeplatz abgelegt werden kann und gleichzeitig in einem Werkzeugaufnahmeplatz, welcher im Greifeinheitenabstand beabstandet ist, ein neues für den nächsten Bearbeitungsvorgang vorgesehenes Bearbeitungswerkzeug aufgenommen werden kann. Hierbei wird die zweite Greifeinheit geöffnet, um das hierin aufgenommene Bearbeitungswerkzeug ablegen zu können und die erste Greifeinheit wird geschlossen, um das neue Bearbeitungswerkzeug aufnehmen zu können. Anschließend kann die Greifvorrichtung wieder zu den Arbeitsspindeln bewegt werden, um das neue Bearbeitungswerkzeug einsetzen zu können. Das Ablegen der Bearbeitungswerkzeuge und die Verstellung der Längserstreckung der einzelnen Werkzeugaufnahmeplätze kann hierbei anhand der Berechnung des Digitalrechners erfolgen.

[0071] Das Einsetzen des neuen Bearbeitungswerkzeuges passiert analog zu den bereits beschriebenen Verfahrensschritten, wobei jetzt nicht die zweite Greifeinheit sondern die erste Greifeinheit zur Aufnahme des bereits in der Arbeitsspindel aufgenommenen Bearbeitungswerkzeuges dient.

[0072] Es ist somit vorgesehen, dass bei jedem zweiten Verfahrensdurchgang die erste Greifeinheit zur Aufnahme des in der Arbeitsspindel gespannten Bearbeitungswerkzeuges dient und in jedem zweiten Bearbeitungsvorgang die zweite Greifeinheit zur Aufnahme des in der Arbeitsspindel gespannten Bearbeitungswerkzeuges dient.

[0073] Außerdem können die Greifvorrichtungen dazu verwendet werden, um während länger andauernden Bearbeitungsvorgängen die Bearbeitungswerkzeuge im Werkzeugmagazin neu zu sortieren.

[0074] Weiters kann vorgesehen sein, dass eine Werkzeugmaschine wie folgt ausgebildet ist. Die Werkzeugmaschine umfasst:

- ein Maschinengestell;
- eine erste Arbeitsspindel, welche um eine erste Spindelachse drehbar gelagert ist, wobei die erste Spindelachse parallel zu einer horizontalen Z-Achse angeordnet ist;
- eine zweite Arbeitsspindel, welche um eine zweite Spindelachse drehbar gelagert ist, wobei die zweite Spindelachse parallel zur horizontalen Z-Achse angeordnet ist, wobei die erste Arbeitsspindel und die zweite Arbeitsspindel in einer horizontalen X-Achse zueinander beabstandet nebeneinander angeordnet sind;
- eine Werkstückspannvorrichtung mit einem ersten Werkstückaufnahmeplatz, welcher zum Aufnehmen zumindest eines ersten Werkstückes ausgebildet ist, Die erste Arbeitsspindel ist mittels einer ersten X-Achsen-Verstelleinheit entlang der X-Achse verschiebbar und die zweite Arbeitsspindel ist mittels einer zweiten X-Achsen-Verstelleinheit entlang der X-Achse verschiebbar, wobei die erste Arbeitsspindel und die zweite Arbeitsspindel unabhängig voneinander entlang der X-Achse verschiebbar sind und

wobei die erste Arbeitsspindel mittels einer ersten Z-Achsen-Verstelleinheit entlang der Z-Achse verschiebbar ist und die zweite Arbeitsspindel mittels einer zweiten Z-Achsen-Verstelleinheit entlang der Z-Achse verschiebbar ist, wobei die erste Arbeitsspindel und die zweite Arbeitsspindel unabhängig voneinander entlang der Z-Achse verschiebbar sind und

wobei der erste Werkstückaufnahmeplatz mittels einer Y-Achsen-Verstelleinheit entlang einer

vertikalen Y-Achse verschiebbar ist.

[0075] Die Werkzeugmaschine bringt den überraschenden Vorteil mit sich, dass trotz Erhöhung der Flexibilität der Werkzeugmaschine, die Anzahl der notwendigen Antriebe möglichst geringgehalten werden kann und somit die Komplexität der Werkzeugmaschine geringgehalten werden kann.

[0076] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die erste Arbeitsspindel und die zweite Arbeitsspindel nicht entlang einer vertikalen Y-Achse verschiebbar sind. Dies ist nicht notwendig, da der erste Werkstückaufnahmeplatz mittels einer Y-Achsen-Verstelleinheit entlang einer vertikalen Y-Achse verschiebbar ist. Dadurch kann eine überraschende Verbesserung der Bearbeitungsgenauigkeit gegenüber einem Konzept, bei welchem die erste Arbeitsspindel und die zweite Arbeitsspindel entlang einer vertikalen Y-Achse verschiebbar sind, erreicht werden.

[0077] Weiters kann es zweckmäßig sein, wenn die erste Arbeitsspindel ausschließlich mittels der ersten X-Achsen-Verstelleinheit entlang der X-Achse verschiebbar ist und die zweite Arbeitsspindel ausschließlich mittels einer zweiten X-Achsen-Verstelleinheit entlang der X-Achse verschiebbar ist. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme weitere Antriebe eingespart werden können. Insbesondere kann hierbei vorgesehen sein, dass die erste Arbeitsspindel bzw. die zweite Arbeitsspindel mittels der jeweiligen X-Achsen-Verstelleinheit jeweils über ihren kompletten vorgesehenen Arbeitsbereich verschoben werden können. Dies bringt erhebliche Vorteile gegenüber etwaigen Ausführungen, bei welchen die erste Arbeitsspindel und die zweite Arbeitsspindel gemeinsam mittels einer X-Achsen-Verstelleinheit verschoben werden und weitere X-Achsen-Verstelleinheiten zwischen der ersten Arbeitsspindel und der zweiten Arbeitsspindel zum Ausgleich etwaiger Dehnungen, oder zur sonstigen Kompensation, benötigt werden.

[0078] Ferner kann vorgesehen sein, dass die Werkstückspannvorrichtung einen zweiten Werkstückaufnahmeplatz umfasst, welcher zum Aufnehmen eines zweiten Werkstückes ausgebildet ist, wobei der erste Werkstückaufnahmeplatz und der zweite Werkstückaufnahmeplatz gemeinsam mittels einer Y-Achsen-Verstelleinheit entlang der vertikalen Y-Achse verschiebbar sind. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass an der Werkstückspannvorrichtung ein zweites Werkstück aufgenommen werden kann, wobei das erste Werkstück und das zweite Werkstück parallel zueinander bzw. zeitgleich zueinander bearbeitet werden können. Insbesondere kann durch diese Maßnahme die Effizienz der Werkzeugmaschine gesteigert werden und gleichzeitig die Komplexität der Werkzeugmaschine bzw. die Komplexitätsanforderung an die Steuerung der Werkzeugmaschine geringgehalten werden.

[0079] Weiters kann vorgesehen sein, dass die Werkstückspannvorrichtung einen dritten Werkstückaufnahmeplatz umfasst, welcher zum Aufnehmen eines dritten Werkstückes ausgebildet ist, wobei der erste Werkstückaufnahmeplatz, der zweite Werkstückaufnahmeplatz, der dritte Werkstückaufnahmeplatz und der vierte Werkstückaufnahmeplatz gemeinsam mittels einer Y-Achsen-Verstelleinheit entlang der vertikalen Y-Achse verschiebbar sind. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass an der Werkstückspannvorrichtung ein drittes Werkstück und ein viertes Werkstück aufgenommen werden kann, wobei das erste Werkstück, das zweite Werkstück, das dritte Werkstück und das vierte Werkstück parallel zueinander bzw. zeitgleich zueinander bearbeitet werden können. Insbesondere kann durch diese Maßnahme die Effizienz der Werkzeugmaschine gesteigert werden und gleichzeitig die Komplexität der Werkzeugmaschine bzw. die Komplexitätsanforderung an die Steuerung der Werkzeugmaschine geringgehalten werden.

[0080] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass zu jeder der Arbeitsspindeln ein eigener Werkstückaufnahmeplatz zugeordnet ist.

[0081] Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass der erste Werkstückaufnahmeplatz an einem Werkstücktisch angeordnet ist, welcher um eine Schwenkachse schwenkbar gelagert ist, wobei die Schwenkachse parallel zu einer horizontalen X-Achse ausgerichtet ist, wobei der Werkstücktisch mittels der Y-Achsen-Verstelleinheit entlang einer vertikalen Y-Achse verschiebbar ist. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme die Flexibilität der Werkzeugmaschine erhöht werden kann, ohne dabei die Komplexität der Werkzeugmaschine übermäßig zu erhöhen.

[0082] Weiters können auch die weiteren Werkstückaufnahmeplätze am Werkstücktisch angeordnet sein.

[0083] Weiters kann vorgesehen sein, dass zumindest ein Schwenkmotor ausgebildet ist, mittels welchem der Werkstücktisch um die erste Schwenkachse geschwenkt werden kann.

[0084] Vorteilhaft ist auch eine Ausprägung, gemäß welcher vorgesehen sein kann, dass der erste Werkstückaufnahmeplatz und der zweite Werkstückaufnahmeplatz am Werkstücktisch angeordnet sind. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme die Flexibilität der Werkzeugmaschine erhöht werden kann, ohne dabei die Komplexität der Werkzeugmaschine übermäßig zu erhöhen.

[0085] Weiters kann vorgesehen sein, dass der erste Werkstückaufnahmeplatz, der zweite Werkstückaufnahmeplatz, der dritte Werkstückaufnahmeplatz und der vierte Werkstückaufnahmeplatz am Werkstücktisch angeordnet sind. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme die Flexibilität der Werkzeugmaschine erhöht werden kann, ohne dabei die Komplexität der Werkzeugmaschine übermäßig zu erhöhen. Weiters kann durch diese Maßnahme der Bearbeitungsraum bestmöglich ausgenutzt werden.

[0086] Gemäß einer Weiterbildung ist es möglich, dass eine dritte Arbeitsspindel ausgebildet ist, welche um eine dritte Spindelachse drehbar gelagert ist, wobei die dritte Spindelachse parallel zur horizontalen Z-Achse angeordnet ist und wobei die dritte Arbeitsspindel neben der ersten Arbeitsspindel angeordnet ist und dass eine vierte Arbeitsspindel ausgebildet ist, welche um eine vierte Spindelachse drehbar gelagert ist, wobei die vierte Spindelachse parallel zur horizontalen Z-Achse angeordnet ist und wobei die vierte Arbeitsspindel neben der zweiten Arbeitsspindel angeordnet ist. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme zum einen die Flexibilität der Werkzeugmaschine erhöht werden kann und zum anderen gleichzeitig die Effizienz der Werkzeugmaschine erhöht werden kann.

[0087] Weiters kann vorgesehen sein, dass die erste Arbeitsspindel dem ersten Werkstückaufnahmeplatz am Werkstücktisch zugeordnet ist, dass die zweite Arbeitsspindel dem zweiten Werkstückaufnahmeplatz am Werkstücktisch zugeordnet ist, dass die dritte Arbeitsspindel dem dritten Werkstückaufnahmeplatz am Werkstücktisch zugeordnet ist und dass die vierte Arbeitsspindel dem vierten Werkstückaufnahmeplatz am Werkstücktisch zugeordnet ist.

[0088] Weiters kann vorgesehen sein, dass die erste Arbeitsspindel mit einem ersten Spindeltrieb zur Drehung der Arbeitsspindel um die erste Spindelachse gekoppelt ist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der erste Spindeltrieb als Motorspindel ausgebildet ist.

[0089] Weiters kann vorgesehen sein, dass die zweite Arbeitsspindel mit einem zweiten Spindeltrieb zur Drehung der Arbeitsspindel um die zweite Spindelachse gekoppelt ist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der zweite Spindeltrieb als Motorspindel ausgebildet ist.

[0090] Weiters kann vorgesehen sein, dass die dritte Arbeitsspindel mit einem dritten Spindeltrieb zur Drehung der Arbeitsspindel um die dritte Spindelachse gekoppelt ist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der dritte Spindeltrieb als Motorspindel ausgebildet ist.

[0091] Weiters kann vorgesehen sein, dass die vierte Arbeitsspindel mit einem vierten Spindeltrieb zur Drehung der Arbeitsspindel um die vierte Spindelachse gekoppelt ist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der vierte Spindeltrieb als Motorspindel ausgebildet ist.

[0092] Weiters kann vorgesehen sein, dass die einzelnen Arbeitsspindeln einzeln und unabhängig voneinander antreibbar sind.

[0093] Ferner kann es zweckmäßig sein, wenn die erste Arbeitsspindel und die dritte Arbeitsspindel gemeinsam mittels der ersten X-Achsen-Verstelleinheit entlang der X-Achse verschiebbar sind und dass die zweite Arbeitsspindel und die vierte Arbeitsspindel gemeinsam mittels der zweiten X-Achsen-Verstelleinheit entlang der X-Achse verschiebbar sind. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass bei hoher Flexibilität der Werkzeugmaschine gleichzeitig die Komplexität der Werkzeugmaschine geringgehalten werden kann.

[0094] Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass die dritte Arbeitsspindel mittels einer ersten X-Achsen-Kompensationseinheit relativ zur ersten Arbeitsspindel entlang der X-Achse verschiebbar ist und dass die vierte Arbeitsspindel mittels einer zweiten X-Achsen-Kompensationseinheit relativ zur zweiten Arbeitsspindel entlang der X-Achse verschiebbar ist. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass die Flexibilität der Werkzeugmaschine weiter erhöht werden kann. Gleichzeitig ist es hierbei nicht notwendig, dass die dritte Arbeitsspindel und die vierte Arbeitsspindel separat über den kompletten Einsatzbereich der X-Achse verschiebbar sind. Dies ist besonders von Vorteil, wenn die erste Arbeitsspindel und die dritte Arbeitsspindel dem ersten Werkstückaufnahmeplatz zugeordnet sind und die zweite Arbeitsspindel und die vierte Arbeitsspindel dem zweiten Werkstückaufnahmeplatz zugeordnet sind.

[0095] In einer alternativen Ausführungsvariante kann vorgesehen sein, dass die erste Arbeitsspindel mittels der ersten X-Achsen-Verstelleinheit entlang der X-Achse verschiebbar ist und die dritte Arbeitsspindel mittels einer dritten X-Achsen-Verstelleinheit entlang der X-Achse verschiebbar ist und die zweite Arbeitsspindel mittels der zweiten X-Achsen-Verstelleinheit entlang der X-Achse verschiebbar ist und die vierte Arbeitsspindel mittels einer vierten X-Achsen-Verstelleinheit entlang der X-Achse verschiebbar ist, wobei die erste Arbeitsspindel, die zweite Arbeitsspindel, die dritte Arbeitsspindel und die vierte Arbeitsspindel unabhängig voneinander entlang der X-Achse verschiebbar sind. Durch diese Maßnahme kann die Flexibilität der Werkzeugmaschine nochmals erhöht werden.

[0096] Ferner kann vorgesehen sein, dass die dritte Arbeitsspindel mittels einer dritten Z-Achsen-Verstelleinheit entlang der Z-Achse verschiebbar ist und die vierte Arbeitsspindel mittels einer vierten Z-Achsen-Verstelleinheit entlang der Z-Achse verschiebbar ist, wobei die erste Arbeitsspindel, die zweite Arbeitsspindel, die dritte Arbeitsspindel und die vierte Arbeitsspindel unabhängig voneinander entlang der Z-Achse verschiebbar sind. Durch diese Maßnahme kann die Flexibilität der Werkzeugmaschine nochmals erhöht werden.

[0097] Weiters kann vorgesehen sein, dass die erste Z-Achsen-Verstelleinheit mittels einer ersten Z-Achsen-Führung an der ersten Z-Achsen-Verstelleinheit gelagert ist.

[0098] Weiters kann vorgesehen sein, dass die zweite Z-Achsen-Verstelleinheit mittels einer zweiten Z-Achsen-Führung an der zweiten X-Achsen-Verstelleinheit gelagert ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass die dritte Z-Achsen-Verstelleinheit mittels einer dritten Z-Achsen-Führung an der ersten X-Achsen-Verstelleinheit gelagert ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass die vierte Z-Achsen-Verstelleinheit mittels einer vierten Z-Achsen-Führung an der zweiten X-Achsen-Verstelleinheit gelagert ist.

[0099] Weiters kann vorgesehen sein, dass die erste Z-Achsen-Verstelleinheit mittels einer ersten Z-Achsen-Antriebseinheit relativ zur ersten X-Achsen-Verstelleinheit verstellbar ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass die zweite Z-Achsen-Verstelleinheit mittels einer zweiten Z-Achsen-Antriebseinheit relativ zur zweiten X-Achsen-Verstelleinheit verstellbar ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass die dritte Z-Achsen-Verstelleinheit mittels einer dritten Z-Achsen-Antriebseinheit relativ zur ersten X-Achsen-Verstelleinheit oder zur dritten X-Achsen-Verstelleinheit verstellbar ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass die vierte Z-Achsen-Verstelleinheit mittels einer vierten Z-Achsen-Antriebseinheit relativ zur zweiten X-Achsen-Verstelleinheit oder zur vierten X-Achsen-Verstelleinheit verstellbar ist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die einzelnen Arbeitsspindeln mittels der einzelnen Z-Achsen-Antriebseinheiten einzelnen und unabhängig voneinander entlang der Z-Achse verschiebbar sind.

[00100] Weiters kann vorgesehen sein, dass die einzelnen Arbeitsspindeln einzeln und unabhängig voneinander mittels jeweils einer Schwenklagerung um die Y-Achse schwenkbar ausgebildet sein können. Dadurch kann die Flexibilität der Werkzeugmaschine weiter erhöht werden.

[00101] Die einzelnen Z-Achsen-Führungen können jeweils Führungsschienen aufweisen, welche an der jeweiligen X-Achsen-Verstelleinheit angeordnet sind und können Führungsschlitten aufweisen, welche jeweils an der Z-Achsen-Verstelleinheit angeordnet sind.

[00102] Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass am Maschinengestell eine erste X-Achsen-

Führungsschiene und eine zweite X-Achsen-Führungsschiene ausgebildet sind, wobei die erste X-Achsen-Führungsschiene und die zweite X-Achsen-Führungsschiene in der Z-Achse zueinander beabstandet am Maschinengestell aufgenommen sind, wobei die erste X-Achsen-Verstelleinheit mittels zumindest eines ersten Führungsschlittens an der ersten X-Achsen-Führungsschiene verschiebbar gelagert ist und mittels zumindest eines weiteren ersten Führungsschlittens an der zweiten X-Achsen-Führungsschiene verschiebbar gelagert ist und wobei die zweite X-Achsen-Verstelleinheit mittels zumindest eines zweiten Führungsschlittens an der ersten X-Achsen-Führungsschiene und gelagert ist und mittels zumindest eines weiteren zweiten Führungsschlittens an der zweiten X-Achsen-Führungsschiene verschiebbar gelagert ist. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme eine einfache und stabile Bauweise der Werkzeugmaschine erreicht werden kann, wodurch die Werkzeugmaschine eine hohe Bearbeitungsgenauigkeit aufweisen kann.

[00103] Vorteilhaft ist auch eine Ausprägung, gemäß welcher vorgesehen sein kann, dass die dritte X-Achsen-Verstelleinheit mittels zumindest eines dritten Führungsschlittens an der ersten X-Achsen-Führungsschiene verschiebbar gelagert ist und mittels zumindest eines weiteren dritten Führungsschlittens an der zweiten X-Achsen-Führungsschiene verschiebbar gelagert ist und dass die vierte X-Achsen-Verstelleinheit mittels zumindest eines vierten Führungsschlittens an der ersten X-Achsen-Führungsschiene verschiebbar gelagert ist und mittels zumindest eines weiteren vierten Führungsschlittens an der zweiten X-Achsen-Führungsschiene verschiebbar gelagert ist. Durch diese Maßnahme kann die Flexibilität der Werkzeugmaschine weiter erhöht werden. Unter weiteren dritten Führungsschlitten werden zusätzliche Führungsschlitten der dritten X-Achsen-Verstelleinheit verstanden. Der Einfachheit bezeichnet hierbei die zu den Führungsschlitten vorstehende Zahl die Zuordnung zu den jeweiligen X-Achsen-Verstelleinheiten.

[00104] Weiters kann vorgesehen sein, dass die einzelnen X-Achsen-Verstelleinheiten jeweils mit vier Führungsschlitten gekoppelt sind, wobei jeweils zwei der Führungsschlitten der jeweiligen X-Achsen-Verstelleinheit an der ersten X-Achsen-Führungsschiene verschiebbar gelagert sind und jeweils zwei der Führungsschlitten der jeweiligen X-Achsen-Verstelleinheit an der zweiten X-Achsen-Führungsschiene verschiebbar gelagert sind.

[00105] Gemäß einer Weiterbildung ist es möglich, dass am Maschinengestell eine dritte X-Achsen-Führungsschiene und eine vierte X-Achsen-Führungsschiene ausgebildet sind, wobei die erste X-Achsen-Führungsschiene, die zweite X-Achsen-Führungsschiene, die dritte X-Achsen-Führungsschiene und die vierte X-Achsen-Führungsschiene jeweils in der Z-Achse zueinander beabstandet am Maschinengestell aufgenommen sind wobei die dritte X-Achsen-Verstelleinheit mittels zumindest eines dritten Führungsschlittens an der dritten X-Achsen-Führungsschiene verschiebbar gelagert ist und mittels zumindest eines weiteren dritten Führungsschlittens an der vierten X-Achsen-Führungsschiene verschiebbar gelagert ist

und dass die vierte X-Achsen-Verstelleinheit mittels zumindest eines vierten Führungsschlittens an der dritten X-Achsen-Führungsschiene verschiebbar gelagert ist und mittels zumindest eines weiteren vierten Führungsschlittens an der vierten X-Achsen-Führungsschiene verschiebbar gelagert ist. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme die einzelnen Arbeitsspindel näher zueinander verschoben werden können, wodurch der mögliche Bearbeitungsbereich der einzelnen Arbeitsspindeln weiter erhöht werden kann.

[00106] Ferner kann es zweckmäßig sein, dass der Werkstücktisch mittels einer ersten Schwenklagerung und einer zweiten Schwenklagerung drehbar am Maschinengestell gelagert ist, wobei die Y-Achsen-Verstelleinheit eine erste Aufnahme aufweist, welche an zumindest einer ersten Y-Achsen-Führungsschiene geführt ist und eine zweite Aufnahme aufweist, welche an zumindest einer zweiten Y-Achsen-Führungsschiene geführt ist, wobei die erste Schwenklagerung an der ersten Aufnahme angeordnet ist und die zweite Schwenklagerung an der zweiten Aufnahme aufgenommen ist. Durch diese Maßnahme kann die notwendige Bewegbarkeit des Werkzeugtisches hinsichtlich deren Schwenkbarkeit und hinsichtlich deren Verstellbarkeit in Richtung der Y-Achse einfach realisiert werden.

[00107] Weiters kann vorgesehen sein, dass die erste Y-Achsen-Führungsschiene am Maschinengestell angeordnet ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass die zweite Y-Achsen-Führungsschiene am Maschinengestell angeordnet ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass an der ersten Aufnahme erste Aufnahme-Führungsschlitten angeordnet sind, welche mit der ersten Y-Achsen-Führungsschiene zusammenwirken. Weiters kann vorgesehen sein, dass an der zweiten Aufnahme zweite Aufnahme-Führungsschlitten angeordnet sind, welche mit einer zweiten Y-Achsen-Führungsschiene zusammenwirken.

[00108] Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass die erste Aufnahme mittels eines ersten Y-Antriebsmotors entlang der vertikalen Y-Achse verschiebbar ist und dass die zweite Aufnahme mittels eines zweiten Y-Antriebsmotors entlang der vertikalen Y-Achse verschiebbar ist. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme eine einfache Verschiebbarkeit des Werkstücktisches erreicht werden kann. Insbesondere kann hierbei vorgesehen sein, dass der erste Y-Antriebsmotor und der zweite Y-Antriebsmotor elektrisch miteinander synchronisiert sind. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der erste Y-Antriebsmotor und der zweite Y-Antriebsmotor synchron zueinander angesteuert sind. Eine Synchronisierung des ersten Y-Antriebsmotors und des zweiten Y-Antriebsmotors kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass für die erste Aufnahme und für die zweite Aufnahme jeweils ein eigenes Weg-Messsystem zur Bestimmung der aktuellen Position der ersten Aufnahme und der zweiten Aufnahme in Y-Richtung ausgebildet ist.

[00109] Weiters kann vorgesehen sein, dass der erste Y-Antriebsmotor mit einer ersten Kugelumlaufspindel gekoppelt ist und dass in der ersten Aufnahme eine erste Spindelmutter angeordnet ist.

[00110] Weiters kann vorgesehen sein, dass der zweite Y-Antriebsmotor mit einer zweiten Kugelumlaufspindel gekoppelt ist und dass in der zweiten Aufnahme eine zweite Spindelmutter angeordnet ist.

[00111] Weiters kann es zweckmäßig sein, wenn die erste Arbeitsspindel und die dritte Arbeitsspindel dem ersten Werkstückaufnahmeplatz zugeordnet sind und die zweite Arbeitsspindel und die vierte Arbeitsspindel dem zweiten Werkstückaufnahmeplatz zugeordnet sind. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme eine effiziente Bearbeitung von zwei Werkstücken erreicht werden kann. Eine derartige Konfiguration ist in Verbindung von vier Arbeitsspindeln mit zwei Werkstückaufnahmeplätzen sinnvoll.

[00112] Ferner kann vorgesehen sein, dass der erste Werkstückaufnahmeplatz einen ersten Drehtisch umfasst, mittels welchem das erste Werkstück um eine normal zur Schwenkachse des Werkstücktisches angeordnete erste Drehachse drehbar gelagert ist und dass der zweite Werkstückaufnahmeplatz einen zweiten Drehtisch umfasst, mittels welchem das zweite Werkstück um eine normal zur Schwenkachse des Werkstücktisches angeordnete zweite Drehachse drehbar gelagert ist. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme die Flexibilität der Werkzeugmaschine weiter verbessert werden kann.

[00113] Weiters kann vorgesehen sein, dass die erste Drehachse und die zweite Drehachse parallel zueinander angeordnet sind.

[00114] Weiters kann vorgesehen sein, dass an der ersten Z-Achsen-Verstelleinheit zwei der ersten Arbeitsspindeln übereinander angeordnet sind und dass an der zweiten Z-Achsen-Verstelleinheit zwei der zweiten Arbeitsspindeln übereinander angeordnet sind. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme die Effizienz der Werkzeugmaschine erhöht werden kann. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die beiden übereinander angeordneten ersten Arbeitsspindeln in einem fixen Abstand zueinander positioniert sind.

[00115] Weiters kann vorgesehen sein, dass der dritte Werkstückaufnahmeplatz einen dritten Drehtisch umfasst, mittels welchem das dritte Werkstück um eine normal zur Schwenkachse des Werkstücktisches angeordnete dritte Drehachse drehbar gelagert ist und dass der vierte Werkstückaufnahmeplatz einen vierten Drehtisch umfasst, mittels welchem das vierte Werkstück um eine normal zur Schwenkachse des Werkstücktisches angeordnete vierte Drehachse drehbar

gelagert ist. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme die Flexibilität der Werkzeugmaschine weiter verbessert werden kann.

[00116] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

[00117] Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

- [00118]** Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Werkzeugmaschine in einer ersten perspektivischen Ansicht;
- [00119]** Fig. 2 das erste Ausführungsbeispiel der Werkzeugmaschine in einer Ansicht von vorne;
- [00120]** Fig. 3 das erste Ausführungsbeispiel der Werkzeugmaschine in einer zweiten perspektivischen Ansicht;
- [00121]** Fig. 4 ein Detail der vier Arbeitsspindeln des ersten Ausführungsbeispiels der Werkzeugmaschine in einer ersten perspektivischen Ansicht;
- [00122]** Fig. 5 ein Detail der vier Arbeitsspindeln des ersten Ausführungsbeispiels der Werkzeugmaschine in einer ersten perspektivischen Ansicht;
- [00123]** Fig. 6 ein Detail einer Werkzeugwechselvorrichtung und eines Werkzeugmagazins des ersten Ausführungsbeispiels der Werkzeugmaschine in einer ersten perspektivischen Ansicht;
- [00124]** Fig. 7 ein Detail der Werkzeugwechselvorrichtung des ersten Ausführungsbeispiels der Werkzeugmaschine in einer ersten perspektivischen Ansicht;
- [00125]** Fig. 8 ein zweites Ausführungsbeispiel einer Werkzeugmaschine in einer ersten perspektivischen Ansicht;
- [00126]** Fig. 9 ein Detail der vier Arbeitsspindeln eines dritten Ausführungsbeispiels der Werkzeugmaschine in einer ersten perspektivischen Ansicht;
- [00127]** Fig. 10 ein Detail der vier X-Achsen-Verstelleinheiten eines vierten Ausführungsbeispiels der Werkzeugmaschine in einer Draufsicht;
- [00128]** Fig. 11 ein Detail der vier X-Achsen-Verstelleinheiten eines fünften Ausführungsbeispiels der Werkzeugmaschine in einer Draufsicht;
- [00129]** Fig. 12 ein Detail eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Aufnahmekammes in einer ersten perspektivischen Ansicht;
- [00130]** Fig. 13 eine schematische Seitenansicht eines sechsten Ausführungsbeispiels einer Werkzeugmaschine;
- [00131]** Fig. 14 ein drittes Ausführungsbeispiel einer Werkzeugmaschine in einer ersten perspektivischen Ansicht.

[00132] Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

[00133] Die Figuren 1 bis 7 zeigen schematische Darstellungen eines ersten Ausführungsbeispiels einer Werkzeugmaschine 1 zur spanabhebenden Bearbeitung von Werkstücken 2, 3 in verschiedenen Ansichten. Die Werkzeugmaschine 1 wird anhand einer Zusammenschau der Figuren 1 bis 7 beschrieben. Es wird darauf hingewiesen, dass der Übersichtlichkeit halber nicht in jede der Figuren alle Bezugszeichen der beschriebenen Bauteile eingetragen sind.

[00134] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Werkzeugmaschine 1 zur spanabhebenden Bearbeitung eines ersten Werkstückes 2 und eines zweiten Werkstückes 3 dient.

[00135] Die Werkzeugmaschine 1 weist ein Maschinengestell 4 auf, welches als Basis für die daran angebauten Bauteile dient.

[00136] Das Maschinengestell 4 ist in Fig. 1 der Übersichtlichkeit halber nur schematisch dargestellt. Es sei jedoch festgehalten, dass das Maschinengestell 4 am Aufstellungsort verankert sein kann. Darüber hinaus kann das Maschinengestell 4 natürlich zur Aufnahme sämtlicher Bauteile der Werkzeugmaschine 1 dienen. Das Maschinengestell 4 selbst kann auch mehrere Bauteile umfassen.

[00137] Weiters kann vorgesehen sein, dass die Werkzeugmaschine 1 eine erste Arbeitsspindel 5 und eine zweite Arbeitsspindel 6 umfasst. Die erste Arbeitsspindel 5 kann um eine erste Spindelachse 7 drehbar gelagert sein. Die zweite Arbeitsspindel 6 kann um eine zweite Spindelachse 8 drehbar gelagert sein.

[00138] Weiters kann vorgesehen sein, dass die erste Arbeitsspindel 5 und die zweite Arbeitsspindel 6 einzeln und unabhängig voneinander in einer Z-Achse 9 und in einer X-Achse 10 relativ zum Maschinengestell 4 verstellbar an diesem aufgenommen sind. Weiters kann vorgesehen sein, dass die erste Arbeitsspindel 5 und die zweite Arbeitsspindel 6 in einer im rechten Winkel zur Z-Achse 9 und X-Achse 10 angeordneten Y-Achse 11 relativ zum Maschinengestell 4 in einer fixen Höhe positioniert sind.

[00139] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Z-Achse 9 horizontal angeordnet ist. Die Z-Achse 9 kann parallel zur ersten Spindelachse 7 und zur zweiten Spindelachse 8 angeordnet sein. Weiters kann vorgesehen sein, dass die X-Achse 10 ebenfalls horizontal angeordnet ist. Die X-Achse 10 kann im rechten Winkel zur Z-Achse 9 angeordnet sein. Weiters kann vorgesehen sein, dass die Y-Achse 11 vertikal ausgerichtet ist.

[00140] Wie aus Fig. 1 weiters ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass eine dritte Arbeitsspindel 12 ausgebildet ist, welche um eine dritte Spindelachse 13 drehbar angeordnet ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass eine vierte Arbeitsspindel 14 ausgebildet ist, welche um eine vierte Spindelachse 15 drehbar angeordnet ist.

[00141] Weiters kann vorgesehen sein, dass die einzelnen Arbeitsspindeln 5, 6, 12, 14 jeweils zur Aufnahme eines Bearbeitungswerkzeugs 16 dienen mittels welchem die Werkstücke 2, 3 bearbeitet werden können.

[00142] Weiters kann vorgesehen sein, dass die erste Arbeitsspindel 5 mittels einer ersten X-Achsen-Verstelleinheit 17 entlang der X-Achse 10 verschiebbar ausgebildet ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass die zweite Arbeitsspindel 6 mittels einer zweiten X-Achsen-Verstelleinheit 18 entlang der X-Achse 10 verschiebbar ausgebildet ist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die erste X-Achsen-Verstelleinheit 17 und die zweite X-Achsen-Verstelleinheit 18 unabhängig voneinander entlang der X-Achse 10 verschiebbar sind.

[00143] Wie besonders gut aus Fig. 4 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass eine erste X-Achsen-Führungsschiene 19 und eine zweite X-Achsen-Führungsschiene 20 ausgebildet sind, welche am Maschinengestell 4 angeordnet sind.

[00144] Weiters kann vorgesehen sein, dass an der ersten X-Achsen-Verstelleinheit 17 mehrere erste Führungsschlitten 21 angeordnet sind. Einzelne der ersten Führungsschlitten 21 können hierbei an der ersten X-Achsen-Führungsschiene 19 geführt sein und einzelne der ersten Führungsschlitten 21 können an der zweiten X-Achsen-Führungsschiene 20 geführt sein.

[00145] Insbesondere kann in Fig. 5 vorgesehen sein, dass zwei der ersten Führungsschlitten 21 ausgebildet sind, welche mit der ersten X-Achsen-Führungsschiene 19 zusammenwirken und zwei der ersten Führungsschlitten 21 ausgebildet sind, welche mit der zweiten X-Achsen-Führungsschiene 20 zusammenwirken.

[00146] Weiters kann vorgesehen sein, dass an der zweiten X-Achsen-Verstelleinheit 18 meh-

rere zweite Führungsschlitten 22 angeordnet sind. Einzelne der zweiten Führungsschlitten 22 können hierbei an der ersten X-Achsen-Führungsschiene 19 geführt sein und einzelne der zweiten Führungsschlitten 22 können an der zweiten X-Achsen-Führungsschiene 20 geführt sein.

[00147] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass zwei der zweiten Führungsschlitten 22 ausgebildet sind, welche mit der ersten X-Achsen-Führungsschiene 19 zusammenwirken und zwei der zweiten Führungsschlitten 22 ausgebildet sind, welche mit der zweiten X-Achsen-Führungsschiene 20 zusammenwirken.

[00148] Wie aus den einzelnen Figuren ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass in diesem ersten Ausführungsbeispiel der Werkzeugmaschine 1 die erste Arbeitsspindel 5 und die dritte Arbeitsspindel 12 gemeinsam an der ersten X-Achsen-Verstelleinheit 17 angeordnet sind und somit gemeinsam entlang der X-Achse 10 verstellbar sind.

[00149] Weiters kann vorgesehen sein, dass die zweite Arbeitsspindel 6 und die vierte Arbeitsspindel 14 gemeinsam an der zweiten X-Achsen-Verstelleinheit 18 angeordnet sind und somit gemeinsam entlang der X-Achse 10 verschiebbar sind.

[00150] Wie besonders gut aus Fig. 5 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die erste X-Achsen-Verstelleinheit 17 mit einer ersten X-Achsen-Antriebseinheit 23 gekoppelt ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass die zweite X-Achsen-Verstelleinheit 18 mit einer zweiten X-Achsen-Antriebseinheit 24 gekoppelt ist. Die erste X-Achsen-Antriebseinheit 23 und die zweite X-Achsen-Antriebseinheit 24 können zum Verschieben bzw. Positionieren der ersten X-Achsen-Verstelleinheit 17 bzw. der zweiten X-Achsen-Verstelleinheit 18 entlang der X-Achse 10 dienen. Somit können die erste X-Achsen-Verstelleinheit 17 und die zweite X-Achsen-Verstelleinheit 18 einzeln und unabhängig voneinander entlang der X-Achse 10 verschoben werden.

[00151] Wie besonders gut aus Fig. 4 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die erste Arbeitsspindel 5 mittels einer ersten Z-Achsen-Verstelleinheit 25 in der Z-Achse 9 verschiebbar an der ersten X-Achsen-Verstelleinheit 17 aufgenommen ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass die zweite Arbeitsspindel 6 mittels einer zweiten Z-Achsen-Verstelleinheit 26 in Richtung der Z-Achse 9 verschiebbar an der zweiten X-Achsen-Verstelleinheit 18 aufgenommen ist.

[00152] Weiters kann vorgesehen sein, dass die dritte Arbeitsspindel 12 mittels einer dritten Z-Achsen-Verstelleinheit 27 verschiebbar an der ersten X-Achsen-Verstelleinheit 17 aufgenommen ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass die vierte Spindel 14 mittels einer vierten Z-Achsen-Verstelleinheit 28 entlang der Z-Achse 9 verschiebbar an der zweiten X-Achsen-Verstelleinheit 18 aufgenommen ist.

[00153] Weiters kann vorgesehen sein, dass die erste Z-Achsen-Verstelleinheit 25 mittels einer ersten Z-Achsen-Führung 29 an der ersten Z-Achsen-Verstelleinheit 17 gelagert ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass die zweite Z-Achsen-Verstelleinheit 26 mittels einer zweiten Z-Achsen-Führung 30 an der zweiten X-Achsen-Verstelleinheit 18 gelagert ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass die dritte Z-Achsen-Verstelleinheit 27 mittels einer dritten Z-Achsen-Führung 31 an der ersten X-Achsen-Verstelleinheit 17 gelagert ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass die vierte Z-Achsen-Verstelleinheit 28 mittels einer vierten Z-Achsen-Führung 32 an der zweiten X-Achsen-Verstelleinheit 18 gelagert ist.

[00154] Die einzelnen Z-Achsen-Führungen 29, 30, 31, 32 können jeweils Führungsschienen aufweisen, welche an der ersten X-Achsen-Verstelleinheit 17 bzw. an der zweiten X-Achsen-Verstelleinheit 18 angeordnet sind und können Führungsschlitten aufweisen, welche jeweils an der Z-Achsen-Verstelleinheit 25, 26, 27, 28 angeordnet sind.

[00155] Weiters kann vorgesehen sein, dass die erste Z-Achsen-Verstelleinheit 25 mittels einer ersten Z-Achsen-Antriebseinheit 33 relativ zur ersten X-Achsen-Verstelleinheit 17 verstellbar ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass die zweite Z-Achsen-Verstelleinheit 26 mittels einer zweiten Z-Achsen-Antriebseinheit 34 relativ zur zweiten X-Achsen-Verstelleinheit 18 verstellbar ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass die dritte Z-Achsen-Verstelleinheit 27 mittels einer dritten Z-Achsen-Antriebseinheit 35 relativ zur ersten X-Achsen-Verstelleinheit 17 verstellbar ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass die vierte Z-Achsen-Verstelleinheit 28 mittels einer vierten Z-Achsen-

Antriebseinheit 36 relativ zur zweiten X-Achsen-Verstelleinheit 18 verstellbar ist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die einzelnen Arbeitsspindeln 5, 6, 12, 14 mittels der einzelnen Z-Achsen-Antriebseinheiten 33, 34, 35, 36 einzelnen und unabhängig voneinander entlang der Z-Achse 9 verschiebbar sind.

[00156] Weiters kann vorgesehen sein, dass die einzelnen Arbeitsspindeln 5, 6, 12, 14 einzeln und unabhängig voneinander jeweils mittels einer Schwenklagerung 37 um die Y-Achse 11 schwenkbar ausgebildet sein können. Dadurch kann die Flexibilität der Werkzeugmaschine 1 weiter erhöht werden.

[00157] Wie aus den einzelnen Fig. 1 bis 5 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass im ersten Ausführungsbeispiel der Werkzeugmaschine 1 die einzelnen Arbeitsspindeln 5, 6, 12, 14 nicht entlang der Y-Achse 11 verschiebbar sind. Anstatt dessen können die einzelnen Arbeitsspindeln 5, 6, 12, 14 alle auf einer gemeinsamen Höhe angeordnet sein.

[00158] Wie aus Fig. 1 besonders gut ersichtlich, kann weiters vorgesehen sein, dass eine Werkstückspannvorrichtung 38 ausgebildet ist, welche zur Aufnahme des ersten Werkstückes 2 und des zweiten Werkstückes 3 dient.

[00159] Die Werkstückspannvorrichtung 38 kann einen Werkstücktisch 39 aufweisen. Der Werkstücktisch 39 kann einen ersten Werkstückaufnahmeplatz 59 und einen zweiten Werkstückaufnahmeplatz 60 aufweisen.

[00160] Weiters kann vorgesehen sein, dass eine Y-Achsen-Verstelleinheit 58 ausgebildet sein, mittels welcher der Werkstücktisch 39 entlang der Y-Achse 11 verschiebbar sein kann.

[00161] Der Werkstücktisch 39 kann um eine erste Schwenkachse 40 relativ zum Maschinengestell 4 schwenkbar gelagert sein. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die erste Schwenkachse 40 parallel zur X-Achse 10 angeordnet ist.

[00162] Weiters kann vorgesehen sein, dass eine erste Schwenklagerung 41 und eine zweite Schwenklagerung 42 ausgebildet sind, mittels welcher der Werkstücktisch 39 um die erste Schwenkachse 40 schwenkbar am Maschinengestell 4 aufgenommen ist.

[00163] Weiters kann vorgesehen sein, dass die erste Schwenklagerung 41 mit einer ersten Aufnahme 43 gekoppelt ist, wobei die erste Aufnahme 43 entlang der Y-Achse 11 verschiebbar am Maschinengestell 4 aufgenommen sein kann. Weiters kann vorgesehen sein, dass die zweite Schwenklagerung 42 mit einer zweiten Aufnahme 44 gekoppelt ist, wobei die zweite Aufnahme 44 entlang der Y-Achse 11 verschiebbar am Maschinengestell 4 aufgenommen sein kann. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass an der ersten Aufnahme 43 erste Aufnahme-Führungsschlitten 45 angeordnet sind, welche mit einer ersten Y-Achsen-Führungsschiene 46 zusammenwirken.

[00164] Die erste Y-Achsen-Führungsschiene 46 kann am Maschinengestell 4 angeordnet sein. Weiters kann vorgesehen sein, dass an der zweiten Aufnahme 44 zweite Aufnahme-Führungsschlitten 47 angeordnet sind, welche mit einer zweiten Y-Achsen-Führungsschiene 48 zusammenwirken. Die zweite Y-Achsen-Führungsschiene 48 kann am Maschinengestell 4 angeordnet sein. Weiters kann vorgesehen sein, dass ein erster Y-Antriebsmotor 49 ausgebildet ist, mittels welchem die erste Aufnahme 43 entlang der Y-Achse 11 verschiebbar ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass ein zweiter Y-Antriebsmotor 50 ausgebildet ist, mittels welchem die zweite Aufnahme 44 entlang der Y-Achse 11 verschiebbar ist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der erste Y-Antriebsmotor 49 und der zweite Y-Antriebsmotor 50 synchron zueinander betrieben werden, sodass die erste Schwenkachse 40 immer parallel zur X-Achse 10 liegt.

[00165] Weiters kann vorgesehen sein, dass zumindest ein Schwenkmotor 51 ausgebildet ist, mittels welchem der Werkstücktisch 39 um die erste Schwenkachse 40 geschwenkt werden kann. Der Schwenkmotor 51 kann an einer der beiden Schwenklagerungen 41, 42 angeordnet sein. Weiters kann auch vorgesehen sein, dass an einer der Schwenklagerungen 41, 42 zwei der Schwenkmotoren 51 ausgebildet sind.

[00166] Weiters kann auch vorgesehen sein, dass an jeder der Schwenklagerungen 41, 42 je-

weils ein Schwenkmotor 51 oder zwei der Schwenkmotoren 51 angeordnet sind.

[00167] Wie in Fig. 3 schematisch dargestellt, kann vorgesehen sein, dass ein Handlingsystem 99 ausgebildet ist, mittels welchem die einzelnen Aufnahmekämme 67, 68, 74, 75 mitsamt der darin aufgenommenen Bearbeitungswerkzeuge 16 in die Werkzeugmaschine 1 eingesetzt werden können bzw. aus dieser entnommen werden können. Somit kann durch diese Maßnahme der Werkzeugspeicher erweitert werden. Das Handlingsystem 99 kann beispielsweise ein Fahrerloses Transportfahrzeug umfassen, mittels welchem die Aufnahmekämme 67, 68, 74, 75 über weite Distanzen innerhalb einer Fertigungshalle transportiert werden können. In einer alternative ist es natürlich auch denkbar, dass die Bearbeitungswerkzeuge 16 direkt mittels des Handlingsystems 99 manipuliert bzw. in diesem aufgenommen werden.

[00168] Ein Beladen der Werkzeugmaschine 1 mit Aufnahmekämmen 67, 68, 74, 75 bzw. Bearbeitungswerkzeugen 16 kann hierbei, wie aus Fig. 3 ersichtlich, von der Rückseite erfolgen. Weiters ist es auch denkbar, dass die Werkzeugmaschine 1 mittels des Handlingsystems 99 von der Seite oder von oben beladen wird.

[00169] Weiters kann vorgesehen sein, dass der erste Werkstückaufnahmeplatz 59 am Werkstücktisch 39 einen ersten Drehtisch 52 umfasst, welcher um eine erste Drehachse 53 drehbar am Werkstücktisch 39 aufgenommen sein kann. Weiters kann vorgesehen sein, dass der zweite Werkstückaufnahmeplatz 60 am Werkstücktisch 39 einen zweiten Drehtisch 54 umfasst, welcher um eine zweite Drehachse 55 drehbar am Werkstücktisch 39 angeordnet sein kann. Der erste Drehtisch 52 kann zur Aufnahme des ersten Werkstückes 2 dienen. Der zweite Drehtisch 54 kann zur Aufnahme des zweiten Werkstückes 3 dienen. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der ersten Drehtisch 52 und der zweite Drehtisch 54 einzelnen und unabhängig voneinander um die jeweilige Drehachse 53, 54 drehbar am Werkstücktisch 39 angeordnet sind. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der erste Drehtisch 52 von einem ersten Drehmotor 56 angetrieben wird. Weiters kann vorgesehen sein, dass der zweite Drehtisch 54 von einem zweiten Drehmotor 57 angetrieben wird.

[00170] Wie aus Fig. 1 weiters ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die erste Arbeitsspindel 5 und die dritte Arbeitsspindel 12 dem ersten Drehtisch 52 zugeordnet sind und dass die zweite Arbeitsspindel 6 und die vierte Arbeitsspindel 14 dem zweiten Drehtisch 54 zugeordnet sind.

[00171] In einem weiteren, nicht dargestellten Ausführungsbeispiel kann auch vorgesehen sein, dass am Werkstücktisch 39 neben dem ersten Drehtisch 52 und dem zweiten Drehtisch 54 noch ein dritter Drehtisch und ein vierter Drehtisch ausgebildet sind. Jeder der Drehtische kann zur Aufnahme eines Werkstückes dienen. Somit kann jede der Arbeitsspindeln 5, 6, 12, 14 einem eigenen Drehtisch zugeordnet sein.

[00172] Wie aus Fig. 1 ersichtlich, kann außerdem eine Werkzeugwechselvorrichtung 61 zum Wechsel der Bearbeitungswerkzeuge 16 vorgesehen sein. Weiters kann ein Werkzeugmagazin 62 zur Aufnahme und zum Zwischenlagern der Bearbeitungswerkzeuge 16 vorgesehen sein.

[00173] Das Werkzeugmagazin 62 dient insbesondere zum Bereitstellen und zum Speichern von unterschiedlichen Bearbeitungswerkzeugen 16 für unterschiedliche Bearbeitungsvorgänge.

[00174] Wie besonders gut aus Fig. 6 ersichtlich, können im Werkzeugmagazin 62 mehrere Speicherebenen 63 mit jeweils mehreren Werkzeugaufnahmeplätzen 64, 65 ausgebildet sein. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass eine Speicherebene 63 sich dadurch kennzeichnet, dass alle Werkzeugaufnahmeplätze 64, 65 einer Speicherebene 63 auf einer gemeinsamen Höhe bezüglich der Y-Achse 11 liegen.

[00175] Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 ist der Einfachheit halber nur eine Speicherebene 63 dargestellt.

[00176] Wie aus Fig. 6 weiters ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die Werkzeugaufnahmeplätze 64, 65 parallel zur horizontalen Z-Achse 9 ausgerichtet sind, wobei die Bearbeitungswerkzeuge 16 parallel zur horizontalen Z-Achse 9 ausgerichtet im Werkzeugmagazin 62 aufnehmbar sind. Weiters können die einzelnen Werkzeugaufnahmeplätze 64, 65 in der horizontalen X-Achse

10 zueinander beabstandet nebeneinander angeordnet sein.

[00177] Wie besonders gut aus Fig. 6 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass im Werkzeugmagazin 62 in der Z-Achse 9 versetzt mehrere Werkzeugaufnahmeplätze 64, 65 hintereinander angeordnet sind. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der erste Werkzeugaufnahmeplatz 64 und der zweite Werkzeugaufnahmeplatz 65 in einem Abstand zueinander angeordnet sind. Weiters kann vorgesehen sein, dass mehrere der ersten Werkzeugaufnahmeplätze 64 der horizontalen X-Achse 10 zueinander beabstandet nebeneinander angeordnet sind. Weiters kann vorgesehen sein, dass mehrere der zweiten Werkzeugaufnahmeplätze 65 in der horizontalen X-Achse 10 zueinander beabstandet nebeneinander angeordnet sind.

[00178] Wie besonders gut aus Fig. 6 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass das Werkzeugmagazin 62 einen ersten Aufnahmekamm 67 und einen zweiten Aufnahmekamm 68 umfasst.

[00179] Der erste Aufnahmekamm 67 und der zweite Aufnahmekamm 68 können jeweils zur Aufnahme von verschiedenen Bearbeitungswerkzeugen 16 ausgebildet sein. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der erste Aufnahmekamm 67 eine Quererstreckung in der X-Achse 10 aufweist. Hierbei können im ersten Aufnahmekamm 67 im Abstand 66 entlang der X-Achse 10 mehrere erste Aufnahmemulden 69 angeordnet sein. Jede der ersten Aufnahmemulden 69 kann zur Aufnahme eines der Bearbeitungswerkzeuge 16 dienen. Weiters kann vorgesehen sein, dass im zweiten Aufnahmekamm 68 mehrere zweite Aufnahmemulden 70 vorgesehen sind, wobei die einzelnen zweiten Aufnahmemulden 70 ebenfalls in einem Abstand 66 in entlang der X-Achse 10 zueinander aufgenommen sind.

[00180] Weiters kann vorgesehen sein, dass der erste Aufnahmekamm 67 und der zweite Aufnahmekamm 68 entlang der Z-Achse 9 verschiebbar an der Werkzeugmaschine 1 aufgenommen sind. Durch diese Maßnahme kann eine erste Längserstreckung 71 des ersten Werkzeugaufnahmeplatzes 64 und eine zweite Längserstreckung 72 des zweiten Werkzeugaufnahmeplatzes 65 variiert bzw. eingestellt werden.

[00181] Insbesondere kann durch diese Maßnahme erreicht werden, dass die erste Längserstreckung 71 des ersten Werkzeugaufnahmeplatzes 64 an eine Werkzeuglänge 73 der aufzunehmenden Bearbeitungswerkzeuge 16 angepasst werden kann. Weiters kann durch diese Maßnahme die zweite Längserstreckung 72 des zweiten Werkzeugaufnahmeplatzes 65 an die Werkzeuglänge 73 der aufzunehmenden Bearbeitungswerkzeuge 16 angepasst werden.

[00182] Die Einstellung kann hierbei so erfolgen, dass die erste Längserstreckung 71 des ersten Werkzeugaufnahmeplatzes 64 an die Werkzeuglänge 73 des längsten der aufzunehmenden Bearbeitungswerkzeuge 16 angepasst ist. Die zweite Längserstreckung 72 des zweiten Werkzeugaufnahmeplatzes 65 kann natürlich ebenfalls an die Werkzeuglänge 73 des längsten der im zweiten Werkzeugaufnahmeplatzes 65 aufzunehmenden Bearbeitungswerkzeuges 16 angepasst sein. In den Figuren sind pro Werkzeugaufnahmeplatz 64, 65 exemplarisch Bearbeitungswerkzeuge 16 mit gleicher Werkzeuglänge 73 dargestellt. Natürlich kann vorgesehen sein, dass pro Werkzeugaufnahmeplatz 64, 65 nebeneinander unterschiedliche Bearbeitungswerkzeuge 16 mit unterschiedlichen Werkzeuglängen 73 aufgenommen werden.

[00183] Weiters kann auch vorgesehen sein, dass einzelne der Bearbeitungswerkzeuge 16 eine Werkzeuglänge 73 aufweisen, welche sich über mehrere der Werkzeugaufnahmeplätze 64, 65 erstreckt. Hierbei kann beispielsweise vorgesehen sein, dass der erste Aufnahmekamm 67 und der zweite Aufnahmekamm 68 derart ausgebildet bzw. angeordnet sind, dass die ersten Aufnahmemulden 69 und die zweiten Aufnahmemulden 70 fluchtend hintereinander angeordnet sind. Ein einzelnes Bearbeitungswerkzeug 16 mit einer übermäßig großen Werkzeuglänge 73 kann hierbei in einer der ersten Aufnahmemulden 69 aufgenommen sein und sich über die damit korrespondierende zweite Aufnahmemulde 70 hinaus erstrecken. Hierbei muss natürlich berücksichtigt werden, dass die entsprechende zweite Aufnahmemulde 70 frei von Bearbeitungswerkzeugen 16 bleibt.

[00184] Wie aus Fig. 6 weiters ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass neben dem ersten Aufnahmekamm 67 ein dritter Aufnahmekamm 74 ausgebildet ist. Der dritte Aufnahmekamm 74 kann

in Erstreckung der X-Achse 10 neben dem ersten Aufnahmekamm 67 angeordnet sein. Weiters kann vorgesehen sein, dass ein vierter Aufnahmekamm 75 ausgebildet ist, wobei der vierte Aufnahmekamm 75 in Erstreckung der X-Achse 10 neben dem zweiten Aufnahmekamm 68 angeordnet sein kann.

[00185] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der vierte Aufnahmekamm 75 in der Z-Achse 9 beabstandet zum dritten Aufnahmekamm 74 angeordnet ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass der dritte Aufnahmekamm 74 in der X-Achse 10 zueinander beabstandet dritte Aufnahmemulden 76 zur Aufnahme jeweils eines der Bearbeitungswerkzeuge 16 aufweist. Weiters kann vorgesehen sein, dass der vierte Aufnahmekamm 75 vierte Aufnahmemulden 77 aufweist. Die vierten Aufnahmemulden 77 können ebenfalls in der X-Achse 10 zueinander beabstandet angeordnet sein.

[00186] Der dritte Aufnahmekamm 74 und der vierte Aufnahmekamm 75 können ebenfalls einzeln und unabhängig voneinander in der Z-Achse 9 verschiebbar an der Werkzeugmaschine 1 aufgenommen sein, sodass die entsprechende Längserstreckung des Werkzeugaufnahmeplatzes an die aufzunehmenden Bearbeitungswerkzeuge 16 angepasst werden kann.

[00187] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Werkzeugwechselvorrichtung 61 oder das Handlingsystem 99 zum Positionieren der Aufnahmekämme 67, 68, 74, 75 in der Z-Achse 9 verwendet wird.

[00188] Wie aus Fig. 6 weiters ersichtlich, kann natürlich auch vorgesehen sein, dass neben dem ersten Aufnahmekamm 67 und dem dritten Aufnahmekamm 74 in Richtung der X-Achse 10 beabstandet weitere Aufnahmekämme vorgesehen sind. Weiters kann auch vorgesehen sein, dass hinter dem ersten Aufnahmekamm 67 und dem zweiten Aufnahmekamm 68 weitere Aufnahmekämme vorgesehen sind. Diese weiteren Aufnahmekämme können mutatis mutandis zu den bereits beschriebenen Aufnahmekämmen ebenfalls Aufnahmemulden aufweisen und ebenfalls in der Z-Achse 9 verschiebbar im Werkzeugmagazin 62 angeordnet sein.

[00189] Weiters kann vorgesehen sein, dass im Werkzeugmagazin 62 eine Kammaufnahme 78 ausgebildet ist, welche zur Aufnahme der einzelnen Aufnahmekämme 67, 68, 74, 75 dient. Die Kammaufnahme 78 ist in Fig. 6 der Übersichtlichkeit halber ausgeblendet.

[00190] Wie besonders gut aus Fig. 7 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die Werkzeugwechselvorrichtung 61 eine erste Greifvorrichtung 79 umfasst. Die erste Greifvorrichtung 79 kann eine erste Greifeinheit 80 und eine zweite Greifeinheit 81 aufweisen. Die erste Greifeinheit 80 und die zweite Greifeinheit 81 können bezüglich der X-Achse 10 in einem ersten Greifeinheitenabstand 82 zueinander beabstandet angeordnet sein.

[00191] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der erste Greifeinheitenabstand 82 gleich dem Abstand 66 der einzelnen Aufnahmemulden 69, 70 oder einem Vielfachen des Abstandes 66 der einzelnen Aufnahmemulden 69, 70 beträgt.

[00192] Weiters kann vorgesehen sein, dass die erste Greifvorrichtung 79 der ersten Arbeitsspindel 5 zugeordnet ist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass mittels der ersten Greifeinheit 80 ein erstes der Bearbeitungswerkzeuge 16, welches in der ersten Arbeitsspindel 5 gespannt ist, entnommen werden kann und anschließend ein in der zweiten Greifeinheit 81 aufgenommenes zweites der Bearbeitungswerkzeuge 16 in die erste Arbeitsspindel 5 eingesetzt wird.

[00193] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die erste Greifeinheit 80 und die zweite Greifeinheit 81 derart ausgerichtet sind, dass die Bearbeitungswerkzeuge 16 parallel zur Z-Achse 9 ausgerichtet in der jeweiligen Greifeinheit 80, 81 aufgenommen werden können.

[00194] Weiters kann vorgesehen sein, dass am Greifvorrichtungsträger 83 eine zweite Greifvorrichtung 84 aufgenommen ist, welche eine dritte Greifeinheit 85 und eine vierte Greifeinheit 86 aufweist. Die dritte Greifeinheit 85 und die vierte Greifeinheit 86 können hierbei bezüglich der X-Achse 10 in einem zweiten Greifeinheitenabstand 87 zueinander beabstandet angeordnet sein. Die Funktion bzw. die Abmaße der zweiten Greifvorrichtung 84 können mutatis mutandis zur ersten Greifvorrichtung 79 ausgebildet sein. Weiters kann vorgesehen sein, dass die zweite Greif-

vorrichtung 84 der zweiten Arbeitsspindel 6 zugeordnet ist.

[00195] Weiters kann vorgesehen sein, dass die erste Greifvorrichtung 79 und die zweite Greifvorrichtung 84 in einem Greifvorrichtungsabstand 88 zueinander angeordnet sind.

[00196] Weiters kann vorgesehen sein, dass am Greifvorrichtungsträger 83 eine dritte Greifvorrichtung 89 und eine vierte Greifvorrichtung 90 angeordnet sind. Die dritte Greifvorrichtung 89 kann der dritten Arbeitsspindel 12 zugeordnet sein. Die vierte Greifvorrichtung 90 kann der vierten Arbeitsspindel 14 zugeordnet sein. Die dritte Greifvorrichtung 89 bzw. die vierte Greifvorrichtung 90 können mutatis mutandis zur ersten Greifvorrichtung 79 ausgebildet sein und ebenfalls jeweils zwei Greifeinheiten aufweisen.

[00197] Wie aus Fig. 7 weiters ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die Werkzeugwechselvorrichtung 61 einen Greifvorrichtungskopf 91 aufweist. Der Greifvorrichtungsträger 83 kann entlang der X-Achse 10 verschiebbar am Greifvorrichtungskopf 91 angeordnet sein. Insbesondere kann hierbei vorgesehen sein, dass der Greifvorrichtungsträger 83 mit einer Greifvorrichtungsträgerschiene 92 gekoppelt ist, welche verschiebbar in einem Greifvorrichtungskopfschlitten 93 aufgenommen ist. Der Greifvorrichtungskopfschlitten 93 kann hierbei am Greifvorrichtungskopf 91 angeordnet sein. Weiters kann vorgesehen sein, dass ein Greifvorrichtungsträgerverstellmotor 94 ausgebildet ist, mittels welchem der Greifvorrichtungsträger 83 relativ zum Greifvorrichtungskopf 91 verschiebbar ist.

[00198] Weiters kann vorgesehen sein, dass der Greifvorrichtungskopf 91 in der Y-Achse 11 verschiebbar an einer Greifvorrichtungs-Höhenverstellaufnahme 95 angeordnet ist. Zwischen dem Greifvorrichtungskopf 91 und der Greifvorrichtungs-Höhenverstellaufnahme 95 kann ebenfalls ein Führungssystem ausgebildet sein. Weiters kann vorgesehen sein, dass ein Greifvorrichtungshauptträger 96 ausgebildet ist, welcher sich entlang der Z-Achse 9 erstreckt. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Greifvorrichtungs-Höhenverstellaufnahme 95 in der Z-Achse 9 verschiebbar am Greifvorrichtungshauptträger 96 aufgenommen ist. Zur Verschiebung der Greifvorrichtungs-Höhenverstellaufnahme 95 in der Z-Achse 9 relativ zum Greifvorrichtungshauptträger 96 kann ebenfalls ein Antrieb ausgebildet sein.

[00199] Zwischen dem Greifvorrichtungshauptträger 96 und der Greifvorrichtungs-Höhenverstellaufnahme 95 kann ebenfalls ein Führungssystem ausgebildet sein.

[00200] Weiters kann vorgesehen sein, dass der Greifvorrichtungshauptträger 96 mittels einer ersten Halterung 97 bzw. mittels einer zweiten Halterung 98 am Maschinengestell 4 aufgenommen ist.

[00201] Wie in Fig. 6 schematisch dargestellt, kann vorgesehen sein, dass ein Handlingsystem 99 ausgebildet ist, mittels welchem die einzelnen Aufnahmekämme 67, 68, 74, 75 mitsamt der darin aufgenommenen Bearbeitungswerkzeuge 16 in die Werkzeugmaschine 1 eingesetzt werden können bzw. aus dieser entnommen werden können. Somit kann durch diese Maßnahme der Werkzeugspeicher erweitert werden.

[00202] In der Fig. 8 ist eine zweite und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsform der Werkzeugmaschine 1 gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Figuren 1 bis 7 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in den vorangegangenen Figuren 1 bis 7 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

[00203] Wie aus Fig. 8 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass neben der ersten Arbeitsspindel 5 und der zweiten Arbeitsspindel 6 keine weiteren Arbeitsspindeln vorgesehen sind. Der grundsätzliche Aufbau der Werkzeugmaschine 1 kann entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel der Werkzeugmaschine 1 ausgestaltet sein, wobei an dieser Stelle auf die Beschreibung der Details des ersten Ausführungsbeispiels der Werkzeugmaschine 1 verwiesen wird.

[00204] In diesem zweiten Ausführungsbeispiel der Werkzeugmaschine 1 kann ein weiterer Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel der Werkzeugmaschine 1 sein, dass die Werkzeugwechselvorrichtung 61 nur die erste Greifvorrichtung 79 und die zweite Greifvorrichtung 84 um-

fasst.

[00205] In der Fig. 9 ist eine zweite und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsform der Werkzeugmaschine 1 gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Figuren 1 bis 7 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in den vorangegangenen Figuren 1 bis 7 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

[00206] In Fig. 9 sind der Übersichtlichkeit halber nur die einzelnen Arbeitsspindeln 5, 6, 12, 14 mitsamt den jeweils zugehörigen X-Achsen-Verstelleinheiten 17, 18, 100, 101 dargestellt, wobei der restliche Aufbau der Werkzeugmaschine 1 gleich sein kann, wie dies im ersten Ausführungsbeispiel dargestellt und beschrieben ist.

[00207] Wie aus Fig. 9 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die dritte Arbeitsspindel 12 an einer dritten X-Achsen-Verstelleinheit 100 angeordnet ist. Weiters kann vorgesehen sein, dass die vierte Arbeitsspindel 14 an einer vierten X-Achsen-Verstelleinheit 101 angeordnet ist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die dritte X-Achsen-Verstelleinheit 100 dritte Führungsschlitten 102 aufweist mittels welcher die dritte X-Achsen-Verstelleinheit 100 mit der ersten X-Achsen-Führungsschiene 19 bzw. mit der zweiten X-Achsen-Führungsschiene 20 verschiebbar gekoppelt sind.

[00208] Weiters kann vorgesehen sein, dass die vierte X-Achsen-Verstelleinheit 101 vierte Führungsschlitten 103 aufweist, mittels welchen die vierte X-Achsen-Verstelleinheit 101 mit der ersten X-Achsen-Führungsschiene 19 bzw. mit der zweiten X-Achsen-Führungsschiene 20 in Richtung der X-Achse 10 verschiebbar gekoppelt ist.

[00209] Bei diesem Ausführungsbeispiel können die erste Arbeitsspindel 5, die zweite Arbeitsspindel 6, die dritte Arbeitsspindel 12 und die vierte Arbeitsspindel 14 einzeln und unabhängig voneinander in Richtung der X-Achse 10 verschoben werden. Natürlich kann bei diesem dritten Ausführungsbeispiel vorgesehen sein, dass jede der X-Achsen-Verstelleinheiten 17, 18, 100, 101 mit einem einzelnen Antrieb versehen ist.

[00210] In der Fig. 10 ist eine zweite und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsform der Werkzeugmaschine 1 gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Figuren 1 bis 9 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in den vorangegangenen Figuren 1 bis 9 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

[00211] In Fig. 10 sind der Übersichtlichkeit halber nur die einzelnen X-Achsen-Verstelleinheiten 17, 18, 100, 101 dargestellt, wobei der restliche Aufbau der Werkzeugmaschine 1 gleich sein kann, wie dies im ersten Ausführungsbeispiel dargestellt und beschrieben ist.

[00212] Fig. 10 zeigt in einer schematischen Draufsicht ein viertes Ausführungsbeispiel einer Konfiguration der X-Achsen-Verstelleinheiten 17, 18, 100, 101.

[00213] Wie aus Fig. 10 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass eine dritte X-Achsen-Führungsschiene 104 und eine vierte X-Achsen-Führungsschiene 105 ausgebildet sind. Die dritte X-Achsen-Führungsschiene 104 und die vierte X-Achsen-Führungsschiene 105 können parallel zur ersten X-Achsen-Führungsschiene 19 und zur zweiten X-Achsen-Führungsschiene 20 angeordnet sein. Weiters kann vorgesehen sein, dass die ersten Führungsschlitten 21 der ersten X-Achsen-Verstelleinheit 17 und die dritten Führungsschlitten 102 der dritten X-Achsen-Verstelleinheit 100 entsprechend dem Versatz der X-Achsen-Führungsschienen bezüglich der Z-Achse 9 versetzt zueinander angeordnet sind. Die dritten Führungsschlitten 102 können hierbei an der dritten X-Achsen-Führungsschiene 104 bzw. an der vierten X-Achsen-Führungsschiene 105 verschiebbar aufgenommen sein. Die vierten Führungsschlitten 103 der vierten X-Achsen-Verstelleinheit 101 können an der dritten X-Achsen-Führungsschiene 104 bzw. an der vierten X-Achsen-Führungsschiene 105 verschiebbar aufgenommen sein. Durch den Versatz der ersten Führungsschlitten 21 und der dritten Führungsschlitten 102 bzw. der zweiten Führungsschlitten 22 und der vierten Führungsschlitten 103 zueinander kann erreicht werden, dass die Führungsschlitten jeweils an der X-Achsen-Verstelleinheit 17, 18, 100, 101 in einem großen Abstand zueinander angeordnet

sein können und trotzdem die einzelnen X-Achsen-Verstelleinheiten 17, 18, 100, 101 nahe aneinander bewegt werden können, da wie aus Fig. 10 ersichtlich, die einzelnen Führungsschlitten durch den Versatz in Richtung der Z-Achse 9 überdeckend bezüglich der X-Achse 10 zueinander verschoben werden können. Somit kann bei gleichzeitig hoher Steifigkeit bzw. Stabilität der einzelnen X-Achsen-Verstelleinheiten 17, 18, 100, 101 eine maximale Flexibilität der Werkzeugmaschine 1 erreicht werden, da die einzelnen Arbeitsspindeln 5, 6, 12, 14 möglichst nah aneinander bewegt werden können.

[00214] Auch in diesem Ausführungsbeispiel können die X-Achsen-Verstelleinheiten 17, 18, 100, 101 einzeln und unabhängig voneinander entlang der X-Achse 10 verschoben werden.

[00215] Diese Ausführung lässt sich auch mit der nachfolgend beschriebenen Ausführung gemäß Fig. 11 kombinieren.

[00216] In der Fig. 11 ist eine zweite und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsform der Werkzeugmaschine 1 gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Figuren 1 bis 10 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in den vorangegangenen Figuren 1 bis 10 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

[00217] In Fig. 11 sind der Übersichtlichkeit halber nur die einzelnen Arbeitsspindeln 5, 6, 12, 14 mitsamt den jeweils zugehörigen X-Achsen-Verstelleinheiten 17, 18, 100, 101 vereinfacht dargestellt, wobei der restliche Aufbau der Werkzeugmaschine 1 gleich sein kann, wie dies im ersten Ausführungsbeispiel dargestellt und beschrieben ist.

[00218] Wie aus Fig. 11 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die dritte X-Achsen-Verstelleinheit 100 mittels einer ersten X-Achsen-Kompensationseinheit 106 mit der ersten X-Achsen-Verstelleinheit 17 gekoppelt ist. Die dritte X-Achsen-Verstelleinheit 100 kann somit nicht völlig unabhängig von der ersten X-Achsen-Verstelleinheit 17 in Richtung der X-Achse 10 verstellbar sein, sondern von dieser abhängen.

[00219] Weiters kann vorgesehen sein, dass die vierte X-Achsen-Verstelleinheit 101 mittels einer zweiten X-Achsen-Kompensationseinheit 107 mit der zweiten X-Achsen-Verstelleinheit 18 gekoppelt ist. Die dritte X-Achsen-Verstelleinheit 100 kann somit relativ zur ersten X-Achsen-Verstelleinheit 17 verschiebbar sein. Die vierte X-Achsen-Verstelleinheit 101 kann somit relativ zur zweiten X-Achsen-Verstelleinheit 18 verschiebbar sein.

[00220] In der Fig. 12 ist eine zweite und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsform des Aufnahmekammes gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Figuren 1 bis 11 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in den vorangegangenen Figuren 1 bis 11 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

[00221] Der Aufnahmekamm, welcher in Fig. 12 dargestellt ist, lässt sich mit allen anderen Ausführungsbeispielen der Werkzeugmaschine 1 kombinieren.

[00222] Wie aus Fig. 12 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass der erste Aufnahmekamm 67 gegenüberliegend zu den ersten Aufnahmemulden 69 erste untere Aufnahmemulden 108 aufweist, welche ebenfalls zur Aufnahme von Bearbeitungswerkzeugen 16 dienen können. Weiters kann vorgesehen sein, dass der erste Aufnahmekamm 67 eine Verriegelungsvorrichtung 110 aufweist, mittels welcher die Bearbeitungswerkzeuge 16 im ersten Aufnahmekamm 67 gesichert werden können. Durch diese Maßnahme kann ein Herausfallen von untenliegenden Bearbeitungswerkzeugen 16 vermieden werden. Eine Verriegelung der Bearbeitungswerkzeuge 16 kann auch beim Manipulieren des Aufnahmekammes 67, 68 mit dem Handlingsystem 99 notwendig sein.

[00223] Weiters kann vorgesehen sein, dass der erste Aufnahmekamm 67 um eine horizontale Achse 111 um 180° schwenkbar gelagert ist, sodass entweder die ersten Aufnahmemulden 69 oder die ersten unteren Aufnahmemulden 108 an die Oberseite des ersten Aufnahmekammes 67 bringbar sind, um die Bearbeitungswerkzeuge 16 einwechseln zu können.

[00224] Insbesondere kann die horizontale Achse 111 parallel zur Z-Achse 9 angeordnet sein.

[00225] Mutatis mutandis dazu kann vorgesehen sein, dass der zweite Aufnahmekamm 68 zweite untere Aufnahmemulden 109 aufweist.

[00226] In der Fig. 13 ist eine zweite und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsform der Werkzeugmaschine 1 gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Figuren 1 bis 7 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in den vorangegangenen Figuren 1 bis 7 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

[00227] Fig. 13 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Werkzeugmaschine 1 in einer schematischen aufgeschnittenen Seitenansicht.

[00228] Wie aus Fig. 13 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass der erste Aufnahmekamm 67 bzw. die Kammaufnahme 78 einen Teil der Einhausung 112 der Werkzeugmaschine 1 bilden und die Bearbeitungswerkzeuge 16, welche im ersten Aufnahmekamm 67 aufgenommen sind, somit außerhalb der Einhausung 112 angeordnet sind. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass in der Einhausung 112 der Werkzeugmaschine 1 eine Öffnung 113 ausgebildet ist, welche durch die Kammaufnahme 78 verschlossen werden kann.

[00229] Mittels der ersten Greifeinheit 80 kann das im ersten Aufnahmekamm 67 aufgenommene Bearbeitungswerkzeug 16 gegriffen und entlang der Y-Achse 11 nach oben verschoben werden. Anschließend kann der erste Aufnahmekamm 67 mitsamt der Kammaufnahme 78 entlang der Z-Achse 9 zur Seite verschoben werden, um die Öffnung 113 in der Einhausung 112, welche durch die Kammaufnahme 78 verschlossen ist, freizugeben.

[00230] Anschließend kann das in der ersten Greifeinheit 80 aufgenommene Bearbeitungswerkzeug 16 entlang der Y-Achse 11 nach unten verschoben werden und von der ersten Arbeitsspindel 5 aufgenommen werden. Hierbei kann die erste Arbeitsspindel 5 entlang der Z-Achse 9 verschoben werden. Somit ist es bei einer derartigen Konfiguration nicht notwendig, dass die erste Greifeinheit 80 entlang der Z-Achse 9 verschiebbar ausgebildet ist.

[00231] In der Fig. 14 ist eine zweite und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsform der Werkzeugmaschine 1 gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Figuren 1 bis 13 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in den vorangegangenen Figuren 1 bis 13 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

[00232] Wie aus Fig. 14 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die erste Arbeitsspindel 5 dem ersten Drehtisch 52 zugeordnet ist und dass die zweite Arbeitsspindel 6 dem zweiten Drehtisch 54 zugeordnet ist und dass die dritte Arbeitsspindel 12 einem dritten Drehtisch 114 zugeordnet ist und dass die vierte Arbeitsspindel 14 einem vierten Drehtisch 115 zugeordnet ist.

[00233] Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt.

[00234] Der Schutzbereich ist durch die Ansprüche bestimmt. Die Beschreibung und die Zeichnungen sind jedoch zur Auslegung der Ansprüche heranzuziehen. Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen können für sich eigenständige erfinderische Lösungen darstellen. Die den eigenständigen erfinderischen Lösungen zugrundeliegende Aufgabe kann der Beschreibung entnommen werden.

[00235] Sämtliche Angaben zu Wertebereichen in gegenständlicher Beschreibung sind so zu verstehen, dass diese beliebige und alle Teilbereiche daraus mitumfassen, z.B. ist die Angabe 1 bis 10 so zu verstehen, dass sämtliche Teilbereiche, ausgehend von der unteren Grenze 1 und

der oberen Grenze 10 mit umfasst sind, d.h. sämtliche Teilbereiche beginnen mit einer unteren Grenze von 1 oder größer und enden bei einer oberen Grenze von 10 oder weniger, z.B. 1 bis 1,7, oder 3,2 bis 8,1, oder 5,5 bis 10.

[00236] Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus Elemente teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Werkzeugmaschine	26	zweite Z-Achsen-Verstellein-
2	erstes Werkstück		heit
3	zweites Werkstück	27	dritte Z-Achsen-Verstelleinheit
4	Maschinengestell	28	vierte Z-Achsen-Verstellein-
5	erste Arbeitsspindel		heit
6	zweite Arbeitsspindel	29	erste Z-Achsen-Führung
7	erste Spindelachse	30	zweite Z-Achsen-Führung
8	zweite Spindelachse	31	dritte Z-Achsen-Führung
9	Z-Achse	32	vierte Z-Achsen-Führung
10	X-Achse	33	erste Z-Achsen-Antriebsein-
11	Y-Achse		heit
12	dritte Arbeitsspindel	34	zweite Z-Achsen-Antriebsein-
13	dritte Spindelachse		heit
14	vierte Arbeitsspindel	35	dritte Z-Achsen-Antriebsein-
15	vierte Spindelachse		heit
16	Bearbeitungswerkzeug	36	vierte Z-Achsen-Antriebsein-
17	erste X-Achsen-Verstelleinheit		heit
18	zweite X-Achsen-Verstellein-	37	Schwenklagerung Arbeitsspin-
	heit		del
19	erste X-Achsen-Führungs-	38	Werkstückspannvorrichtung
	schiene	39	Werkstücktisch
20	zweite X-Achsen-Führungs-	40	erste Schwenkachse
	schiene	41	erste Schwenklagerung
21	erster Führungsschlitten	42	zweite Schwenklagerung
22	zweiter Führungsschlitten	43	erste Aufnahme
23	erste X-Achsen-Antriebsein-	44	zweite Aufnahme
	heit	45	erste Aufnahme-Führungs-
24	zweite X-Achsen-Antriebsein-		schlitten
	heit	46	erste Y-Achsen-Führungs-
25	erste Z-Achsen-Verstelleinheit		schiene

47	zweite Aufnahme-Führungsschlitten	72	zweite Längserstreckung zweiter Werkzeugaufnahmeplatz
48	zweite Y-Achsen-Führungsschiene	73	Werkzeuglänge
49	erster Y-Antriebsmotor	74	dritter Aufnahmekamm
50	zweiter Y-Antriebsmotor	75	vierter Aufnahmekamm
51	Schwenkmotor	76	dritte Aufnahmemulden
52	erster Drehtisch	77	vierte Aufnahmemulden
53	erste Drehachse	78	Kammaufnahme
54	zweiter Drehtisch	79	erste Greifvorrichtung
55	zweite Drehachse	80	erste Greifeinheit
56	erster Drehmotor	81	zweite Greifeinheit
57	zweiter Drehmotor	82	erster Greifeinheitenabstand
58	Y-Achsen-Verstelleinheit	83	Greifvorrichtungsträger
59	erster Werkstückaufnahmeplatz	84	zweite Greifvorrichtung
60	zweiter Werkstückaufnahmeplatz	85	dritte Greifeinheit
61	Werkzeugwechselvorrichtung	86	vierte Greifeinheit
62	Werkzeugmagazin	87	zweiter Greifeinheitenabstand
63	Speicherebene	88	Greifvorrichtungsabstand
64	erster Werkzeugaufnahmeplatz	89	dritte Greifvorrichtung
65	zweiter Werkzeugaufnahmeplatz	90	vierte Greifvorrichtung
66	Abstand	91	Greifvorrichtungskopf
67	erster Aufnahmekamm	92	Greifvorrichtungsträgerschiene
68	zweiter Aufnahmekamm	93	Greifvorrichtungskopfschlitten
69	erste Aufnahmemulde	94	Greifvorrichtungsträgerverstellmotor
70	zweite Aufnahmemulden	95	Greifvorrichtungs-Höhenverstellaufnahme
71	erste Längserstreckung erster Werkzeugaufnahmeplatz	96	Greifvorrichtungshauptträger
		97	erste Halterung
		98	zweite Halterung

- 99 Handlingsystem
- 100 dritte X-Achsen-Verstelleinheit
- 101 vierte X-Achsen-Verstelleinheit
- 102 dritter Führungsschlitten
- 103 vierter Führungsschlitten
- 104 dritte X-Achsen-Führungsschiene
- 105 vierte X-Achsen-Führungsschiene
- 106 erste X-Achsen-Kompensationseinheit
- 107 zweite X-Achsen-Kompensationseinheit
- 108 erste untere Aufnahmemulden
- 109 zweite untere Aufnahmemulden
- 110 Verriegelungsvorrichtung
- 111 Achse
- 112 Einhausung
- 113 Öffnung
- 114 dritter Drehtisch
- 115 vierter Drehtisch

Patentansprüche

1. Werkzeugmaschine (1) umfassend:
ein Maschinengestell (4);
zumindest eine erste Arbeitsspindel (5), welche um eine erste Spindelachse (7) drehbar gelagert ist, wobei die erste Spindelachse (7) parallel zu einer horizontalen Z-Achse (9) angeordnet ist;
eine Werkstückspannvorrichtung (38), welche zum Aufnehmen zumindest eines ersten Werkstückes (2) ausgebildet ist;
ein Werkzeugmagazin (62) zum Lagern von unterschiedlichen Bearbeitungswerkzeugen (16), wobei im Werkzeugmagazin (62) zumindest eine Speicherebene (63) mit mehreren nebeneinander angeordneten Werkzeugaufnahmeplätzen (64, 65) vorgesehen ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Werkzeugaufnahmeplätze (64, 65) parallel zur horizontalen Z-Achse (9) ausgerichtet sind, wobei die Bearbeitungswerkzeuge (16) parallel zur horizontalen Z-Achse (9) ausgerichtet im Werkzeugmagazin (62) aufnehmbar sind und wobei die einzelnen Werkzeugaufnahmeplätze (64, 65) in einer horizontalen X-Achse (10) zueinander beabstandet nebeneinander angeordnet sind.
2. Werkzeugmaschine (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Werkzeugmagazin (62) in der Z-Achse (9) versetzt mehrere Werkzeugaufnahmeplätze (64, 65) hintereinander angeordnet sind.
3. Werkzeugmaschine (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Werkzeugaufnahmeplätze (64, 65) eine Längserstreckung (71, 72) in der Z-Achse (9) aufweisen, wobei die Längserstreckung (71, 72) von zumindest einzelnen der hintereinander angeordneten Werkzeugaufnahmeplätze (64, 65) verstellbar ist.
4. Werkzeugmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkzeugmagazin (62) einen ersten Aufnahmekamm (67) und einen zweiten Aufnahmekamm (68) umfasst, wobei der erste Aufnahmekamm (67) erste Aufnahmemulden (69) aufweist und der zweite Aufnahmekamm (68) zweite Aufnahmemulden (70) aufweist, wobei der erste Aufnahmekamm (67) und der zweite Aufnahmekamm (68) in Erstreckung der horizontalen Z-Achse (9) in einem Abstand zueinander angeordnet sind, wobei eine der ersten Aufnahmemulden (69) zur Ablage eines der Bearbeitungswerkzeuge (16) dient und eine der zweiten Aufnahmemulden (70) zur Ablage eines weiteren der Bearbeitungswerkzeuge (16) dient.
5. Werkzeugmaschine (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Aufnahmekamm (67) und/oder der zweite Aufnahmekamm (68) entlang der horizontalen Z-Achse (9) relativ zum Maschinengestell (4) verschiebbar ausgebildet sind.
6. Werkzeugmaschine (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Aufnahmekamm (67) an einer Kammaufnahme (78) angeordnet ist, wobei die Kammaufnahme (78) oberhalb der ersten Arbeitsspindel (5) angeordnet ist und entlang der horizontalen Z-Achse (9) verschiebbar ausgebildet ist, insbesondere dass die Kammaufnahme (78) gleichzeitig einen Teil der Einhausung (112) eines Bearbeitungsraumes der Werkzeugmaschine (1) bildet.
7. Werkzeugmaschine (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Längserstreckung (71, 72) von zumindest zwei bezüglich der horizontalen Z-Achse (9) nebeneinander angeordneten Werkzeugaufnahmeplätzen (64 oder 65) unabhängig voneinander verstellbar ist.
8. Werkzeugmaschine (1) nach Anspruch 4 und 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkzeugmagazin (62) einen dritten Aufnahmekamm (74) und einen vierten Aufnahmekamm (75) umfasst, wobei der dritte Aufnahmekamm (74) dritte Aufnahmemulden (76) aufweist und der vierte Aufnahmekamm (75) vierte Aufnahmemulden (77) aufweist, wobei der dritte Aufnahmekamm (74) in der horizontalen X-Achse (10) beabstandet neben dem ersten Aufnahme-

- kamm (67) angeordnet ist und der vierte Aufnahmekamm (75) in der horizontalen X-Achse (10) beabstandet neben dem zweiten Aufnahmekamm (68) angeordnet ist, wobei der erste Aufnahmekamm (67), der zweite Aufnahmekamm (68), der dritte Aufnahmekamm (74) und der vierte Aufnahmekamm (75) unabhängig voneinander entlang der horizontalen Z-Achse (9) relativ zum Maschinengestell (4) verschiebbar ausgebildet sind.
9. Werkzeugmaschine (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass pro Arbeitsspindel (5, 6, 12, 14) zumindest zwei der Aufnahmemulden (69, 70, 76, 77) nebeneinander angeordnet sind.
 10. Werkzeugmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine erste Greifvorrichtung (79) zum Auswechseln des in der ersten Arbeitsspindel (5) aufgenommenen Bearbeitungswerkzeuges (16) ausgebildet ist, wobei die erste Greifvorrichtung (79) zumindest eine erste Greifeinheit (80) und eine zweite Greifeinheit (81) aufweist, welche in einem ersten Greifeinheitenabstand (82) zueinander angeordnet sind, wobei die erste Greifeinheit (80) und eine zweite Greifeinheit (81) parallel zur Z-Achse (9) ausgerichtet sind, insbesondere dass die erste Greifvorrichtung (79) ausschließlich entlang der X-Achse (10) und entlang einer vertikalen Y-Achse (11), nicht jedoch entlang der Z-Achse (9), verschiebbar ist.
 11. Werkzeugmaschine (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine zweite Greifvorrichtung (84) zum Auswechseln des in der zweiten Arbeitsspindel (6) aufgenommenen Bearbeitungswerkzeuges (16) ausgebildet ist, wobei die zweite Greifvorrichtung (84) zumindest eine dritte Greifeinheit (85) und eine vierte Greifeinheit (86) aufweist, welche in einem zweiten Greifeinheitenabstand (49) zueinander angeordnet sind, wobei die erste Greifvorrichtung (79) und die zweite Greifvorrichtung (84) in der horizontalen X-Achse (10) in einem Greifvorrichtungsabstand (88) zueinander beabstandet nebeneinander an einem gemeinsamen Greifvorrichtungsträger (83) angeordnet sind und mittels des gemeinsamen Greifvorrichtungsträgers (83) gemeinsam verschiebbar sind.
 12. Werkzeugmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine zweite Arbeitsspindel (6) ausgebildet ist, welche bezüglich der horizontalen X-Achse (10) neben der ersten Arbeitsspindel (5) angeordnet ist, insbesondere dass die zweite Arbeitsspindel (6) einem zweiten Werkzeugaufnahmeplatz (65) zugeordnet ist.
 13. Werkzeugmaschine (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Aufnahmekamm (67) gegenüberliegend zu den ersten Aufnahmemulden (69) erste untere Aufnahmemulden (108) aufweist und der zweite Aufnahmekamm (68) gegenüberliegend zu den zweiten Aufnahmemulden (70) zweite untere Aufnahmemulden (109) aufweist, wobei der erste Aufnahmekamm (67) um 180° bezüglich einer horizontalen Achse (111) verschwenkbar ausgebildet ist, sodass entweder die ersten Aufnahmemulden (69) oder die ersten unteren Aufnahmemulden (108) obenliegend anordenbar sind, wobei der erste Aufnahmekamm (67) und/oder der zweite Aufnahmekamm (68) eine Verriegelungsvorrichtung (110) zum Sichern der Bearbeitungswerkzeuge (16) aufweist, sodass die jeweils untenliegenden Bearbeitungswerkzeuge (16) gegen ein Herausfallen gesichert sind.
 14. Werkzeugmaschine (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Aufnahmekamm (67) mitsamt der daran aufgenommenen Bearbeitungswerkzeuge (16) mittels eines Handlingsystems (99) auswechselbar ist.
 15. Verfahren zum Betreiben einer Werkzeugmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem Maschinengestell (4), einer ersten Arbeitsspindel (5), welche um eine erste Spindelachse (7) drehbar gelagert ist, wobei die erste Spindelachse (7) parallel zu einer horizontalen Z-Achse (9) angeordnet ist und einer Werkstückspannvorrichtung (38), welche zum Aufnehmen zumindest eines ersten Werkstückes (2) ausgebildet ist und ein Werkzeugmagazin (62) zum Lagern von unterschiedlichen Bearbeitungswerkzeugen (16), wobei im Werkzeugmagazin (62) zumindest eine Speicherebene (63) mit mehreren nebeneinander angeordneten Werkzeugaufnahmeplätzen (64, 65) vorgesehen ist, wobei die Werkzeugauf-

- nahmeplätze (64, 65) parallel zur horizontalen Z-Achse (9) ausgerichtet sind, wobei die Werkzeugaufnahmeplätze (64, 65) bezüglich einer horizontalen X-Achse (10) nebeneinander angeordnet sind, das Verfahren umfassend die Verfahrensschritte:
- Bearbeiten des ersten Werkstückes (2) mittels eines in der ersten Arbeitsspindel (5) aufgenommenen Bearbeitungswerkzeuges (16);
 - Wechseln des Bearbeitungswerkzeuges (16), wobei das zuvor in der ersten Arbeitsspindel (5) aufgenommene Bearbeitungswerkzeug (16) parallel zur horizontalen Z-Achse (9) in einem der Werkzeugaufnahmeplätze (64, 65) im Werkzeugmagazin (62) abgelegt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Wechseln des Bearbeitungswerkzeuges (16) mittels einer ersten Greifeinheit (80) einer Greifvorrichtung (79) ein in einem ersten Aufnahmekamm (67) einer Kammaufnahme (78) des Werkzeugmagazins (62) abgelegtes Bearbeitungswerkzeug (16) gegriffen wird und entlang der Y-Achse (11) angehoben wird, wobei die Kammaufnahme (78) oberhalb der ersten Arbeitsspindel (5) angeordnet ist, und wobei anschließend die Kammaufnahme (78) entlang der Z-Achse (9) verschoben wird, sodass die Greifvorrichtung (79) entlang der Y-Achse (11) in den Bearbeitungsraum bewegt werden kann, ohne dass die Greifvorrichtung (79) dabei entlang der Z-Achse (9) verschoben werden muss, wobei mittels einer zweiten Greifeinheit (81) der Greifvorrichtung (79) das in der ersten Arbeitsspindel (5) befindliche Bearbeitungswerkzeug (16) aufgenommen wird und das in der ersten Greifeinheit (80) befindliche Bearbeitungswerkzeug (16) in die erste Arbeitsspindel (5) eingesetzt wird.
17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Werkzeugmagazin (62) in der Z-Achse (9) versetzt mehrere Werkzeugaufnahmeplätze (64, 65) hintereinander angeordnet sind, wobei die Werkzeugaufnahmeplätze (64, 65) eine Längserstreckung (71, 72) in der Z-Achse (9) aufweisen, wobei die Längserstreckung (71, 72) von zumindest einzelnen der hintereinander angeordneten Werkzeugaufnahmeplätze (64, 65) verstellbar ist, wobei die Längserstreckung (71, 72) der Werkzeugaufnahmeplätze (64, 65) in der Z-Achse (9) an eine Werkzeuglänge (73) der abzulegenden Bearbeitungswerkzeuge (16) angepasst wird, wobei die in unterschiedlichen hintereinander angeordneten Werkzeugaufnahmeplätzen (64, 65) eine unterschiedliche Längserstreckung (71, 72) eingestellt wird.
18. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem computerimplementierten Verfahrensschritt mittels eines Digitalrechners eine Ablageposition der Bearbeitungswerkzeuge (16) und die notwendige Längserstreckung (71, 72) der einzelnen Werkzeugaufnahmeplätze in der Z-Achse (9) berechnet wird, wobei die Berechnung zur Minimierung der Werkzeugwechselzeit dient und wobei in der Berechnung folgende Parameter berücksichtigt werden:
- eine Verfahrensgeschwindigkeit einer Greifvorrichtung (79);
 - die Wegstrecke vom jeweiligen Werkzeugaufnahmeplatz (64, 65) zur ersten Arbeitsspindel (5);
 - eine Häufigkeit der Verwendung der abzulegenden Bearbeitungswerkzeuge (16).
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Greifvorrichtung (79) zum Einstellen der Längserstreckung (71, 72) der Werkzeugaufnahmeplätze (64, 65) in der Z-Achse (9) verwendet wird.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die im Werkzeugmagazin (62) aufgenommenen Bearbeitungswerkzeuge (16) mittels der Greifvorrichtung (79) umgeschichtet werden, wenn die Greifvorrichtung (79) gerade keinen Werkzeugwechsel durchführt.

Hierzu 11 Blatt Zeichnungen

Fig.1

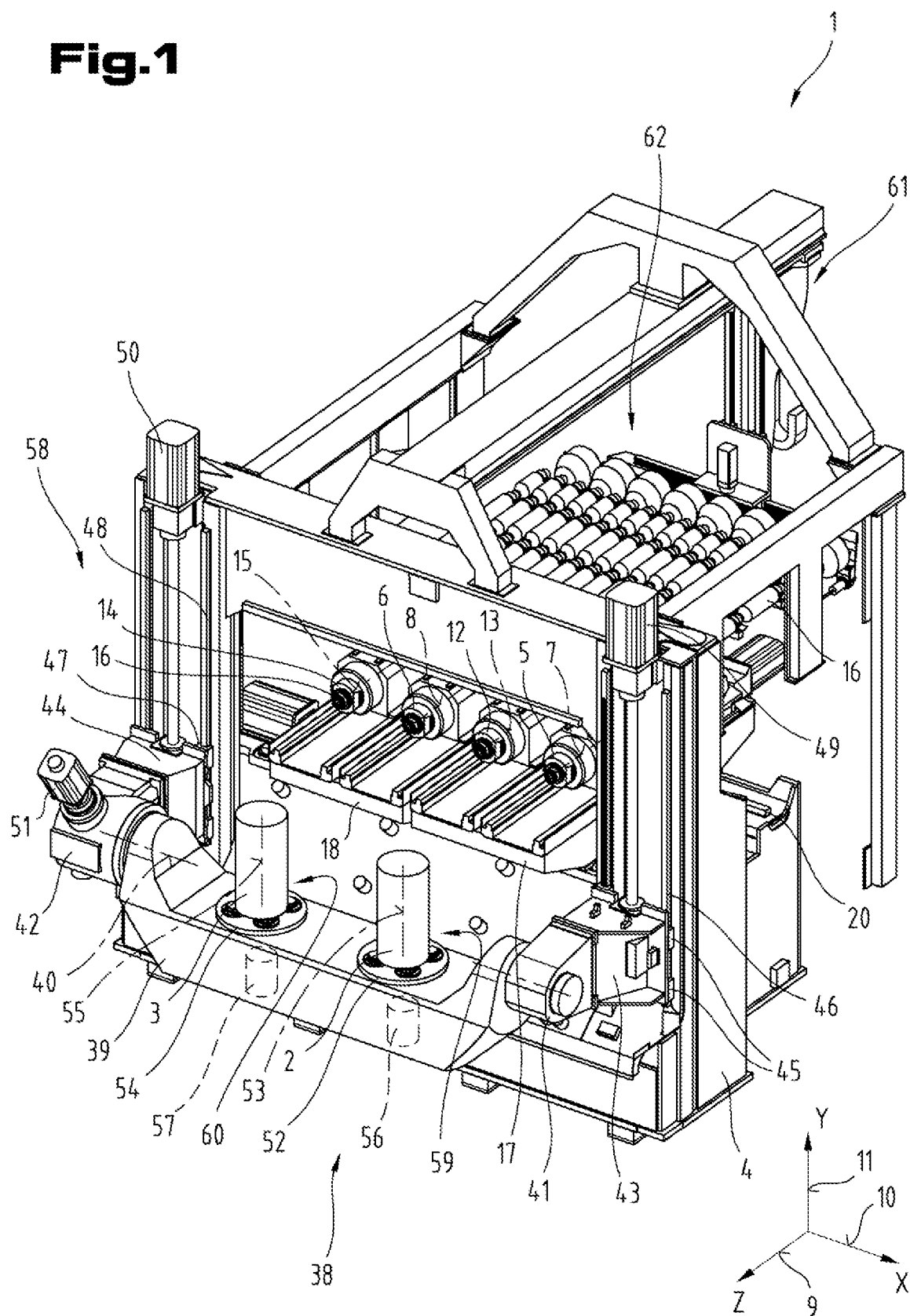


Fig.2

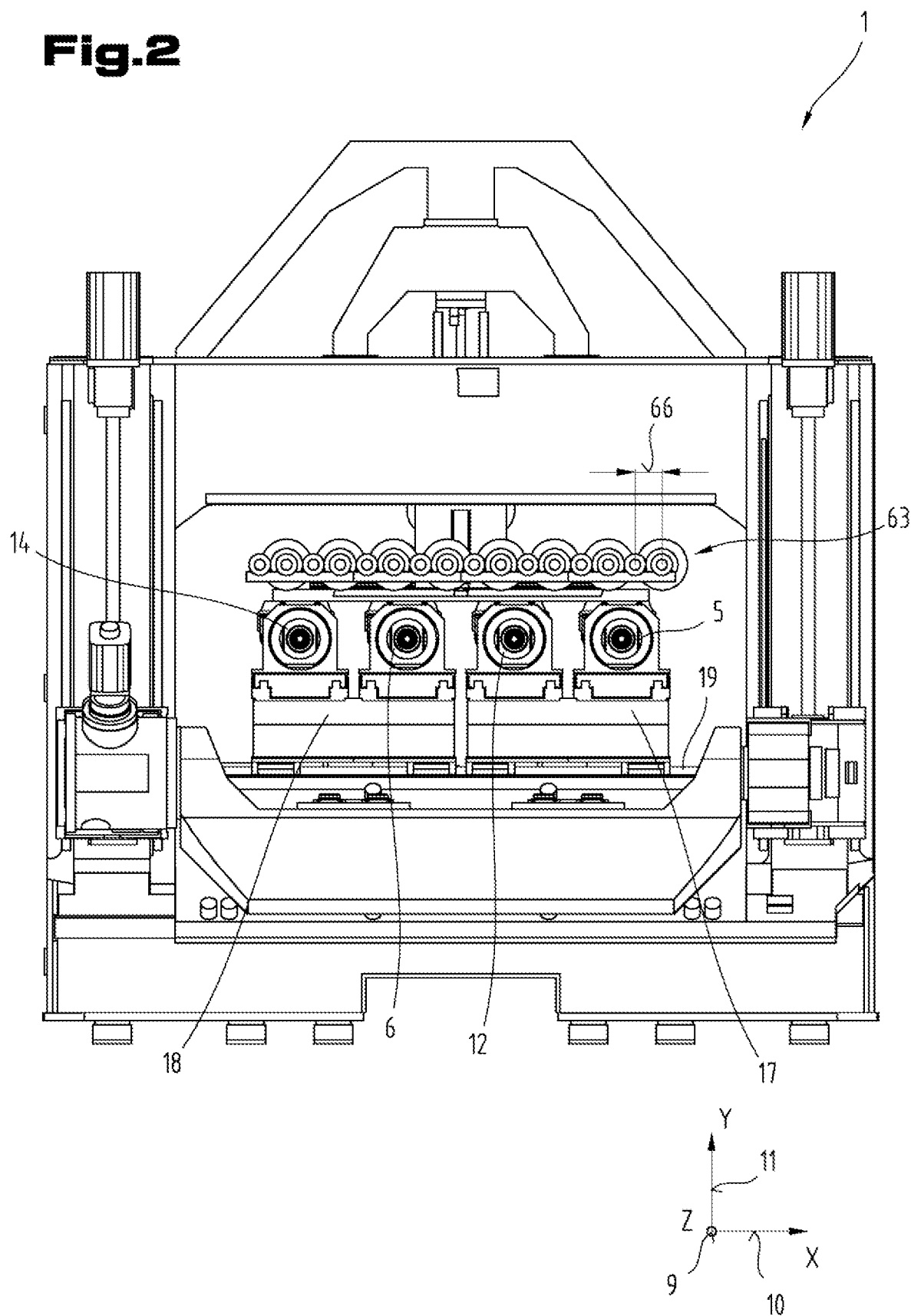


Fig.3

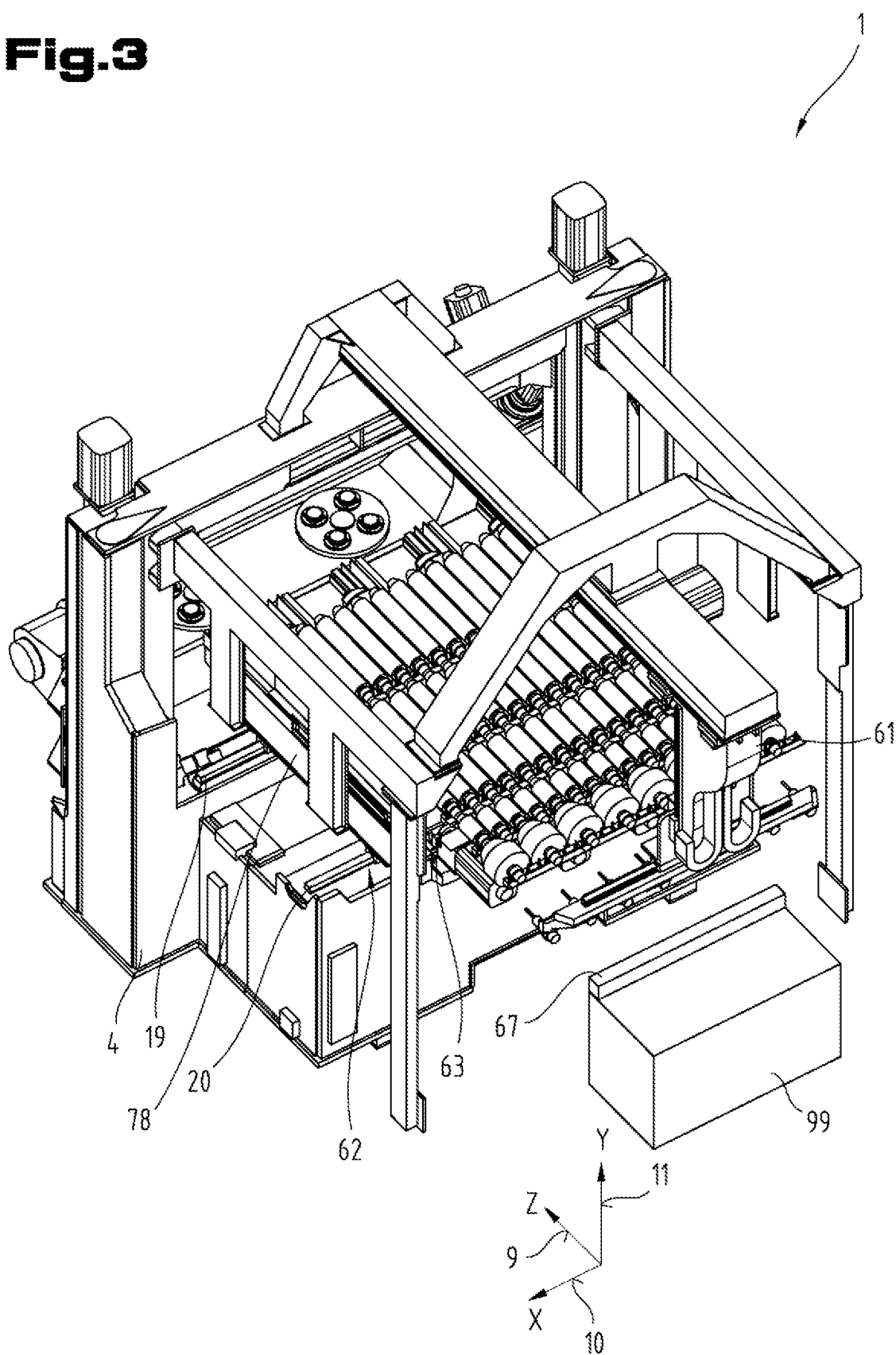


Fig.4

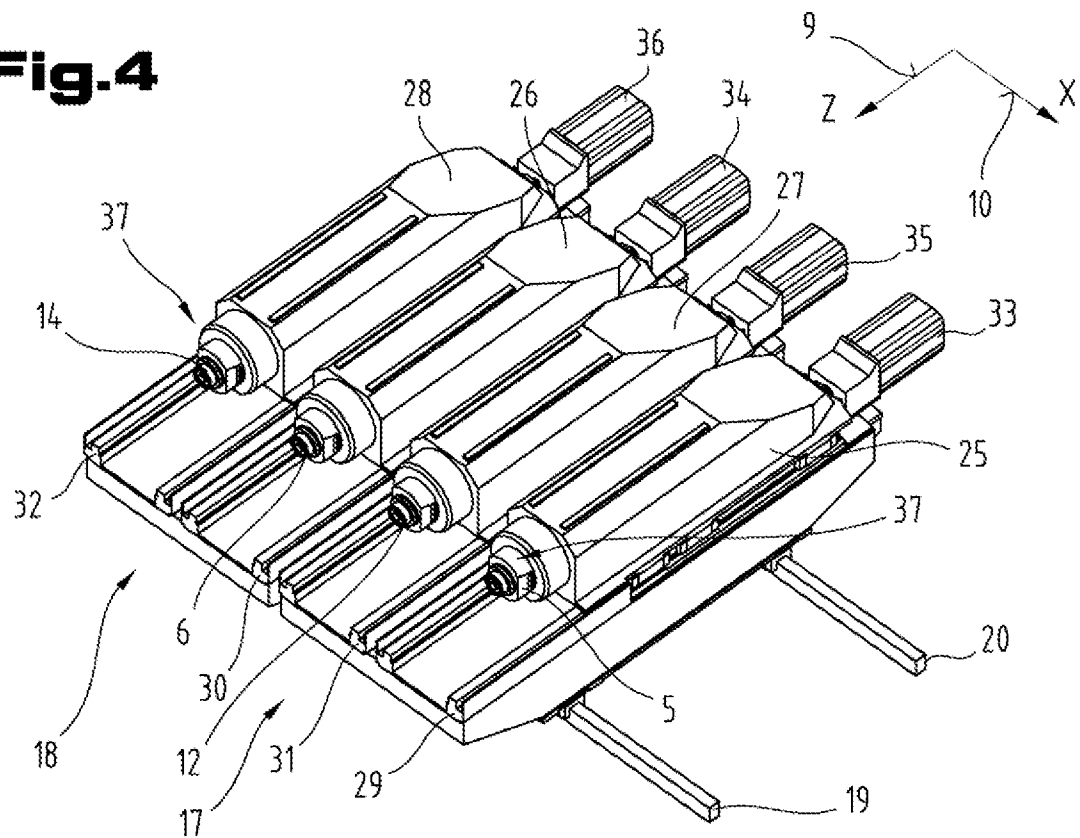


Fig.5

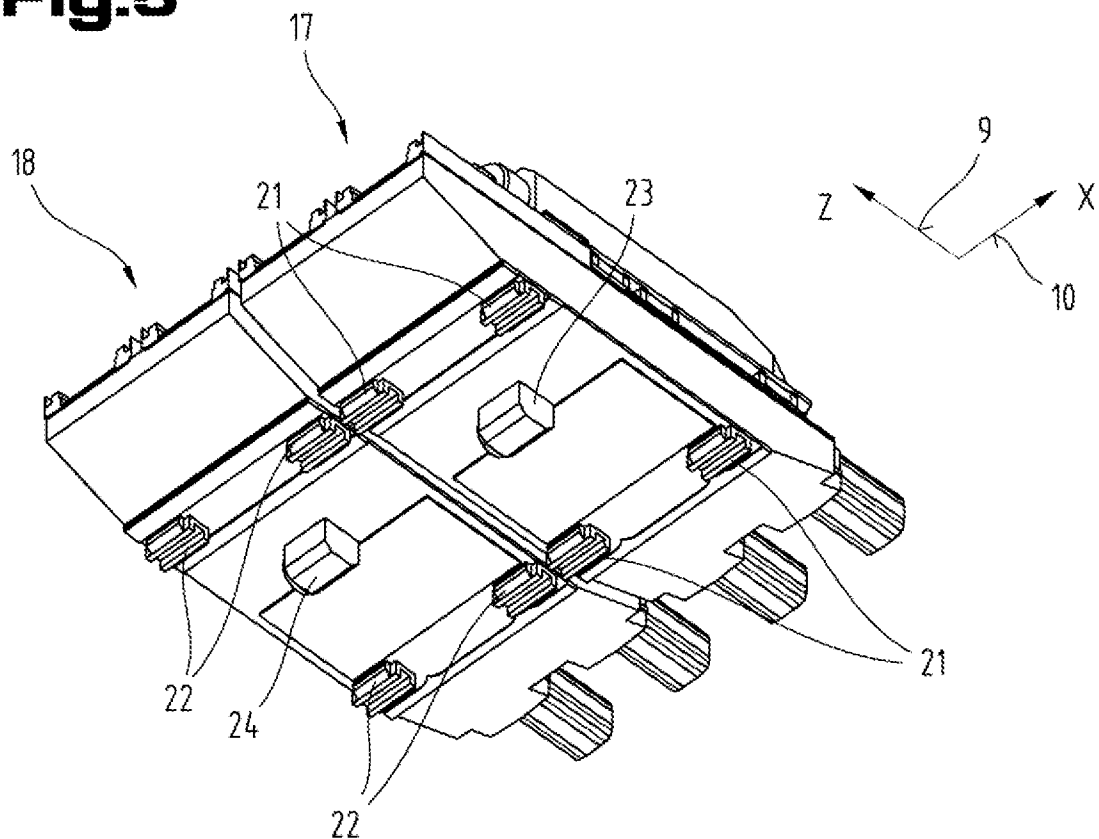
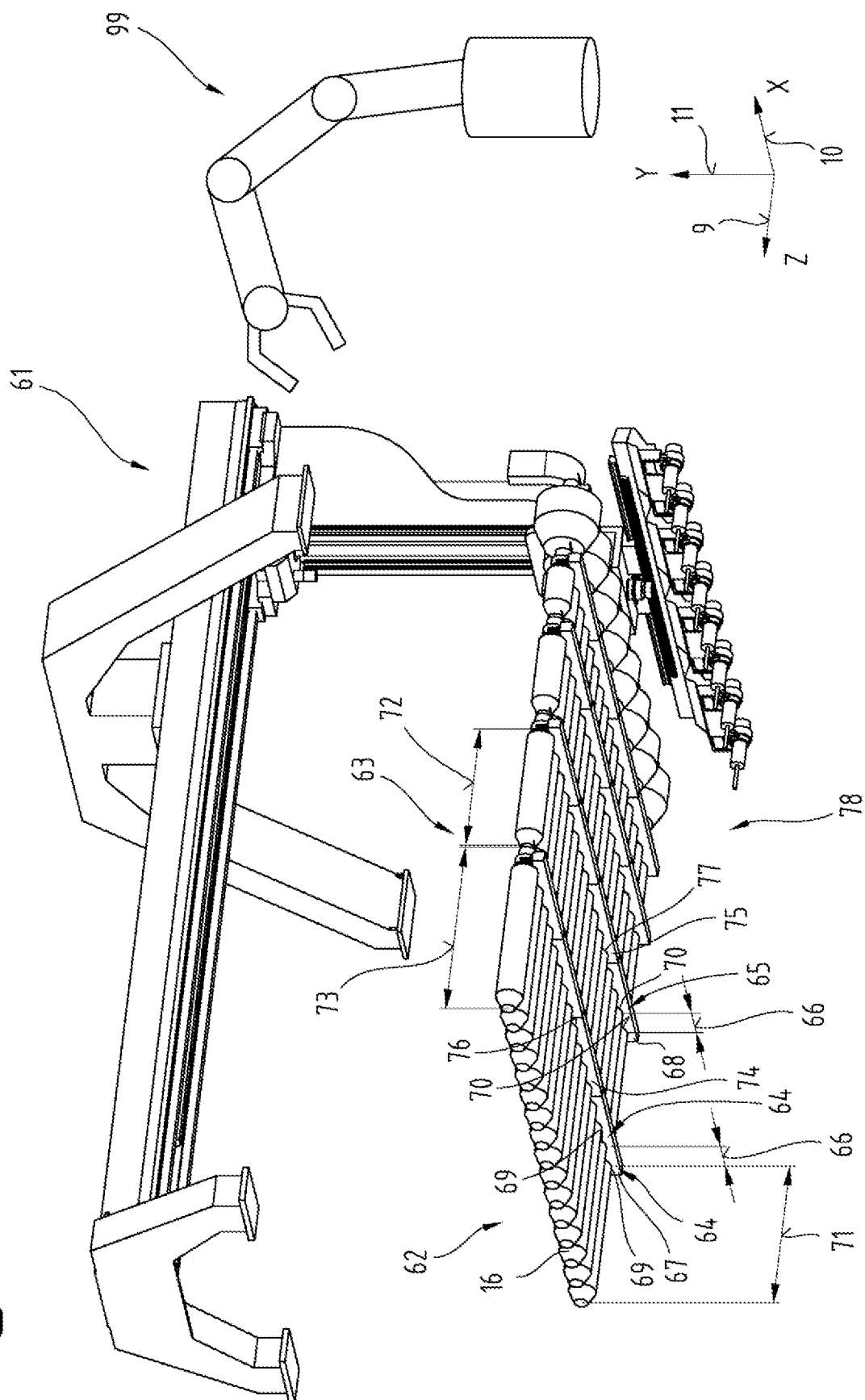


Fig.6



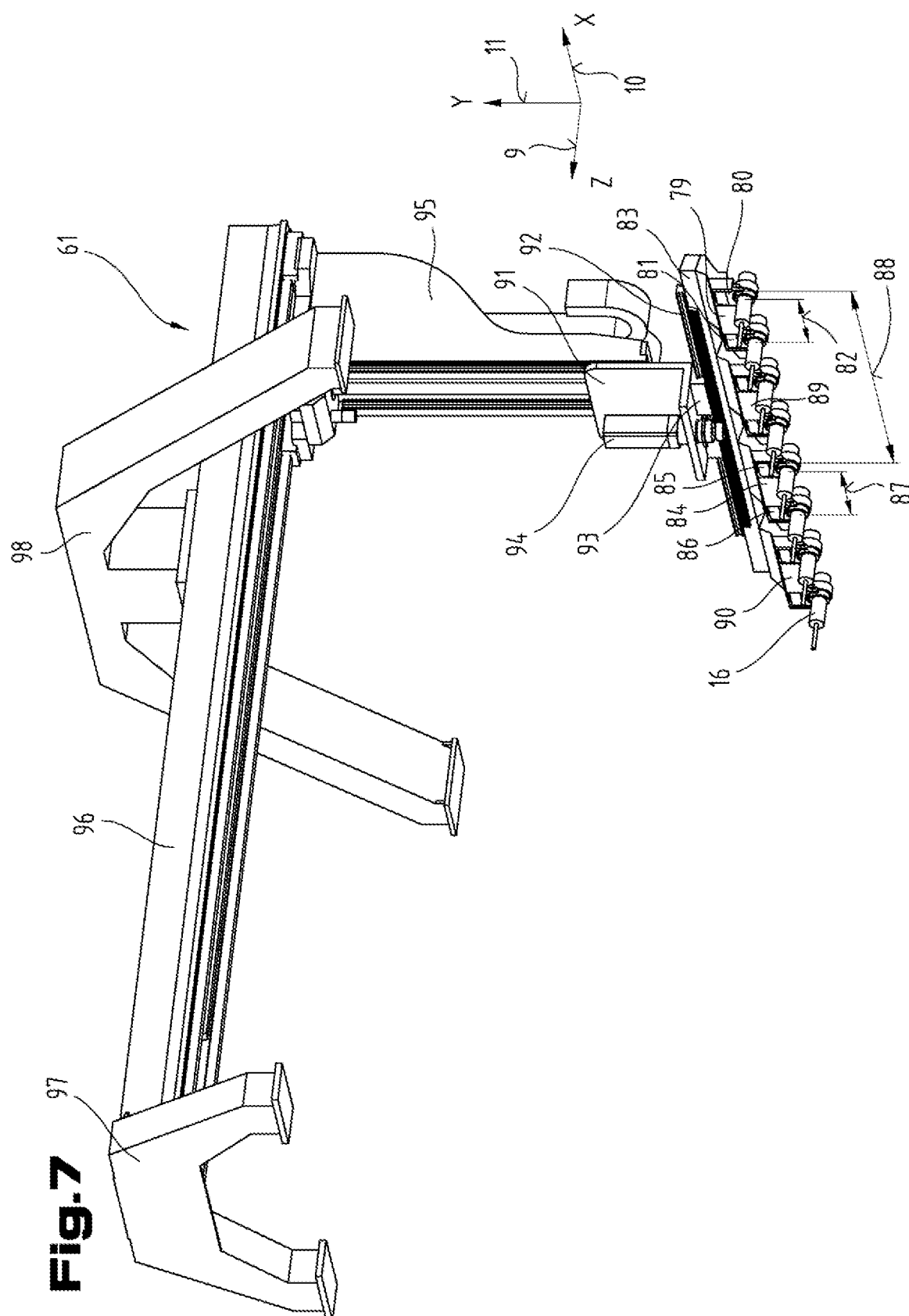
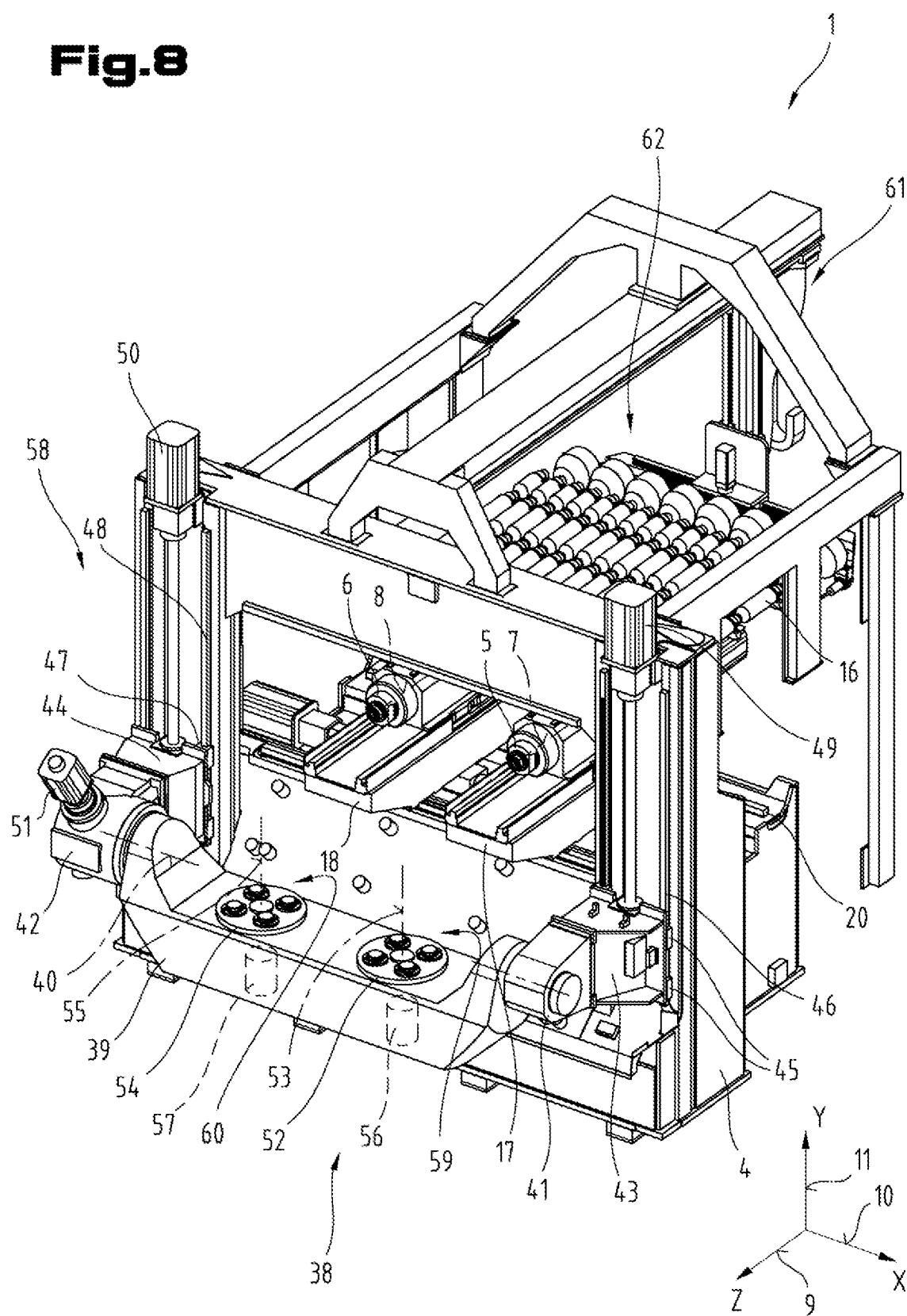


Fig.8



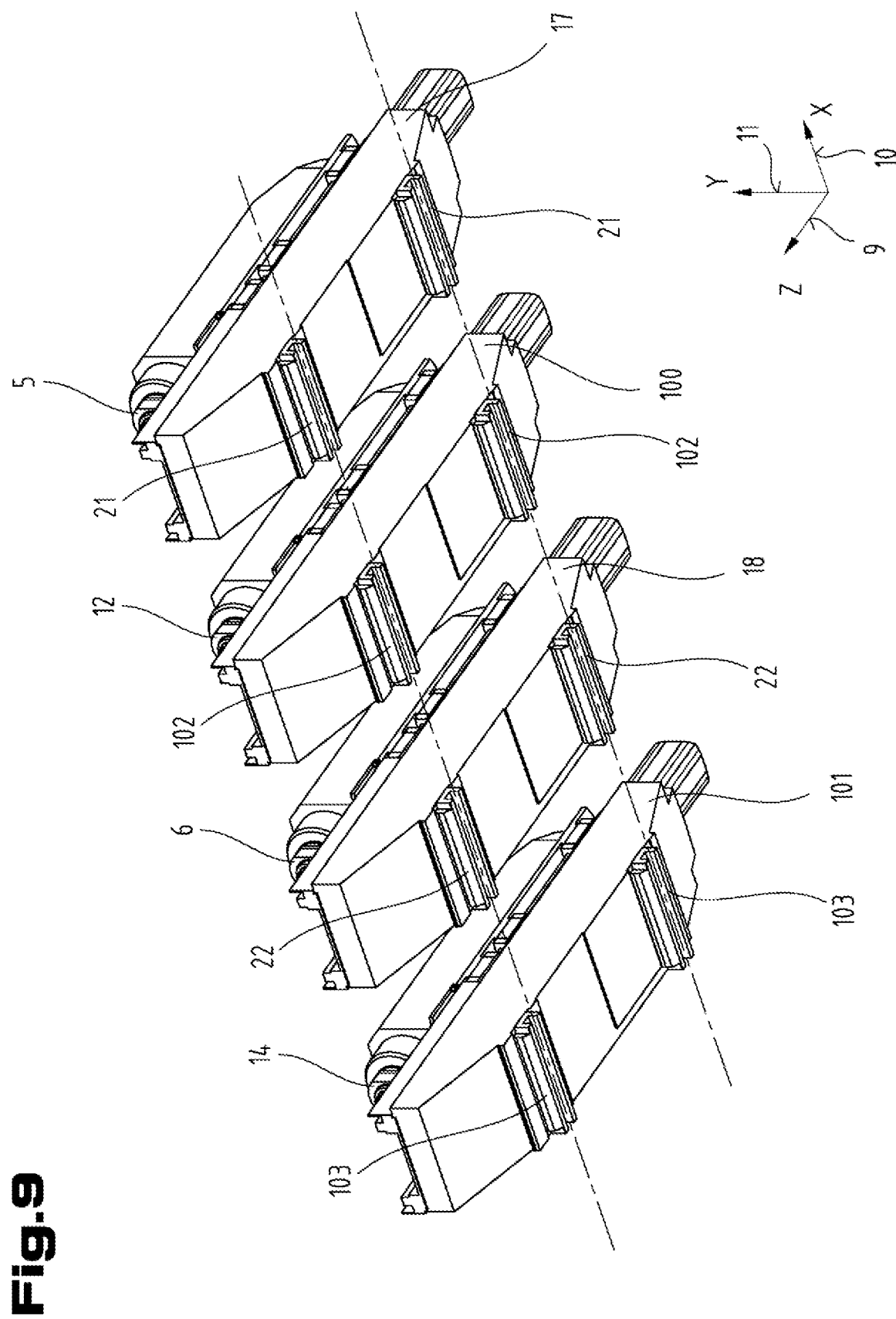


Fig.10

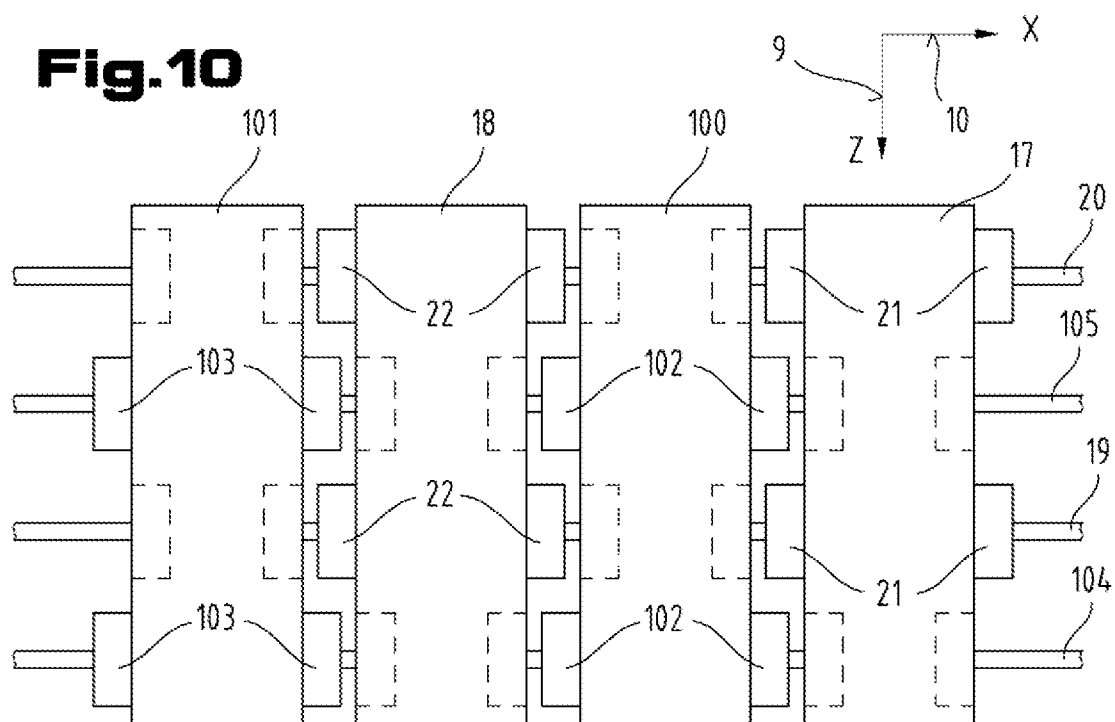


Fig.11

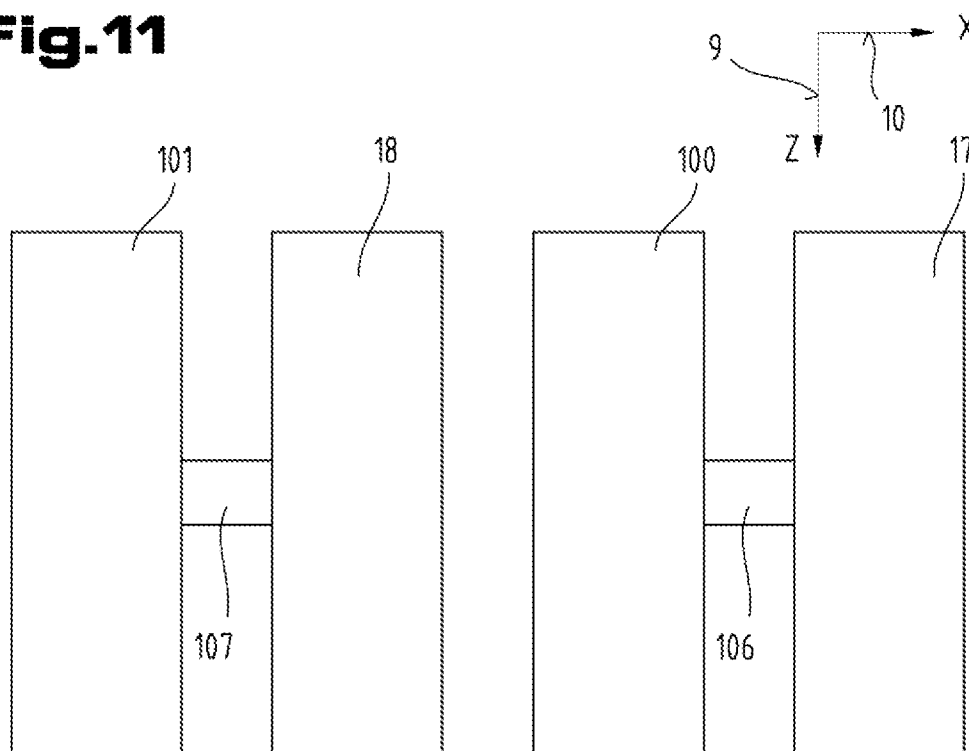


Fig.12

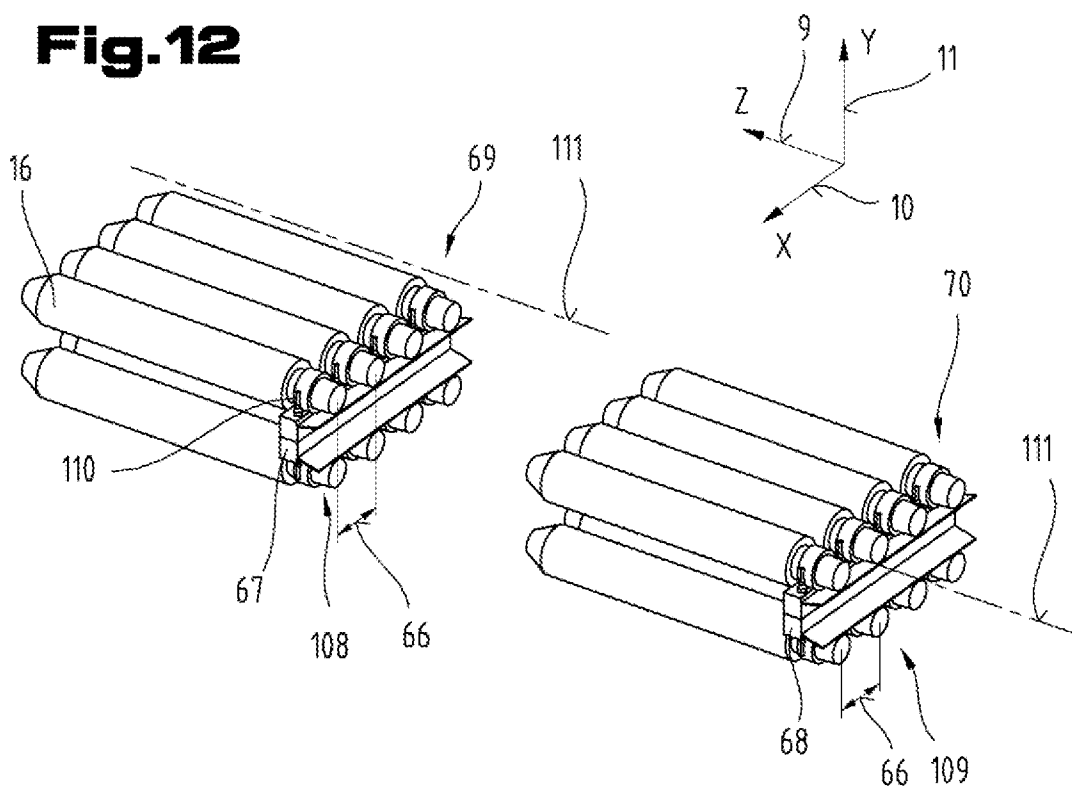


Fig.13

