



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 20 2008 014 886 U1** 2010.05.06

(12)

## Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2008 014 886.3**

(22) Anmeldetag: **10.11.2008**

(47) Eintragungstag: **01.04.2010**

(43) Bekanntmachung im Patentblatt: **06.05.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B21J 15/10** (2006.01)

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:  
**KUKA Systems GmbH, 86165 Augsburg, DE**

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:  
**Ernicke & Ernicke, 86153 Augsburg**

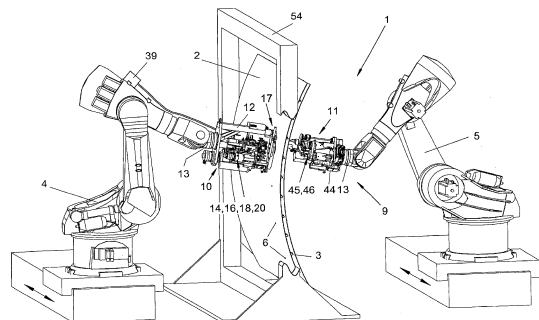
(56) Recherchenergebnisse nach § 7 Abs. 2 GebrMG:

DE	690 01 202	T2
US	48 85 836	A
US	47 62 261	A
DE	35 35 761	C1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Fügeeinrichtung**

(57) Hauptanspruch: Endeffektor (10) zum Fügen von Verbindungselementen (6), insbesondere Nieten, wobei der Endeffektor (10) ein Gestell (12) mit einer Bearbeitungseinrichtung (14) und einer Setzeinrichtung (18) für Verbindungselemente (6) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Setzeinrichtung (18) an verschiedene Typen von Verbindungselementen (6) adaptierbar ausgebildet und austauschbar am Gestell (12) angeordnet ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Endeffektor zum Fügen von Verbindungselementen, insbesondere Nieten, mit den Merkmalen im Oberbegriff des Hauptanspruchs.

**[0002]** Ein solcher Endeffektor ist aus der DE 690 01 202 T2 bekannt. Er dient zum Setzen von Nieten an Werkstücken und beinhaltet ein Gestell mit einer Bohreinheit und einer Setzeinrichtung für die Niete. Der Endeffektor ist an einen bestimmten Niettyp adaptiert.

**[0003]** Die US 4,885,836 A zeigt ein Nietverfahren und eine Nietvorrichtung mit kooperierenden mehrachsigen Robotern und uni-funktionalen Endeffektoren zum Nieten von Flugzeugteilen, z. B. Tragflächenelementen. Hierbei findet eine parallele Bearbeitungsweise mit strikter Trennung der Bohr- und Verbindungsvorgänge statt, bei der zunächst alle Nietlöcher hergestellt werden und dann in einem zweiten Arbeitsgang das Einsetzen und Schlagen der einzelnen Nieten in die vorbereiteten Nietlöcher erfolgt. Die Roboter haben jeweils eine Roboterhand mit einer Kupplungsanordnung, die verschiedene austauschbare Endstücke oder Endeffektoren trägt. Die Endeffektoren führen jeweils nur eine einzige Tätigkeit, nämlich Bohren, Entgraten, Setzen von Nieten und Schlagen von Nieten aus. Wenn nach dem Bohren und Entgraten aller Nietlöcher die Nieten im nächsten Durchgang gesetzt und geschlagen werden, müssen die Endeffektoren komplett ausgetauscht werden. Die zum Nieten oder anderweitigen Verbinden vorgesehenen Endeffektoren sind an das jeweilige Verbindungselement angepasst und sind nicht in der Lage, unterschiedliche Arten von Nieten oder anderen Verbindungselementen zu handhaben. Bei einem Wechsel des Typs des Verbindungselements ist daher auch ein kompletter Wechsel der zugehörigen Endeffektoren notwendig. Für einen Wechsel der Endeffektoren müssen die Roboter jeweils zu einem am Ende ihrer Fahrachse befindlichen Werkzeugmagazin fahren und dort den Werkzeugwechsel vornehmen, wobei der komplette Endeffektor getauscht wird.

**[0004]** Die US 4,762,261 A und DE 35 35 761 C1 betreffen einen Nietautomat für gewölbte schalenförmige Werkstücke, die als Rumpfspant mit Stringern ausgebildet sind. Der Nietautomat kann Senkkopfniete und Passniete mit Verschraubungen verarbeiten. Er weist ein inneres Nietsystem mit einem Nietdöpper und ein äußeres Nietsystem mit einem für mehrere Bearbeitungsfunktionen geeigneten Revolverkopf auf, der Bohren und Senken, Dichteinmittel einspritzen, Nietzuführen und Gegenhalten etc. ausführt. Für das Zuführen und Gegenhalten von Nieten ist im Revolverkopf eine Bohrung vorgesehen. Durch die kompakte und unteilbare Ausführung muss der komplette Revolverkopf bei einem Nietenwechsel ge-

tauscht werden.

**[0005]** Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine bessere und insbesondere flexiblere Verbindungstechnik aufzuzeigen.

**[0006]** Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen im Hauptanspruch.

**[0007]** Der beanspruchte Endeffektor kann funktionsflexibel sein und sich in kurzer Zeit und in einfacher Weise auf verschiedene Typen von Verbindungselementen, z. B. Nieten, umrüsten lassen. Hierbei ist es möglich, nur Teile des Endeffektors auszuwechseln, insbesondere die Setzeinrichtung. Der apparative Aufwand kann dadurch verringert und der Wechsel beschleunigt werden. Besonders günstig ist es hierbei, die Setzeinrichtung mehrteilig auszubilden und aus einer gestellfesten Basiseinheit und einer wechselbaren und typspezifischen Setzeinheit aufzubauen. Hierbei können über eine Andockeinheit die notwendigen Versorgungen für die Setzeinheit angeschlossen werden.

**[0008]** Vorteilhafterweise kann eine externe Versorgungseinheit für mehrere im Typ unterschiedliche Verbindungselemente vorhanden sein, die mit der Basiseinheit verbunden ist, wobei der typspezifischen Setzeinheit das jeweils benötigte Verbindungselement zugeführt wird.

**[0009]** Der Endeffektor eignet sich besonders für die Verbindung mit einem mehrachsigen Manipulator, insbesondere einem Gelenkarmroboter oder einem kartesischen Roboter. Während des Fügeprozesses kann beim Typwechsel des Verbindungselements schnell und einfach die Setzeinheit getauscht werden, was ohne größere Betriebsunterbrechung möglich ist. Die anderen Komponenten des Endeffektors können belassen werden. Dies vereinfacht und beschleunigt ebenfalls den Umrüstvorgang. Mit einem Endeffektor können eine Vielzahl verschiedener Typen von Verbindungselementen bearbeitet werden.

**[0010]** Der beanspruchte Endeffektor besitzt eine Dreheinheit, an der eine Bearbeitungseinrichtung, z. B. eine Bohreinheit, die Setzeinrichtung und eine Kontrolleinrichtung nebeneinander sternartig in Umfangsrichtung verteilt angeordnet sind und durch eine Schwenkbewegung in die Arbeitsposition gebracht werden können. Dies ist auf schnelle, sichere und genaue Weise möglich.

**[0011]** Der Endeffektor hat vorteilhafterweise eine Andrückeinrichtung, mit der die zu fügenden Werkstücke zusammengespreßt werden. Die Dreheinheit kann um eine Vorschubachse der Andrückeinrichtung drehbar sein. Die Fügeachse kann parallel zu diesen Achsen verlaufen. Die Dreheinheit hat eine eigenständige Bedeutung und kann auch in Verbind-

zung mit anderen Endeffektoren ohne austauschbare Setzeinrichtung verwendet werden.

**[0012]** Der Endeffektor kann eine Kontrolleinrichtung aufweisen, die ggf. mehrere Aufgaben erfüllen kann. Zum einen kann sie zur korrekten Ausrichtung des Endeffektors bzgl. der Oberfläche des zu fügenden Werkstücks dienen. Hierfür kann z. B. eine geeignete Sensorik zum Einsatz kommen. In der bevorzugten Ausführungsform wird eine Messkamera eingesetzt, die durch eine Durchgangsöffnung der Andrückvorrichtung, z. B. die zentrale Öffnung einer schwenkbaren und sich nach der Werkstückoberfläche ausrichtenden Druckstempelbuchse, blicken. Durch Vergleich von Lage und Form der Bilder von verschiedenen Stellen der Durchgangsöffnung kann die Lageausrichtung des Endeffektors mittels einer geeigneten Positioniereinrichtung, die z. B. dem Manipulator zugeordnet ist, exakt eingestellt werden.

**[0013]** Die Messkamera kann außerdem zur Vermessung einer Aufnahmeöffnung, insbesondere einer Bohrung, für das Verbindungselement in den Werkstücken dienen. Etwaige Fehler können vor dem Setzen des Verbindungselements erkannt und behoben werden, z. B. durch einen Wechsel und den Einsatz eines anderen geeigneten Verbindungselements. Die Messkamera kann außerdem bei mehrteiligen Verbindungselementen, die z. B. aus einem Bolzenteil und einem Gegenstück bestehen, die Lage des Gegenstücks auf der anderen Werkstückseite mit Kamerablick durch die Aufnahmeöffnung erfassen und ggf. über eine andere Positioniereinrichtung korrigiert werden. Für das Gegenstück kann ein anderer Endeffektor benutzt werden.

**[0014]** Die beanspruchte Fügeeinrichtung mit ein oder mehreren Endeffektoren und zugehörigen Handhabungseinrichtungen, insbesondere kooperierenden Robotern, hat den Vorteil, dass ein Fügen von gleichen oder unterschiedlichen Verbindungselementen in vollautomatischer Weise an beliebigen und insbesondere auch an kompliziert geformten Werkstücken durchgeführt werden kann. Besondere Vorteile ergeben sich bei gewölbten Werkstücken, z. B. Außenhäuten von Flugzeugrümpfen oder anderen Flugzeugteilen, die auf Stützmittel, z. B. gebogene Spante, gefügt werden müssen. Die Werkstücke können hierbei auch aus problematischen und empfindlichen Werkstoffen, z. B. speziellen Kunststoffen oder dgl., bestehen. Die bisher im Flugzeugbau übliche Handarbeit kann weitgehend entfallen. Die beanspruchte Fügeeinrichtung kann die Fügeprozesse schneller und präziser als ein Werker durchführen und ist dabei auch in der Lage, schwergewichtige Endeffektoren zu handhaben. Die beanspruchte Fügeeinrichtung benötigt nur geringe bauseitige Vorgaben, z. B. ein Podest zur Abstützung und ggf. zum Verfahren der Handhabungseinrichtungen. Eine weitere Prozessoptimierung kann durch parallelen Ein-

satz mehrerer Fügeeinrichtungen erreicht werden.

**[0015]** Die beanspruchte Fügeeinrichtung ist hochflexibel und kann für beliebige Arten von einteiligen oder mehrteiligen Verbindungselementen eingesetzt werden. Insbesondere können die vorerwähnten zweiteiligen Niete mit Bolzenteil und Gegenstück verwendet werden, wobei das Gegenstück unter exakter Klemmung der Werkstücke und mit Druck auf das Bolzenteil gesetzt sowie in geeigneter Weise fixiert werden kann, z. B. durch Quetschen. Der andere Endeffektor kann hierbei eine Drehsicherung aufweisen, um den Fügeprozess sicherer zu gestalten und ein Verdrehen des einen Verbindungselementteils, insbesondere des Bolzenteils, zu verhindern. Andererseits können auch einteilige Niete verarbeitet werden, wobei nur eine Handhabungseinrichtung mit einem Endeffektor zum Einsatz kommen kann, dessen Setzeinrichtung entsprechend umgerüstet werden kann. Statt Nieten können auch andere Verbindungselemente, z. B. Schrauben und Muttern, Quetschbolzen oder dgl. Verwendung finden.

**[0016]** In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung angegeben.

**[0017]** Die Erfindung ist in den Zeichnungen beispielsweise und schematisch dargestellt. Im Einzelnen zeigen:

**[0018]** [Fig. 1](#): eine Fügeeinrichtung mit zwei Robotern und zwei Endeffektoren zum Nieten von gewölbten Werkstücken,

**[0019]** [Fig. 2](#): eine perspektivische Ansicht eines Endeffektors mit einer mehrteiligen Setzeinrichtung und einer abgelegten Setzeinheit,

**[0020]** [Fig. 3](#): den Endeffektor von [Fig. 2](#) mit angebauter Setzeinheit,

**[0021]** [Fig. 4](#): eine abgebrochene und längsgeschnittene Darstellung einer Andrückeinrichtung und einer Kontrolleinrichtung für die Ausrichtung des Effektors gegenüber der Werkstückoberfläche,

**[0022]** [Fig. 5](#): eine abgebrochene und längsgeschnittene Darstellung einer Kontrolleinrichtung für die Lageerfassung eines Gegenstücks auf der anderen Werkstückseite,

**[0023]** [Fig. 6](#): eine perspektivische Darstellung der zwei Endeffektoren von [Fig. 1](#) an abgebrochen dargestellten Werkstücken,

**[0024]** [Fig. 7](#): die beiden Endeffektoren von [Fig. 6](#) in einer anderen perspektivischen Ansicht,

**[0025]** [Fig. 8](#): eine perspektivische Ansicht eines mehrteiligen Verbindungselements und

[0026] [Fig. 9](#) bis [Fig. 11](#): einen Ablauf des Nietprozesses in drei Schritten

[0027] Die Erfindung betrifft einen Endeffektor (10, 11) zum Fügen von Verbindungselementen (6). Die Erfindung betrifft ferner ein aus einem oder mehreren Endeffektoren (10, 11) gebildetes Fügewerkzeug (9) und eine Fügeeinrichtung (1) sowie ein Fügeverfahren.

[0028] Die zu fügenden Werkstücke (2, 3) können von beliebiger Zahl, Art, Form und Größe sein. Sie können außerdem aus beliebigen Werkstoffen bestehen, die in der Werkstückpaarung gleich oder unterschiedlich sein können.

[0029] Im gezeigten Ausführungsbeispiel von [Fig. 1](#) ist ein Teil eines Flugzeugrumpfes dargestellt. Das eine großflächige Werkstück (2) ist z. B. eine Hülle oder Außenhaut des Rumpfes aus Kunststoff oder Leichtmetall, die eben oder wie im gezeigten Ausführungsbeispiel in einer oder in mehreren Achsen gekrümmt sein kann. Das zweite Werkstück (3) kann z. B. ein Träger aus Metall, insbesondere Leichtmetall, hier z. B. ein gebogener Spant, sein, der entlang der Krümmung innenseitig an der Hülle (2) durch Verbindungselemente (6) fixiert wird. Das zweite Werkstück (3) kann z. B. auch ein in Längsrichtung verlaufendes Versteifungselement, z. B. ein sog. Stringer, sein.

[0030] Daneben sind beliebige andere Ausgestaltungen und Anordnungen der Werkstücke (2, 3) möglich. Insbesondere können drei, vier oder mehr Werkstücke (2, 3) gefügt werden. Mit dem Endeffektor (10) und der Fügeeinrichtung (1) können andererseits Fügearbeiten an einem einzelnen Werkstück (2) durchgeführt werden, wobei z. B. bolzenförmige Verbindungselemente (6) eingesteckt und insoweit gefügt werden.

[0031] Die Verbindungselemente (6) können einteilig oder mehrteilig sein. Sie können von beliebiger Art und Größe sein. Im gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Verbindungselemente (6) als Nieten ausgebildet. Alternativ kann es sich um Schrauben mit Muttern, um Quetschbolzen oder dgl. in beliebiger anderer Weise ausgestaltete Verbindungselemente handeln. [Fig. 8](#) zeigt einen mehrteiligen Niet (6), der aus einem Bolzenteil (7) mit einem endseitig verbreiterten konischen Kopf und aus einem z. B. hohlen Gegenstück (8) besteht, das z. B. als Mutter, als Schließring, als verformbarer Quetschring (sog. swaged collar) oder als sog. Nuss ausgebildet ist. Das Bolzenteil (7) kann am vorderen Schaftende ein umfangseitiges Gewinde, ein Wellenprofil oder dgl. andere von der Grundform, z. B. Zylinderform, abweichende Kontur zur Bildung einer formschlüssigen Verrastung beim Aufquetschen oder Aufziehen des Gegenstücks (8) aufweisen. Das hülsenartige Gegenstück (8) kann an der Innenwandung der Bohrung ebenfalls ein Gewin-

de, ein Wellenprofil oder dgl. aufweisen.

[0032] Das Bolzenteil (7) kann am vorderen Stirnende eine Stirnöffnung (53), z. B. eine im Querschnitt prismatische Sackbohrung, insbesondere einen Innensechskant, aufweisen. Hier kann in der nachfolgend beschriebenen Weise eine Drehsicherung (52) angreifen, die für eine Drehlagenfixierung des Bolzenteils (7) im Fügeprozess sorgt. An einer Stirnöffnung (53) kann auch ein vorstehender kleiner Bolzenabschnitt, z. B. ein Außensechskant, vorhanden sein.

[0033] Ferner ist es möglich, in Abwandlung der Ausführungsform von [Fig. 8](#) das Bolzenteil (8) mit zwei gewinde- oder wellenartigen Konturen und einer Einschnürung dazwischen auszubilden. Hierdurch wird ein Spannschaft gebildet, auf den ein anderes hülsenartiges Gegenstück (8) aufgesetzt, gegen die Werkstücke (2, 3) gepresst und dabei durch Quetschen oder dgl. fixiert werden kann, wobei die Abstützung am vorderen Schaftende erfolgt, das anschließend an der eingeschnürten Sollbruchstelle bricht und entfernt werden kann.

[0034] Statt einer Quetschfixierung ist auch eine Rast- oder Clipsverbindung durch entsprechend geformte Elementteile (7, 8) mit Rastringen oder Rastnasen möglich. Ferner kann eine stoff- oder haftschlüssige Fixierung durch Verkleben, Verschweißen oder dgl. erfolgen.

[0035] Im hinteren, kopfnahen Schaftbereich kann das Bolzenteil (7) einen Aufnahmebereich für ein Dichtmittel (nicht dargestellt) aufweisen, welches die Nietöffnung (15) bei eingesetztem Niet (6) verschließt und ggf. auch den Niet (6) verklebt. [Fig. 9](#) bis [Fig. 11](#) verdeutlichen in einer Schnittdarstellung diese Einbaulage.

[0036] Die Fügeeinrichtung (1) dient zum Fügen von ein oder mehreren Werkstücken (2, 3) mit den besagten Verbindungselementen (6), z. B. den gezeigten Nieten und weist mindestens eine Handhabungseinrichtung (4, 5) mit einem Endeffektor (10, 11) zur Durchführung des Fügeprozesses auf. Bei einteiligen Verbindungselementen (6), z. B. Setznieten oder Blindnieten, genügt ein einzelner Endeffektor (10) und eine Handhabungseinrichtung (4). An der anderen Handhabungseinrichtung (5) kann alternativ ein Gegenhalter angebracht sein. Die ein oder mehreren Endeffektoren (10, 11) bilden ein ein- oder mehrteiliges Fügewerkzeug (9).

[0037] [Fig. 1](#) zeigt die Ausbildung der Fügeeinrichtung (1) nebst Fügewerkzeug (9) für ein mehrteiliges Verbindungselement (6), z. B. den in [Fig. 8](#) gezeigten Niet mit dem Bolzen (7) und dem Gegenstück (8). Mit dem einen Endeffektor (10) wird das Bolzenteil (7) in die Werkstücke (2, 3) gesetzt, wobei ggf. zuvor die

Aufnahmeöffnung oder Bohrung (15) mit dem gleichen Endeffektor (10) geschaffen wird. Die Bolzenteile (7) werden z. B. von der Außenseite her durch die Hülle (2) in eine angesenkte Bohrung (15) eingesetzt, wobei ihr Kopf außenseitig bündig mit der Hülle (2) abschließt. Das Gegenstück (8) wird vom anderen Endeffektor (11) und seiner Handhabungseinrichtung (5) auf der gegenüberliegenden Werkstückseite gehandhabt und auf das Bolzenteil (7) gefügt.

**[0038]** Die Handhabungseinrichtung (4, 5) kann in beliebig geeigneter Weise ausgebildet sein. Sie kann eine oder mehrere Bewegungsachsen haben. Im gezeigten Ausführungsbeispiel sind die eine oder mehreren Handhabungseinrichtungen (4, 5) als mehrachsige Manipulatoren ausgebildet. Dies können die in [Fig. 1](#) gezeigten Gelenkarmroboter mit sechs rotatorischen Achsen und einer mehrachsigen und z. B. aus drei rotatorischen Achsen bestehenden Roboterhand sein, wobei der Gelenkarmroboter eine oder mehrere Zusatzachsen, z. B. die in [Fig. 1](#) gezeigten Fahrachsen haben kann. In einer anderen nicht dargestellten Ausführungsform kann der Manipulator (4, 5) als kartesischer Roboter ausgebildet sein. Die Handhabungseinrichtung (4, 5) kann auch in anderer Weise gestaltet sein und kann eine beliebige Zahl und Kombination von rotatorischen und/oder translatorischen Achsen haben.

**[0039]** Bei einer Mehrfachanordnung von Handhabungseinrichtungen (4, 5), insbesondere Robotern, können diese in einer Master-Slave-Beziehung oder als kooperierende Roboter miteinander gekoppelt sein und wirken mit ihren Endeffektoren (10, 11) beim Fügeprozess in gegenseitig abgestimmter Weise zusammen. Die Handhabungseinrichtungen (4, 5) können dabei auch gemeinsam gesteuert sein, z. B. von der Robotersteuerung des einen Roboters (4), der die Bolzenteile (7) setzt.

**[0040]** Bei der Anordnung von [Fig. 1](#) sind die Werkstückteile (2, 3) in einer Spanneinrichtung (54) gehalten, die hier schematisch als Stützrahmen dargestellt ist. In der konkreten Ausführungsform einer Fügeeinrichtung (1) für einen Flugzeugrumpf können die aus einer Hülle (2) und einer Mehrzahl von Spanten (3) bestehenden Schalenelemente mit der Spanneinrichtung (54) in einer Drehvorrichtung gehalten sein, welche den Flugzeugrumpf bei Bedarf dreht, damit die mit einem begrenzten Arbeitsbereich ausgestattete Fügeeinrichtung (1) alle Fügstellen am Rumpf und insbesondere den gesamten Umfang der Außenhaut (2) erreichen kann. Die Handhabungseinrichtungen (4) sind auf einem nicht dargestellten Podest angeordnet und können auf diesem entlang der Rumpflängsachse verfahren. Sie können ggf. auch bei Rumpfdrehungen quer zur Längsachse bewegt werden. In Abwandlung der Darstellung von [Fig. 1](#) können mehrere Fügeeinrichtungen (1) in Rumpflängsachse hintereinander angeordnet sein.

**[0041]** Die Handhabungseinrichtungen (4, 5) haben jeweils mindestens einen Endeffektor (10, 11). Beide Endeffektoren (10, 11) haben ein Gestell (12, 44), welches an geeigneter Stelle, z. B. an der Rückseite, einen Anschluss (13) für die feste oder lösbare Verbindung mit der Handhabungseinrichtung (4, 5), z. B. mit dem Abtriebsflansch einer Roboterhand, aufweist. Am Anschluss (13) kann eine steuerbare Wechselkupplung zwischengeschaltet sein, die der Handhabungseinrichtung (4, 5) einen eigenständigen, automatischen Wechsel des Endeffektors (10, 11) erlaubt. Im Arbeitsbereich kann hierfür ein Magazin (nicht dargestellt) vorhanden sein.

**[0042]** [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) sowie [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) zeigen den Endeffektor (10) in verschiedenen Darstellungen. Er dient in der vorerwähnten Weise zum Setzen der einteiligen Verbindungselemente (6) oder der Bolzenteile (7) von mehrteiligen Verbindungselementen (6). Die Verbindungselemente (6) können am Endeffektor (10) bevorratet sein. In der gezeigten Ausführungsform ist eine externe Versorgungseinrichtung (39) für Verbindungselemente (6) vorhanden, die an geeigneter Stelle, z. B. an der Handhabungseinrichtung (4) angeordnet und mit dem Endeffektor (10) über einen Schlauch oder eine andere geeignete Transportstrecke verbunden ist. In der gezeigten Ausführungsform sind der Endeffektor (10) und die Fügeeinrichtung (1) flexibel und können mehrere unterschiedliche Typen von Verbindungselementen (6) verarbeiten. Der Endeffektor (10) kann hieran in der nachfolgend beschriebenen Weise adaptiert werden. In der Versorgungseinrichtung (39) können mehrere unterschiedliche Typen bevorratet sein und selektiv über die Transportstrecke, z. B. einen Schlauch, dem Endeffektor (10) zugeführt werden. Hierfür kann die Versorgungseinrichtung (39) eine entsprechende Fördereinrichtung aufweisen, z. B. einen Druckluftförderer. Die Auswahl des benötigten und zugeführten Elementtyps erfolgt in der Versorgungseinrichtung (39) und wird z. B. von der gemeinsamen Robotersteuerung gesteuert.

**[0043]** Die Typunterschiede der Verbindungselemente (6) können von beliebiger Art sein. Es kann sich z. B. um unterschiedliche Größen der gleichen Bauform eines Verbindungselements (6), z. B. des in [Fig. 8](#) gezeigten Niets (6) oder Bolzenteils (7), handeln. Ferner können die Typunterschiede einteilige oder mehrteilige Verbindungselemente (6) und darüber hinaus auch unterschiedliche Grundformen von Verbindungselementen (6), z. B. Niete, Schrauben, Bolzen oder dgl., betreffen.

**[0044]** Im Gestell (12) des Endeffektors (10) ist zumindest eine Setzeinrichtung (18) für ein Verbindungselement (6) und insbesondere dessen Bolzenteil (7), angeordnet. Darüber hinaus können weitere Komponenten vorhanden sein, z. B. eine Bearbeitungseinrichtung (14), eine Andrückeinrichtung (16)

und eine Kontrolleinrichtung (20). Diese Zusatzkomponenten können alle oder teilweise entfallen oder durch andere Endeffektoren (nicht dargestellt) ersetzt werden.

**[0045]** Wenn von der Fügeeinrichtung (1) mehrere unterschiedliche Typen von Verbindungselementen (6) verarbeitet werden, empfiehlt sich eine adaptierbare Ausbildung der Setzeinrichtung und deren Austausch bei einem Typwechsel des Verbindungselements (6). Die Setzeinrichtung (18) kann hierbei als Ganzes oder in Teilen gewechselt oder umgerüstet werden, wobei der Endeffektor (10) an der Handhabungseinrichtung (4, 5) verbleiben kann. Diese austauschbare bzw. umrüstbare Ausbildung der Setzeinrichtung (18) ist auf verschiedene Weise möglich.

**[0046]** Im gezeigten Ausführungsbeispiel von [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) ist die Setzeinrichtung (18) mehrteilig ausgebildet und besteht aus einer Basiseinheit (32), die mit dem Gestell (12) verbunden ist und bei der Umrüstung an diesem verbleibt sowie aus einer typspezifischen Setzeinheit (33), die bei einem Typwechsel ausgetauscht wird. [Fig. 2](#) zeigt die Setzeinheit (33) in einer abgelegten Stellung.

**[0047]** Die Basiseinheit (32) kann mit dem Gestell (12) fest oder beweglich verbunden sein. In der gezeigten Ausführungsform ist sie an einer nachfolgend beschriebenen Dreheinheit (21) angeordnet. Die Basiseinheit (32) weist einen Versorgungsanschluss (38) in der Art einer mehrfachen Schnittstelle zur Verbindung mit der vorerwähnten externen Versorgungseinrichtung (39) auf. Hier sind mehrere Schläuche oder Transportleitungen parallel für die verschiedenen Typen von Verbindungselementen (6) angeordnet. Die Basiseinheit (32) kann ferner eine Auftrageinrichtung (19) für ein Dichtmittel aufweisen, welches auf das Bolzenteil (7) vor dem Setzen aufgetragen wird. Die Basiseinheit (32) kann ferner einen Vorschub in Füge- oder Axialrichtung haben, wobei diese Richtung mit der nachfolgend beschriebenen Drehachse (22) und einer Vorschubachse der ebenfalls nachfolgend beschriebenen Andrückeinrichtung (16) zusammenfallen kann oder parallel verläuft.

**[0048]** Die Basiseinheit (32) und die Setzeinheit (33) besitzen eine Andockeinheit (36) und eine Wechselkupplung (37) für ihre lösbare Verbindung. Die Wechselkupplung (37) ist z. B. in der Art einer mechanischen Wechselkupplung für Roboterhände ausgestaltet und ist automatisiert bzw. fernsteuerbar. Die Basiseinheit (32) und die Setzeinheit (33) tragen formschlüssig zusammenpassende männliche und weibliche Kupplungsteile. Die Andockeinheit (36) dient zum Schließen von gestellfest am Basisteil (32) angeordneten Leitungsverbindungen und weist Kupplungen für Betriebsmittel, z. B. Leistungs-, Steuer- und Signalströme, Fluide etc. auf.

**[0049]** Die Setzeinheit (33) besitzt ein Gestell (34) mit einer Aufhängung (35) zur Positionierung und Unterbringung in einem Magazin (nicht dargestellt). Sie hat ferner einen Setzkopf (40), der an zumindest einen jeweiligen Typ von Verbindungselement (6) angepasst sein kann. Der Setzkopf (40) kann einen in Füge- oder Axialrichtung ausfahrbaren Schaft mit einer stirnseitigen Aufnahme, z. B. einem Saughalter, für ein Verbindungselement (6), insbesondere den Kopf eines Bolzenteils (7), aufweisen.

**[0050]** Am Setzkopf (40) kann an geeigneter Stelle, z. B. am besagten Schaft, eine Fügehilfe (41) angeordnet sein, die das Setzen des Verbindungselement (6) in der Aufnahmeöffnung (15) unterstützt, z. B. durch Vibrationen oder Rüttelbewegungen. Ein wegen ungünstiger Toleranzen oder aus anderen Gründen schwergängiges Verbindungselement (6) kann beim Vorschub eingerüttelt werden, wobei die Fügehilfe (41) z. B. einen Rüttelantrieb aufweist, der quer und/oder längs zum Bolzenschaft wirkt.

**[0051]** Ferner besitzt der Setzkopf (40) einen angepassten Elementhalter (43), der aus einer gabelförmigen Stütze für das vordere Schaftende des Bolzenteils (7) und aus zwei schalenförmigen und aufklappbaren Haltebacken für den Schaft besteht (vgl. [Fig. 2](#)). In den Elementhalter (43) wird das benötigte Verbindungselement (6) eingeschossen und vor dem Schaft des Setzkopfes (40) positioniert sowie an diesen übergeben. Der Setzkopf (40) und insbesondere sein Elementhalter (43) ist über einen Schlauch oder eine andere Transportleitung (nicht dargestellt) in betriebsfertigem und gekoppeltem Zustand an die typspezifische Anschlussstelle des Versorgungsanschlusses (38) angebunden.

**[0052]** An der Setzeinheit (33) kann ferner eine Entsorgungseinrichtung (42) angeordnet sein, die mit dem Elementhalter (43) verbunden ist und zur Entsorgung von unbrauchbaren Verbindungselementen (6) dient. Hierfür hat der Elementhalter (43) einen zweiten schalenförmigen Aufnahmebereich.

**[0053]** Die Handhabungseinrichtung (4) kann bei einem Typwechsel die Setzeinheit (33) selbsttätig an einem Magazin wechseln. Nach einem Wechsel werden auch die Versorgungseinrichtung (39) umgesteuert und ggf. die anderen Komponenten im Endeffektor (10) umgesteuert oder umgerüstet.

**[0054]** Die Bearbeitungseinrichtung (14) kann zum Einbringen und Ansenken der Aufnahmeöffnung (15) an den Werkstücken (2, 3) dienen und besitzt z. B. eine Bohreinheit (24) mit einem wechselbaren Bohrer, die ebenfalls mit der Dreheinheit (21) verbunden ist und einen Vorschub in Axial- oder Füge- oder Axialrichtung aufweist. Bei einem Typwechsel wird ggf. der Bohrer manuell oder automatisch getauscht. Statt einer Bohreinheit (24) kann eine beliebige andere geeignete

Einheit zum Einbringen der angesenkten Aufnahmeöffnung (15) vorhanden sein.

**[0055]** Die Andrückeinrichtung (16) ist frontseitig und bevorzugt an der dem Anschluss (13) gegenüberliegenden Seite des Endeffektors (10) angeordnet. Das Gestell (12) kann in der in [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) gezeigten Weise aus einer rückseitigen Tragplatte mit dem Anschluss (13) und zwei in Fügerichtung vorstehenden, endseitig angeordneten Tragarmen bestehen. An deren Frontende ist eine Brücke (25) beweglich angeordnet, die aus einem Brückenkopf und in den Tragarmen linearbeweglich gelagerten Stützarmen besteht. Mittels einer Zustelleinrichtung (26), z. B. eines auf die Stützarme wirkenden Vorschubs, kann die Brücke (25) in Axial- und Fügerichtung ausgefahren werden.

**[0056]** Die Andrückeinrichtung (16) kann ferner eine Druckstempelbuchse (29) an der Frontseite und in zentraler Anordnung an der zentral verdickten, arm- oder leistenförmigen Brücke (25) aufweisen. Die Druckstempelbuchse (29) kann schwenkbar, z. B. über eine Kalotte (30), in der Brücke (25) gelagert sein und steht stirnseitig über diese vor. Innenseitig weist die Druckstempelbuchse (29) eine Durchgangsöffnung (31) auf, durch die das Verbindungselement (6) gesetzt werden kann.

**[0057]** Für den Fügeprozess positioniert die Handhabungseinrichtung (4) zunächst den Endeffektor (10) an der vorgesehenen Fügestelle und bleibt dafür in einem kleinen Abstand von z. B. 10 mm, stehen. Anschließend wird die Andrückeinrichtung (16) aktiviert und fährt die Brücke (25) mit ihren beiden endseitigen Stützarmen aus, bis die Druckstempelbuchse (29) Kontakt mit dem Werkstück (2) hat und hier mit einem vorbestimmten Druck angepresst wird.

**[0058]** Die Positionierung des Endeffektors (10) am Werkstück (2) kann in der Winkellage ungenau sein. Die Fügeachse sollte eine bestimmte Winkelstellung gegenüber der Werkstückoberfläche einnehmen und z. B. an der Fügestelle senkrecht ausgerichtet sein. Für die korrekte Ausrichtung ist eine Kontrolleinrichtung (20) vorgesehen, die in unterschiedlicher Weise ausgebildet sein kann. Ferner kann eine Positioniereinrichtung (17) vorhanden sein, die bei Bedarf eine vorhandene Fehlstellung korrigiert.

**[0059]** Die Kontrolleinrichtung (20) weist in der gezeigten Ausführungsform eine Messkamera (27) auf, die mit ihrer Sicht- und Kameraachse (28) längs der Fügeachse ausgerichtet ist und in Funktionsstellung durch die Durchgangsöffnung (31) zum Werkstück (2) blickt. Die Sichtachse (28) fluchtet dabei mit der Fügeachse.

**[0060]** Die schwenkbare Druckstempelbuchse (29) richtet sich mit ihrem z. B. ringförmigen Kontaktele-

ment nach der vorhandenen Oberflächenkontur und Krümmung des Werkstücks (2) aus. Wenn der Endeffektor (10) bzw. die Brücke (25) mit ihrer Vorschubrichtung nicht parallel zur gewünschten Fügeachse ausgerichtet ist, führt die Druckstempelbuchse (29) eine Schwenkbewegung aus und nimmt die in [Fig. 4](#) gezeigte Kipplage ein, wobei die gestrichelt dargestellte Buchsenachse von der Sicht- und Fügeachse (28) abweicht.

**[0061]** Die Messkamera (27) blickt durch die Durchgangsöffnung (31) und sieht mehrere z. B. ringförmige Öffnungskonturen. Wenn die Sicht- und Fügeachse (28) in der gewünschten Weise normal zur Werkstückoberfläche ausgerichtet ist, ist die Druckstempelbuchse (29) nicht verdreht, wodurch die besagten Öffnungskonturen als konzentrische Kreise um die Achse (28) erscheinen. In der in [Fig. 4](#) gezeigten Kippstellung sieht die Messkamera (27) Ellipsen statt Kreise, wobei die Ellipsen auch noch gegenseitig verschoben sind. Aus diesen Referenzbildern kann die Messkamera (27) den Winkelversatz und die Fehlausrichtung erkennen und ggf. auch messtechnisch erfassen bzw. berechnen.

**[0062]** Die Kontrolleinrichtung (20) und insbesondere die Messkamera (27) kann mit der Robotersteuerung und z. B. der vorerwähnten Positioniereinrichtung (17) verbunden sein. Von der Positioniereinrichtung (17) wird der Endeffektor (10) zur Korrektur der Fehlstellung bewegt. Wenn eine messtechnische Erfassung der Fehllage möglich ist, erhält die Robotersteuerung einen entsprechenden Korrekturwert für die Korrekturbewegung des Roboters (4). Alternativ kann der Roboter (4) in Schleichfahrt den Endeffektor (10) verfahren, bis die Kontrolleinrichtung (20) eine korrekte Winkelausrichtung feststellt.

**[0063]** In Abwandlung der gezeigten Ausführungsform kann statt der Messkamera (27) eine beliebige andere Sensorik für die Kontrolleinrichtung (20) eingesetzt werden. Dies können z. B. mehrere im Dreieck und mit gegenseitigem Abstand angeordnete Näherungssensoren oder Kontaktsensoren sein, welche berührungslos oder in Kontakt die fehlerhafte Winkelausrichtung bei der Zustellung registrieren. Alternativ kann die Werkstückoberfläche an der Fügestelle durch eine optische Vermessung oder auf beliebige andere Weise erfasst und zur winkeltgerechten Zustellung des Endeffektors (10) bzw. die Andrückeinrichtung (16) verwendet werden.

**[0064]** In der gezeigten Ausführungsform sind die Bohreinheit (24) und die Kamera (27) ebenfalls an der Dreheinheit (21) angeordnet. Die revolverartig ausgebildete Dreheinheit (21) besitzt ein zentrales schlankes Tragelement, welches sich um eine Drehachse (22) drehen kann und von einem steuerbaren Drehantrieb (23) beaufschlagt wird, der z. B. an der endseitigen Tragplatte des Gestells (12) angeordnet

ist. Die Bearbeitungseinrichtung (14) und die Setzeinrichtung (18) können an der Dreheinheit (21), insbesondere an deren Tragelement, längs beweglich angeordnet und mit einem steuerbaren Vorschubantrieb versehen sein. Die Drehachse (22) kann im unteren Tragarm oder auch im Stützarm der Andrückeinrichtung (16) verlaufen und mit der vorerwähnten Zustellachse fluchten oder zumindest zu dieser parallel sein.

**[0065]** Die Bearbeitungseinrichtung (14), die Setzeinrichtung (18) und die Kontrolleinrichtung (20), insbesondere die Messkamera (27), sind mit ihren Wirkachsen revolverartig im gleichen radialen Abstand um die Drehachse (22) angeordnet und dabei in Umfangsrichtung verteilt. Durch eine gesteuerte Drehbewegung der Dreheinheit (21) werden diese Einrichtungen (14, 18, 20) zwischen einer Ruhestellung und einer Betriebsstellung hin und her bewegt, in welcher ihre Wirkachse mit der Aufnahmeöffnung (15) und der Fügeachse (28) fluchtet.

**[0066]** Fig. 5 verdeutlicht eine weitere Einsatzmöglichkeit für die Messkamera (27) nach Einbringen der Aufnahmeöffnung (15). Die Kamera (27) blickt durch die Durchgangsöffnung (31) und die Aufnahmeöffnung (15) und erfasst ein auf der anderen Werkstückseite vom anderen Endeffektor (11) positioniertes Verbindungselementteil bzw. Gegenstück (8). Wenn dieses nicht korrekt zur Fügeachse (28) und zur Durchgangsöffnung (15) ausgerichtet ist, erkennt dies die Messkamera (27), z. B. durch einen Konturenversatz oder eine elliptische Verformung einer normalerweise kreisförmigen Referenzkontur des Gegenstücks (8). Die Messsignale und ggf. Auswertergebnisse der Messkamera (27) können einer Positioniereinrichtung (51) für das Gegenstück (8) zugeführt werden, die z. B. am anderen Endeffektor (11) angeordnet ist und mit der die Lage des Gegenstücks (8) entsprechend korrigiert werden kann.

**[0067]** Ferner kann die Messkamera (27) die Form und Größe der Aufnahmeöffnung (15) vor dem Setzen des Verbindungselements (6) vermessen und mit einer Vorgabe nebst Toleranz vergleichen. Die Formen und Maße des im Elementhalter (43) präsentierten Verbindungselements (6) sind ebenfalls bekannt, z. B. aus einer Vorgabe oder aus einer Elementvermessung. Wenn die Aufnahmeöffnung (15) und das Verbindungselement (6) nicht vorgabegerecht zusammen passen, weil z. B. die Aufnahmeöffnung (15) Übermaß hat, kann das ggf. bereits mit Dichtmittel versehene Verbindungselement (6) durch die Entsorgungseinrichtung (42) entfernt werden. Zur Lösung des Problems kann aus einem mitgeführten Magazin oder dgl. ein besser passendes anderes Verbindungselement zugeführt und gefügt werden oder die Fügestelle wird markiert, z. B. für ein späteres manuelles Nachfügen.

**[0068]** Auch für die vorgenannten Zusatzfunktionen der Messkamera (27) oder eines anderen Mess- und Erfassungselements der Kontrolleinrichtung (20) kann eine signal- und/oder steuertechnische Anbindung an die Robotersteuerung oder eine andere Steuerung der Fügeinrichtung (1) vorgesehen sein.

**[0069]** Fig. 6 und Fig. 7 verdeutlichen die Ausbildung des bei einem mehrteiligen Verbindungselements (6) ggf. vorhandenen weiteren Endeffektors (11). Dieser weist ein Gestell (44) mit einem rückseitigen Anschluss (13) auf. Im Gestell (44) ist eine Andrückeinrichtung (45) starr oder ggf. axial ausfahrbar angeordnet, welche in Betriebsstellung am anderen Werkstück (3) gegenüber der Druckstempelbuchse (29) angepresst wird.

**[0070]** Der Endeffektor (11) weist ferner eine Zuführeinrichtung (50) für ein Elementteil (8), insbesondere ein Gegenstück in Form einer Nuss oder Mutter oder eines Schließrings oder Quetschkragens, auf, wobei in die Zuführeinrichtung (50) eine Positioniereinrichtung (51) zur Veränderung der Gegenstücklage eingebaut sein kann. Im Gestell (44) ist ferner eine Betätigungseinrichtung (46) für das Gegenstück (8) angeordnet. Dies kann z. B. eine Schraubeinheit (47) sein, welche einen steuerbaren Motor (48) und ein Getriebe (49) aufweist und auf das von den Einrichtungen (50, 51) in Position gehaltene Gegenstück (8) einwirkt. Die Betätigungseinrichtung (46) kann das Gegenstück (8) auf das vorstehende Ende des Bolzenteils (7) aufschieben, an den Werkstücken (2, 3) andrücken und in geeigneter Weise fixieren, z. B. durch Quetschen eines verformbaren Bundes am Gegenstück (8). Hierbei wird die vorerwähnte formschlüssige Verbindung zwischen Gegenstück (8) und dem Schaft des Bolzenteils (7) geschlossen.

**[0071]** Der Endeffektor (11) kann im Bereich der Betätigungseinrichtung (46) außerdem die vorerwähnte Drehsicherung (52) aufweisen. Wie Fig. 9 bis Fig. 11 verdeutlichen, kann die Drehsicherung (52) z. B. einen Sechskantbolzen aufweisen, der in die Stirnöffnung (53) eingeführt wird und der drehfest angeordnet ist, wobei er das rückseitig vom Setzkopf (40) angepresste Bolzenteil (7) drehfest hält.

**[0072]** Fig. 9 bis Fig. 11 verdeutlichen die drei Fügeschritte, wobei gemäß Fig. 9 zunächst das Gegenstück (8) gegenüber dem durch die Aufnahmeöffnung (17) ragenden Schaft des Bolzenteils (7) positioniert wird, wobei die Andrückeinrichtung (45) gegen das Werkstück (3) drückt. Das andere Werkstück (2) wird durch die Andrückeinrichtung (16) oder ggf. nach deren Rückzug durch den vorgeschobenen Setzkopf (40) und den konischen Bolzenkopf angepresst. In Fig. 10 ist die Fügstellung beim Aufschieben und ggf. Aufdrehen des Gegenstücks (8) auf dem Schaftende dargestellt. Fig. 11 verdeutlicht die Rückzugstellung am Ende des Fügeprozesses, wobei an-



schließlich die Endeffektoren (**10, 11**) von der Füge-  
stelle entfernt und an der nächsten Füge-  
stelle neu positioniert werden.

**[0073]** Abwandlungen der gezeigten und beschrie-  
benen Ausführungsformen sind in verschiedener  
Weise möglich. Die gezeigten und beschriebenen  
Komponenten eines Endeffektors (**10, 11**) bzw. der  
Fügeeinrichtung (**1**) können beliebig untereinander  
vertauscht oder kombiniert werden. Die vorbeschrie-  
benen Komponenten haben auch einzeln für sich  
eine erfinderische Bedeutung und können in Ab-  
wandlung der Ausführungsbeispiele mit konventio-  
nellen Effektoren, Fügewerkzeugen oder Fügeein-  
richtungen eingesetzt werden.

**[0074]** Die Setzvorrichtung (**18**) kann einteilig aus-  
gebildet sein und in der vorbeschriebenen Weise mit  
der Bearbeitungseinrichtung (**14**) und der Kontrollein-  
richtung (**20**) auf der Dreheinheit (**21**) kombiniert wer-  
den. Die Setzvorrichtung (**18**) kann alternativ starr  
und unter Entfall der Dreheinheit (**21**) im Gestell (**12**)  
angeordnet sein. Statt einer gemeinsamen Drehein-  
heit (**21**) sind auch andere, z. B. einzelne Zustellvor-  
richtungen, beispielsweise Schwenkvorrichtungen  
und/oder lineare Vorschubeinrichtungen, für die ge-  
nannten Einrichtungen (**14, 18, 20**) möglich. Die Ein-  
richtungen (**14, 18, 20**) können in ihren konstruktiven  
Details auch anders ausgebildet sein. Die Setzein-  
richtung (**18**) kann z. B. ein Magazin für mehrere ver-  
schiedene Verbindungselemente (**6**) mitführen. Auch  
am anderen Endeffektor (**11**) kann ein solches Maga-  
zin für einen Typ oder für mehrere verschiedene Ge-  
genstände (**8**) intern und/oder extern vorhanden sein.  
Der andere Endeffektor (**11**) kann in weiterer Ab-  
wandlung nur einen Gegehälter oder eine Schlag-  
oder Drückeinheit zum Breitschlagen des vorderen  
Schafthendes am Bolzenteil (**7**) und zur Bildung eines  
zweiten Nietkopfs aufweisen. Der andere Endeffektor  
(**11**) kann zudem entfallen und das Fügewerkzeug (**9**)  
einteilig ausgebildet sein.

<b>17</b>	Positioniereinrichtung
<b>18</b>	Setzeinrichtung
<b>19</b>	Auftrageinrichtung für Dichtmittel
<b>20</b>	Kontrolleinrichtung
<b>21</b>	Dreheinheit
<b>22</b>	Drehachse
<b>23</b>	Drehantrieb
<b>24</b>	Bohrereinheit
<b>25</b>	Brücke
<b>26</b>	Zustelleinrichtung
<b>27</b>	Kamera, Messkamera
<b>28</b>	Sichtachse, Fügeachse, Kameraachse
<b>29</b>	Druckstempelbuchse
<b>30</b>	Schwenklager, Kalotte
<b>31</b>	Durchgangsöffnung
<b>32</b>	Basiseinheit für Setzeinrichtung
<b>33</b>	Setzeinheit, Nietsetzeinheit
<b>34</b>	Gestell von Setzeinheit
<b>35</b>	Aufhängung
<b>36</b>	Andockeinheit
<b>37</b>	Wechselkupplung
<b>38</b>	Versorgungsanschluss, Schlauchanschluss
<b>39</b>	Versorgungseinrichtung
<b>40</b>	Setzkopf
<b>41</b>	Fügehilfe, Rütteleinheit
<b>42</b>	Entsorgungseinrichtung
<b>43</b>	Elementhalter, Niethalter
<b>44</b>	Gestell
<b>45</b>	Andrückeinrichtung
<b>46</b>	Betätigungseinrichtung
<b>47</b>	Schraubeinheit
<b>48</b>	Motor
<b>49</b>	Getriebe
<b>50</b>	Zuführeinrichtung
<b>51</b>	Positioniereinrichtung
<b>52</b>	Drehsicherung
<b>53</b>	Stirnöffnung
<b>54</b>	Spanneinrichtung

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Fügeeinrichtung
<b>2</b>	Werkstück, Hülle, Außenhaut
<b>3</b>	Werkstück, Träger, Spant
<b>4</b>	Handhabungseinrichtung, Roboter
<b>5</b>	Handhabungseinrichtung, Roboter
<b>6</b>	Verbindungselement, Niet
<b>7</b>	Bolzenteil, Nietbolzen
<b>8</b>	Gegenstück, Nuss, Mutter, Quetschring
<b>9</b>	Fügewerkzeug
<b>10</b>	Werkzeugteil, Endeffektor
<b>11</b>	Werkzeugteil, Endeffektor
<b>12</b>	Gestell von Endeffektor
<b>13</b>	Anschluss, Roboteranschluss
<b>14</b>	Bearbeitungseinrichtung
<b>15</b>	Aufnahmeöffnung, Bohrung
<b>16</b>	Andrückeinrichtung

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 69001202 T2 [\[0002\]](#)
- US 4885836 A [\[0003\]](#)
- US 4762261 A [\[0004\]](#)
- DE 3535761 C1 [\[0004\]](#)

**Schutzansprüche**

1. Endeffektor (10) zum Fügen von Verbindungselementen (6), insbesondere Nieten, wobei der Endeffektor (10) ein Gestell (12) mit einer Bearbeitungseinrichtung (14) und einer Setzeinrichtung (18) für Verbindungselemente (6) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Setzeinrichtung (18) an verschiedene Typen von Verbindungselementen (6) adaptierbar ausgebildet und austauschbar am Gestell (12) angeordnet ist.

2. Endeffektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Setzeinrichtung (18) eine mit dem Gestell (12) verbundenen Basiseinheit (32) und eine wechselbare, typspezifische Setzeinheit (33) aufweist.

3. Endeffektor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Setzeinrichtung (18) eine Andockeinheit (36) und eine Wechsellkupplung (37) zur lösbaren Verbindung von Basiseinheit (32) und Setzeinheit (33) aufweist.

4. Endeffektor nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Basiseinheit (32) mit einer internen oder externen Versorgungseinrichtung (39) für Verbindungselemente (6) verbunden ist.

5. Endeffektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Basiseinheit (32) eine Auftrageinrichtung (19) für eine Dichtmittel aufweist.

6. Endeffektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Setzeinheit (33) einen Elementhalter (43) und einen Setzkopf (40) für Verbindungselemente (6) aufweist.

7. Endeffektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Setzeinheit (33) eine Fügehilfe (41) für Verbindungselemente (6) aufweist.

8. Endeffektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Setzeinheit (33) eine Entsorgungseinrichtung (42) für auszusondernde Verbindungselemente (6) aufweist.

9. Endeffektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Setzeinheit (33) eine Aufhängung (35) aufweist.

10. Endeffektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Endeffektor (10) einen Anschluss (13) zur festen oder lösbaren Verbindung mit einer Handhabungseinrichtung (4, 5) aufweist.

11. Endeffektor nach einem der vorhergehenden

Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Basiseinheit (32) an einer Dreheinheit (21) im Gestell (12) angeordnet ist.

12. Endeffektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an der Dreheinheit (21) die Bearbeitungseinrichtung (14) und eine Kontrolleinrichtung (20) in Umfangsrichtung verteilt angeordnet sind.

13. Endeffektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Endeffektor (10) eine Andrückeinrichtung (16) mit einer beweglichen Brücke (25) und einer Zustelleinrichtung (26) aufweist.

14. Endeffektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Dreheinheit (21) mit der Brücke (25) verbunden ist.

15. Endeffektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Dreheinheit (21) einen am Gestell (12) angeordneten Drehantrieb (23) und eine Drehachse (22) aufweist, die parallel oder fluchtend zu einer Stellachse der Zustelleinrichtung (26) angeordnet ist.

16. Endeffektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an der Brücke (25) eine schwenkbar gelagerte (30) Druckstempelbuchse (29) mit einer Durchgangsöffnung (31) angeordnet ist.

17. Endeffektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wirkachsen der Bearbeitungseinrichtung (14), der Setzeinrichtung (18) und der Kontrolleinrichtung (20) in Betriebsstellung mit der Durchgangsöffnung (31) fluchten.

18. Endeffektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bearbeitungseinrichtung (14) eine zustellbare Bohreinheit (24) aufweist.

19. Endeffektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontrolleinrichtung (20) eine Messkamera (27) mit einer zur Brücke (25) und in Betriebsstellung zur Durchgangsöffnung (31) gerichteten Sichtachse (28) aufweist.

20. Endeffektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messkamera (27) zur Erfassung der Normalen-Ausrichtung des Endeffektors (10) gegenüber einem Werkstück (2) ausgebildet ist.

21. Endeffektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mess-

kamera (27) zur Vermessung einer Aufnahmeöffnung (15) in einem Werkstück (2, 3) für das Verbindungselement (6) ausgebildet ist.

22. Endeffektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messkamera (27) zur Lageerfassung eines hinter der Aufnahmeöffnung (15) angeordneten Gegenstücks (8) eines mehrteiligen Verbindungselements (6) ausgebildet ist.

23. Endeffektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontrolleinrichtung (20) mit mindestens einer Positioniereinrichtung (17, 51) für mindestens einen Endeffektor (10, 11) und/oder für ein Gegenstück (8) verbindbar ist.

24. Endeffektor (11) zum Fügen von mehrteiligen Verbindungselementen (6), insbesondere Nieten, wobei der Endeffektor (11) ein Gestell (44) mit einer Andrückeinrichtung (45) und mit einer Betätigungseinrichtung (46) für ein Elementteil (8), insbesondere ein hohles Gegenstück, des Verbindungselements (6) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Betätigungseinrichtung (46) eine Schraubeinheit (47) zum Drehen und ggf. Fixieren, insbesondere Quetschen, des Gegenstücks (8) aufweist.

25. Endeffektor nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Betätigungseinrichtung (46) eine Zuführeinrichtung (51) für das Elementteil (8) aufweist.

26. Endeffektor nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Schraubeinheit (47) einen Motor (48) und ein Getriebe (49) aufweist.

27. Endeffektor nach Anspruch 24, 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Betätigungseinrichtung (46) eine Drehsicherung (51) für das andere Elementteil (7) aufweist.

28. Endeffektor nach einem der Ansprüche 24 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuführeinrichtung (51) eine Positioniereinrichtung (51) für das Gegenstück (8) aufweist.

29. Fügewerkzeug mit mehreren Endeffektoren (10, 11) zum Fügen von mehrteiligen Verbindungselementen (6), insbesondere Nieten, wobei ein Endeffektor (10) zum Setzen eines ersten Teils (7), insbesondere eines Bolzenteils, des Verbindungselements (6) und ein anderer Endeffektor (11) zum Anbringen eines weiteren Teils (8), insbesondere eines hohlen Gegenstücks, vorgesehen und ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Endeffektoren (10, 11) nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 28 ausgebildet sind.

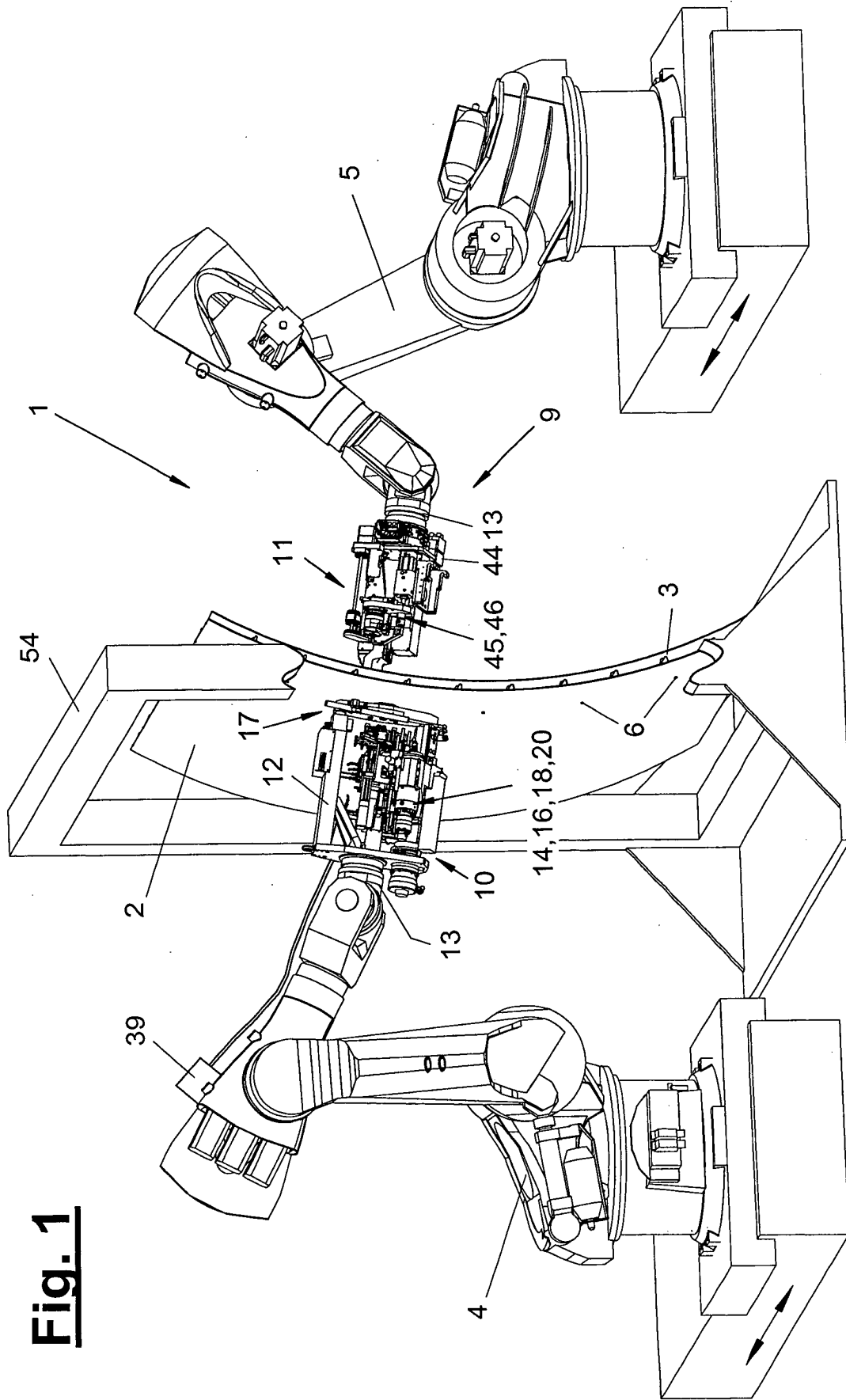
30. Fügeeinrichtung zum Fügen von Verbindungselementen (6), insbesondere Nieten, an Werkstücken (2, 3) wobei die Fügeeinrichtung (1) mindestens eine Handhabungseinrichtung (4, 5) mit mindestens einem Endeffektor (10, 11) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Endeffektor (10, 11) nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 28 ausgebildet ist.

31. Fügeeinrichtung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Handhabungseinrichtung (4, 5) als mehrachsiger Manipulator ausgebildet ist.

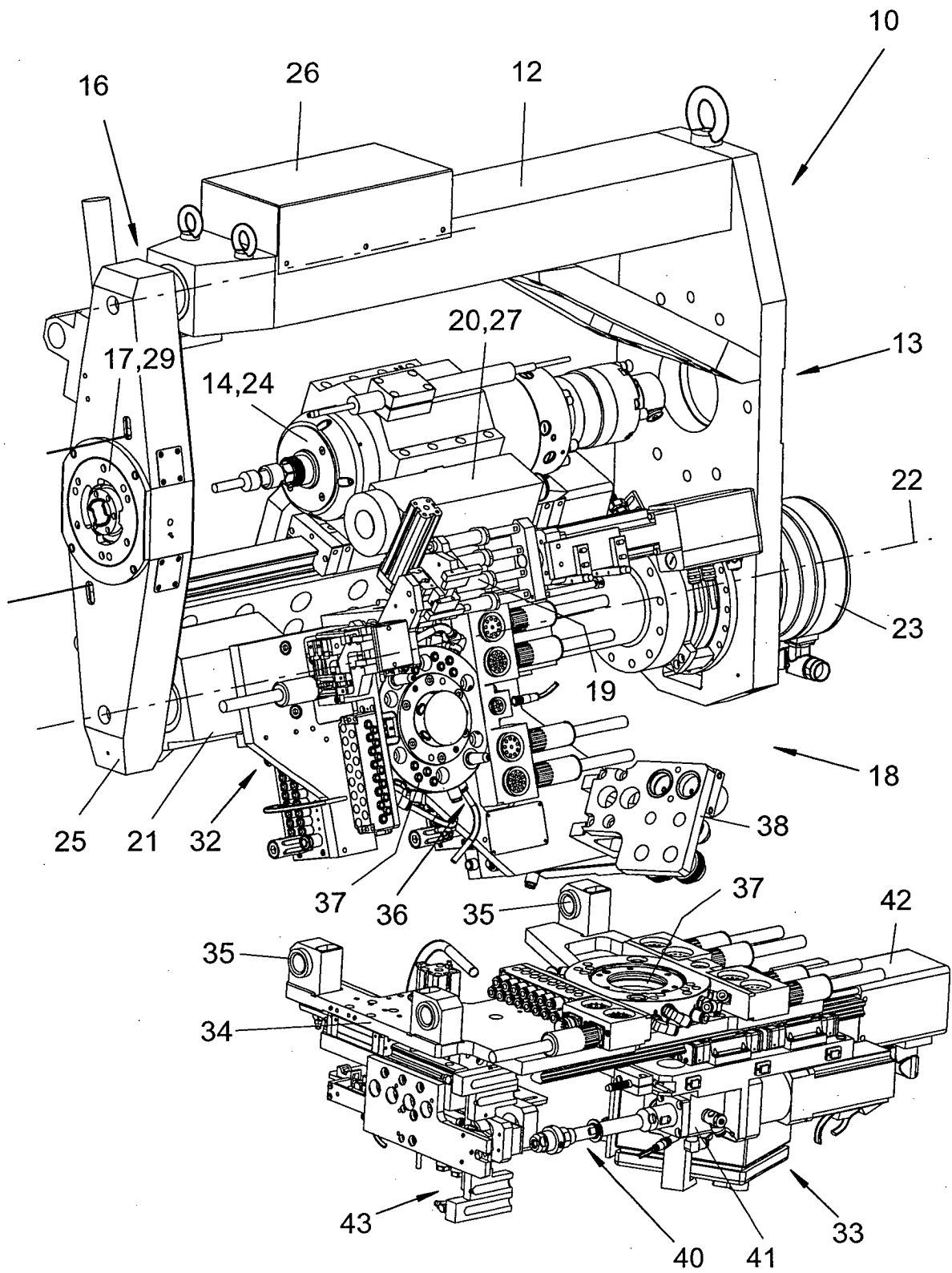
32. Fügeeinrichtung nach Anspruch 30 oder 31, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Manipulatoren (4, 5) mit Endeffektoren (10, 11) beidseits der zu fügenden Werkstücke (2, 3) angeordnet sind und als kooperierende master-slave-Roboter ausgebildet ist.

33. Fügeeinrichtung nach Anspruch 30, 31 oder 32, dadurch gekennzeichnet, dass ein Manipulator (4, 5) eine Versorgungseinrichtung (39) für mehrere unterschiedliche Typen von Verbindungselementen (6) oder deren Teilen (7,8) trägt.

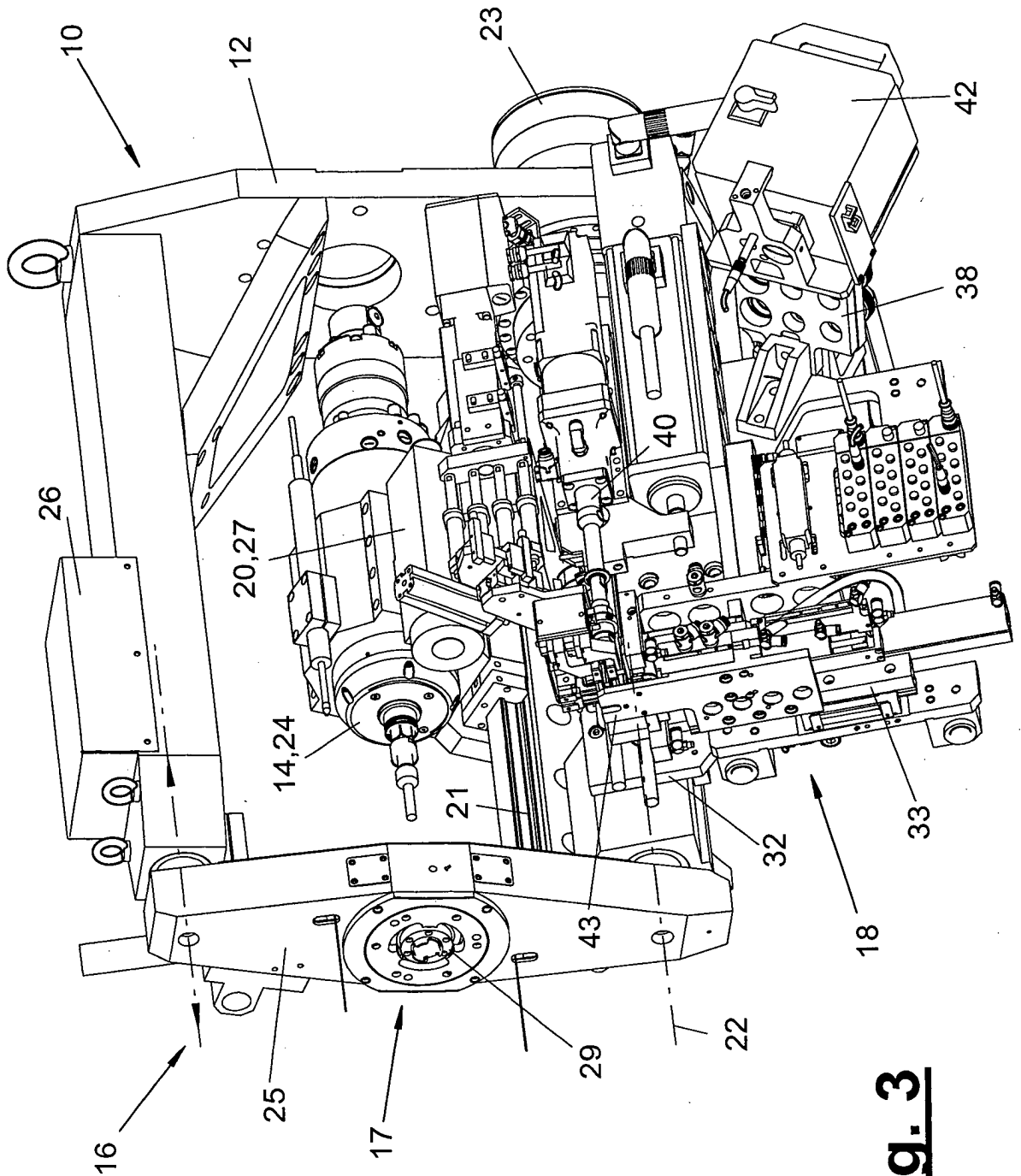
Es folgen 10 Blatt Zeichnungen



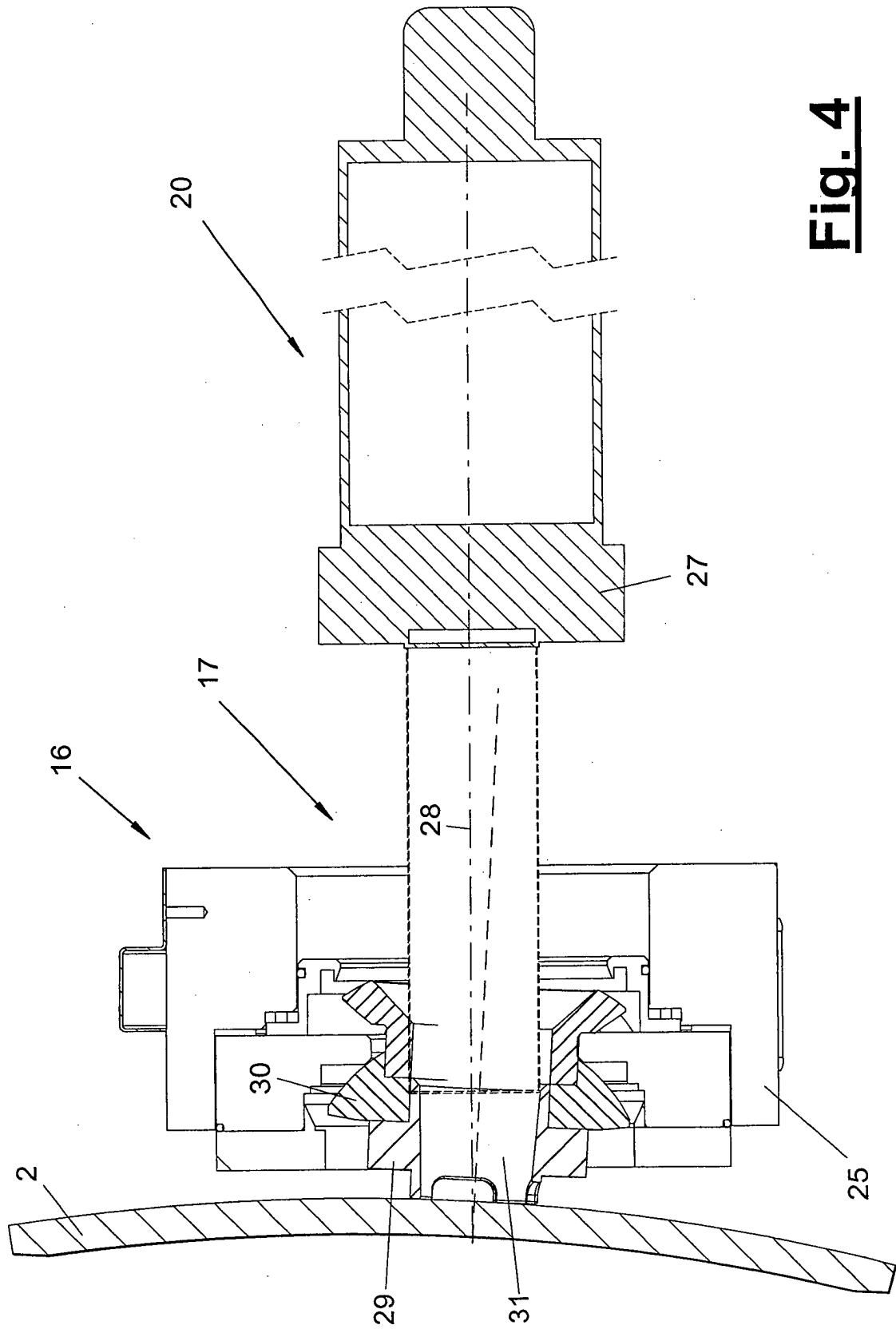
**Fig. 1**



**Fig. 2**

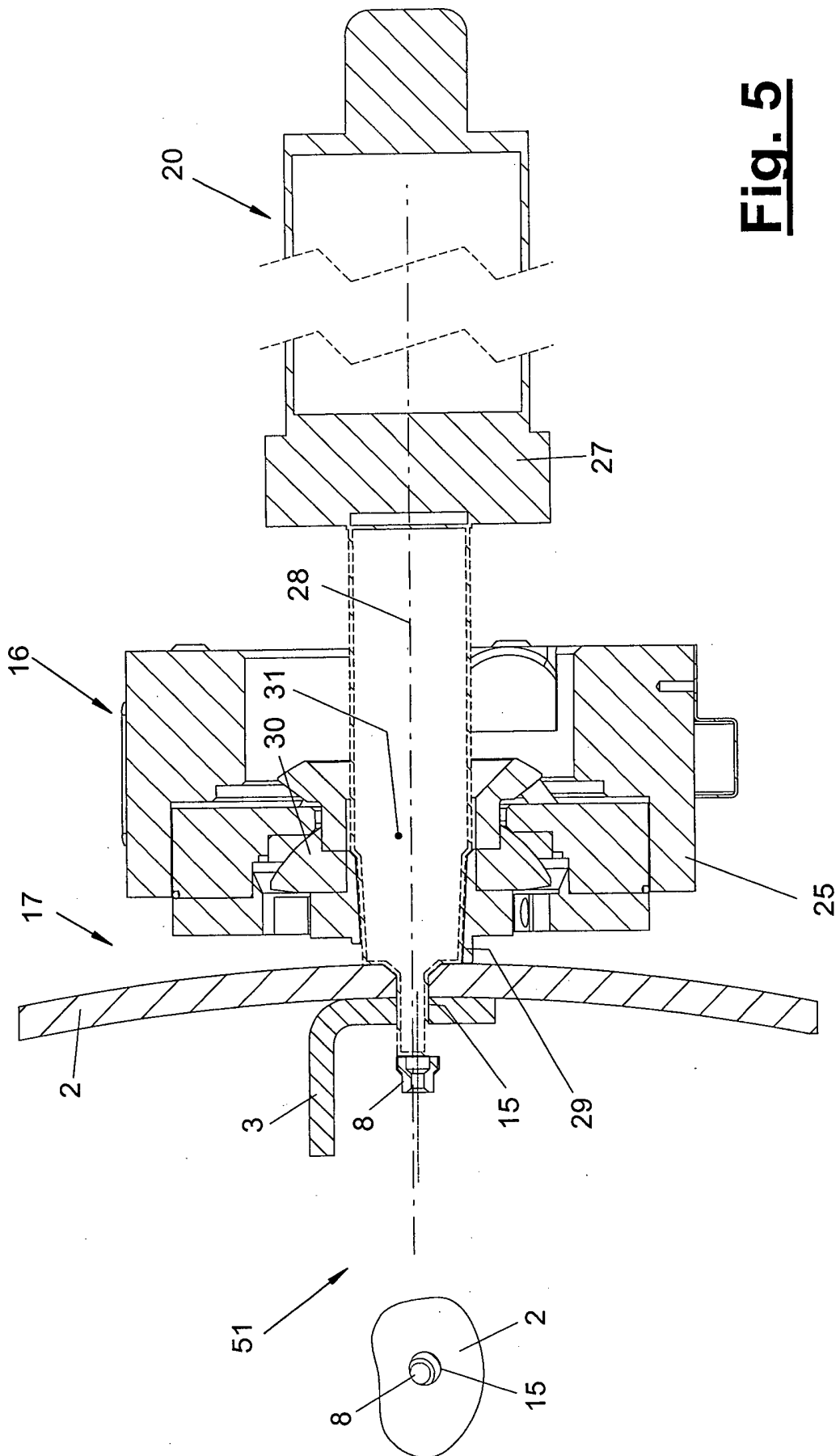


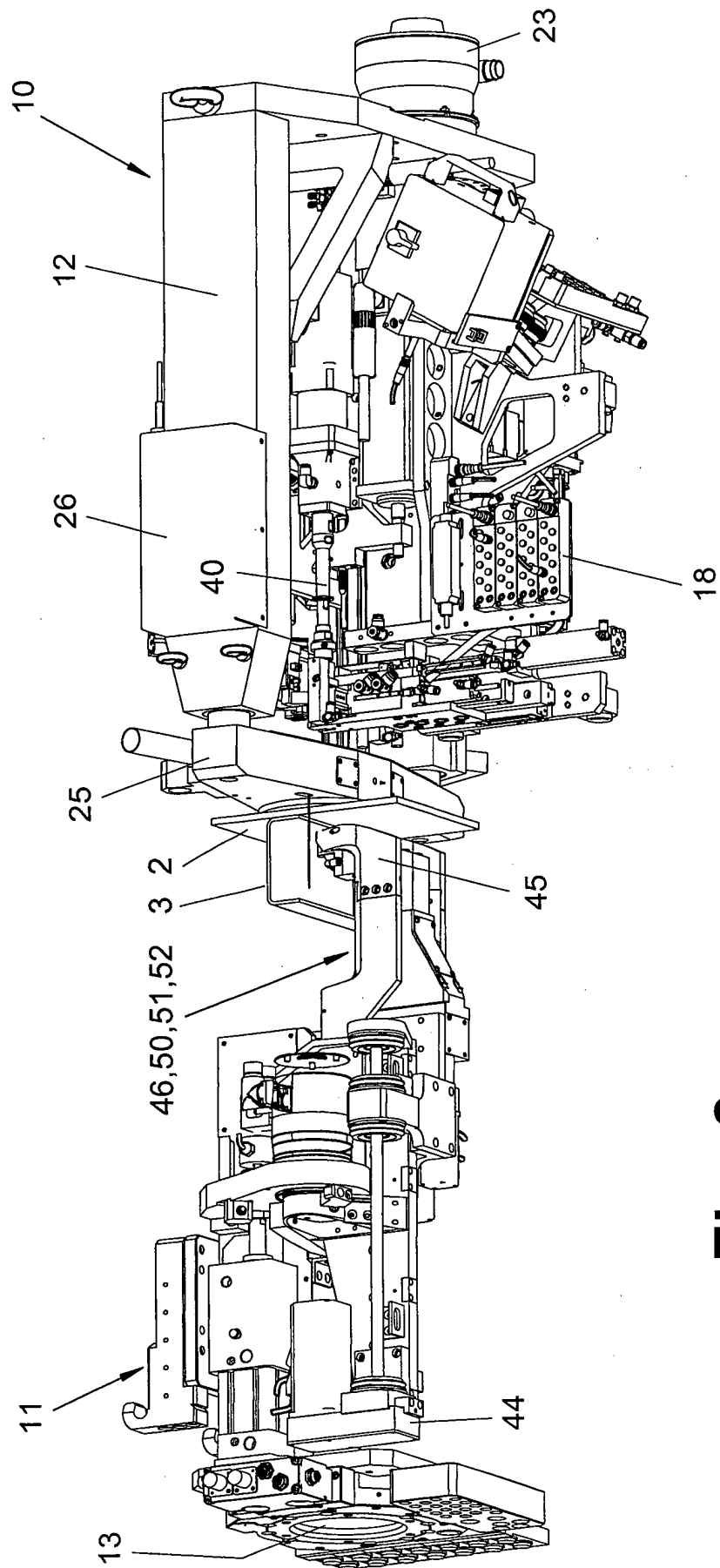
**Fig. 3**



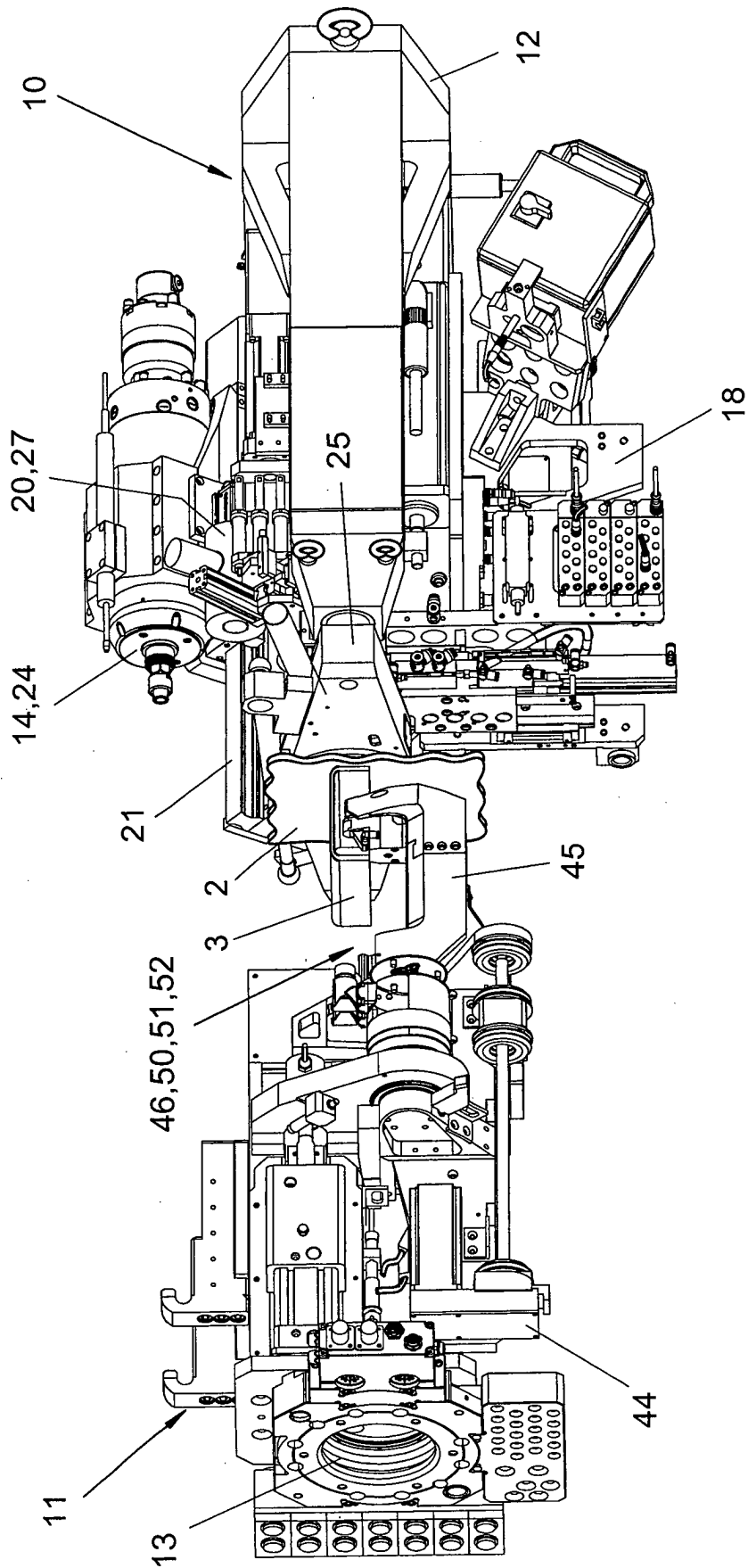
**Fig. 4**



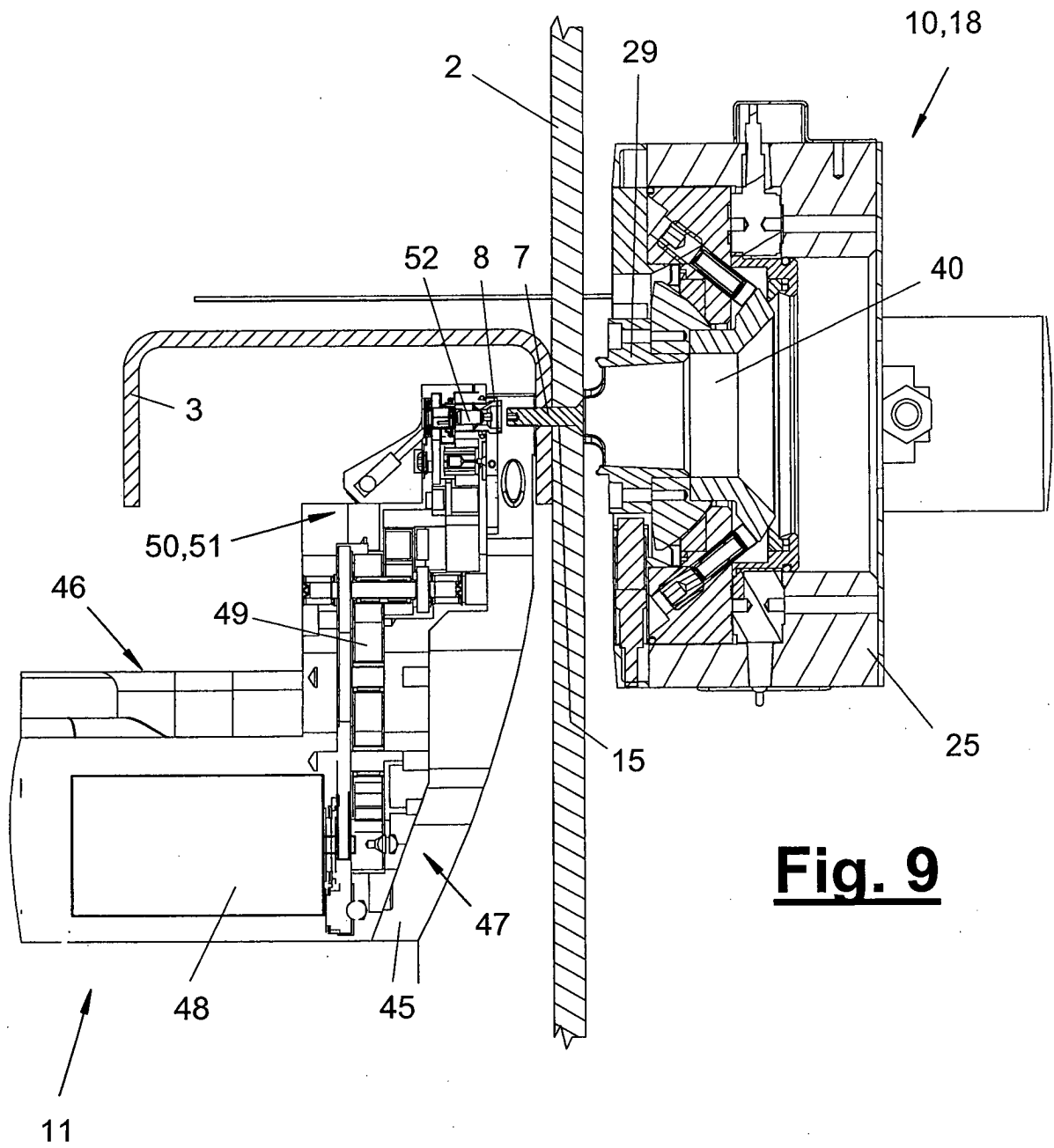




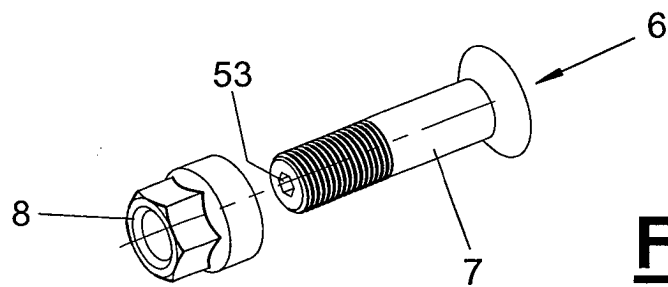
**Fig. 6**



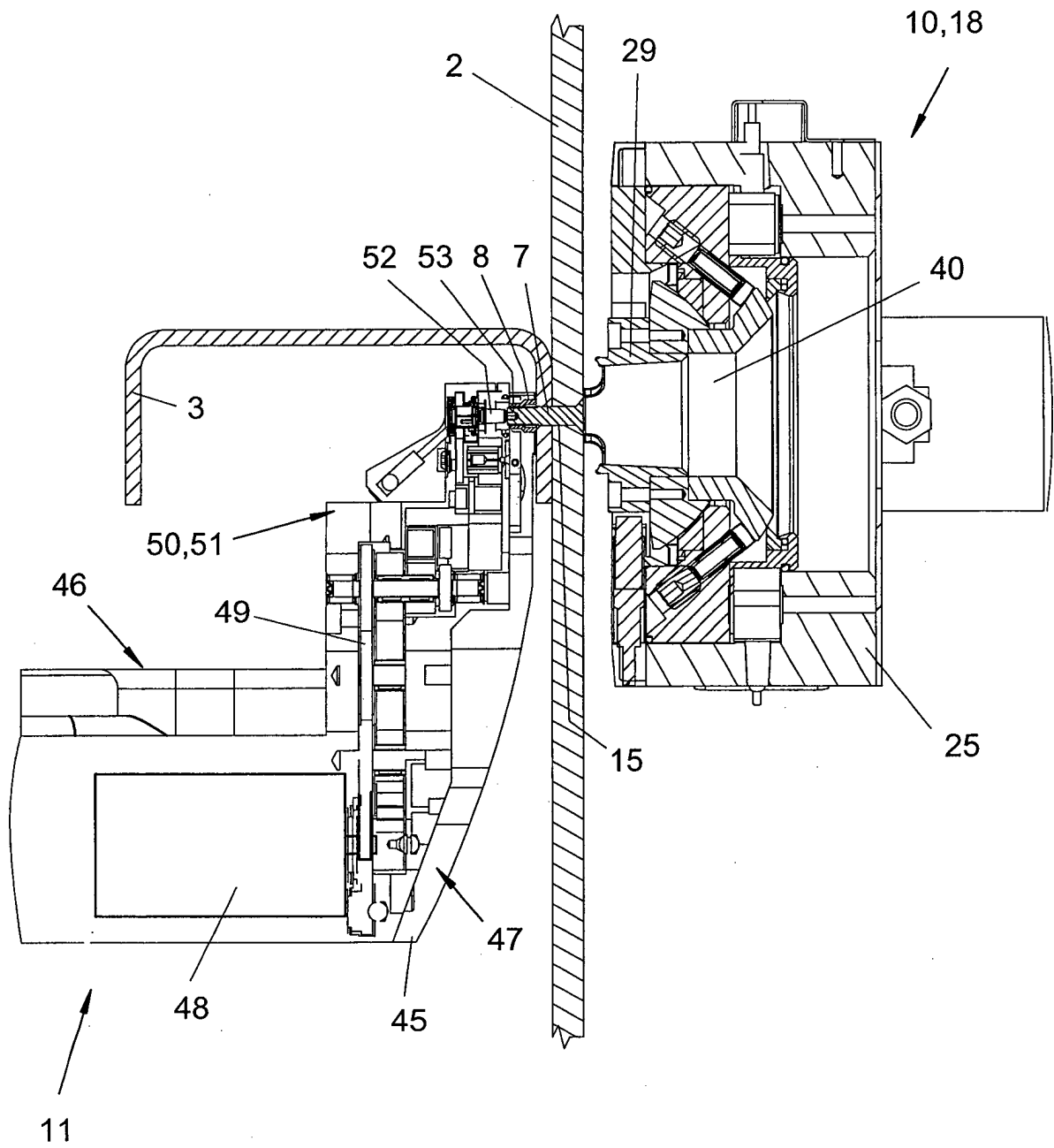
**Fig. 7**



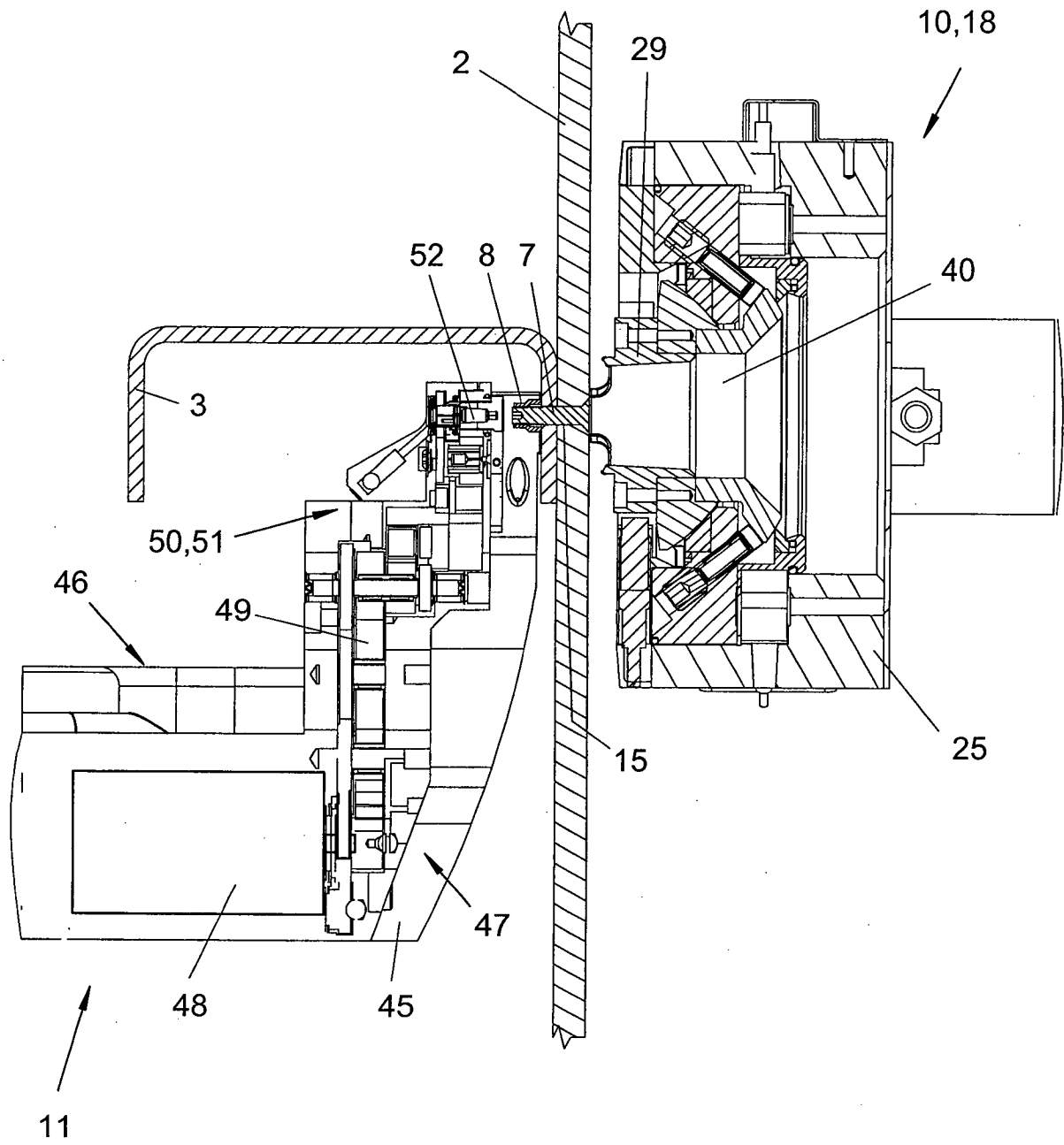
**Fig. 9**



**Fig. 8**



**Fig. 10**



**Fig. 11**