

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50596/2020
(22) Anmeldetag: 09.07.2020
(45) Veröffentlicht am: 15.08.2023

(51) Int. Cl.: **B21D 5/02** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 2344416 A1
US 6519996 B1
WO 2015129576 A1
DE 2163473 A1
WO 2013092507 A1

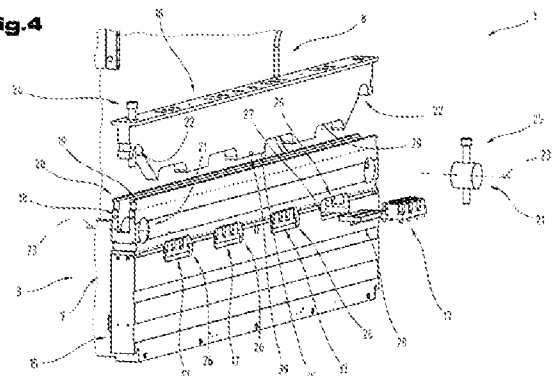
(73) Patentinhaber:
TRUMPF Maschinen Austria GmbH & Co. KG.
4061 Pasching (AT)

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

(54) Biegevorrichtung mit Durchbiegungsausgleich

(57) Die Erfindung betrifft eine Biegevorrichtung (1) zur Herstellung eines Bauteils durch Umformung eines Werkstücks aus Blech mit einem Pressentisch (3) und mit einem Pressbalken, der mittels einer Antriebsvorrichtung relativ zu dem Pressentisch (3) verstellbar ist, wobei der Pressentisch (3) einen Rumpf (15), einen Ausgleichsbalken (16) mit einer Werkzeugaufnahme und zwischen dem Rumpf (15) und dem Ausgleichsbalken (16) angeordnete Aktoren (17) zur elastischen Verformung des Ausgleichsbalkens (16) relativ zu dem Rumpf (15) umfasst. In dem Rumpf (15) ist eine schlitzförmige, sich parallel zu einer Längserstreckung des Pressentisches (3) erstreckende und zu dem Pressbalken hin offene Ausnehmung (18) ausgebildet, wobei der Ausgleichsbalken (16) in der Ausnehmung (18) des Rumpfs (15) aufgenommen ist und die Aktoren (17) zwischen einer Unterseite (29) des Ausgleichsbalkens (16) und einem Grund der Ausnehmung (18) des Rumpfs (15) angeordnet sind. Hydraulikzylinder der Aktoren (17) weisen jeweils mehrere Kolben auf und ein Wert einer Breite der Aktoren (17) ist kleiner oder maximal gleich groß ist wie ein Wert einer Dicke des Rumpfs (15).

Fig. 4



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Biegevorrichtung zur Herstellung eines Bauteils durch Umformung eines Werkstücks aus Blech gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Ein wesentliches Kriterium für die Qualität von Werkstücken, die durch Umformung von dafür vorgesehenen Blechteilen auf einer Biegepresse hergestellt werden, ist ein möglichst gleichmäßiger Biegewinkel entlang der Biegekante. Dazu ist es nötig, dass die Kante des Biegestempels über die sich ausbildende Biegekante hinweg gleich weit in die Vertiefung der Matrize eindringt. Voraussetzung dafür ist vor allem, dass während der Biegeumformung die Anlageflächen bzw. die auf das Blech einwirkenden Kanten der Biegewerkzeuge möglichst parallel zueinander ausgerichtet bleiben. Je nach der Anordnung der Biegewerkzeuge an den Werkzeugaufnahmen des Pressentisches und dem relativ dazu beweglichen Pressbalken als auch nach der Größe der aufzubringenden Umformkräfte kommt es in Reaktion auf die Umformkräfte zu einer Deformation bzw. Durchbiegung der Werkzeuanlageflächen. Zur Vermeidung von mit solchen Deformationen bzw. Durchbiegungen der Pressbalken einhergehenden Fertigungsfehlern sind bereits Vorrichtungen bekannt, bei denen der Pressentisch zur Kompensation konvex nach außen gekrümmt wird. Dies erfolgt in einem solchen Maße, dass die Durchbiegung des Pressbalkens und des Pressentisches im Bereich der einander gegenüberstehenden Biegewerkzeuge einander gleichen und dadurch die Stützflächen der Werkzeuge ausreichend parallel zueinander verlaufend gehalten werden.

[0003] So wird in dem Patent EP 1 452 302 B1 bereits ein entsprechendes Verfahren zur Korrektur eines Biegevorgangs in einer Biegepresse beschrieben, bei dem mit Hilfe von Sensoren die auftretenden Verformungskräfte gemessen werden und mit Hilfe von in dem Pressentisch vorgesehenen Hydraulikzylindern zusätzliche Kompensationskräfte erzeugt werden, durch die die Platte des Pressentisches im Wesentlichen gerade gehalten wird. Das Dokument behandelt dabei insbesondere Berechnungsverfahren, die beim Kalibrieren des Korrekturverfahrens für den Biegevorgang zur Anwendung gebracht werden können. Der Pressentisch der dabei beschriebenen Biegepresse ist im Wesentlichen Sandwich-artig strukturiert aufgebaut. Eine Mittelplatte, an deren Oberseite eine Werkzeugaufnahme für die Matrizen angeordnet ist, wird beidseitig, das heißt an der Vorder- und an der Rückseite, von jeweils einer weiteren Platte gestützt. Die seitlichen Enden aller drei Platten sind jeweils gemeinsam an dem Rahmen der Biegepresse befestigt.

[0004] Die DE 2344416 A1 beschreibt eine Abkantpresse mit einem feststehenden Pressentisch mit einem Unterwerkzeug und einem relativ zum Pressentisch auf und ab bewegbaren Pressbalken mit einem Oberwerkzeug. Das Ober- bzw. Unterwerkzeug ist dabei von den Kolben von mehreren, vertikal ausgerichteten, am Pressbalken bzw. Pressentisch befestigten, und über die Länge der Abkantpresse verteilt angeordneten hydraulischen Stützzylindern abgestützt. Die Stützzylinder sind untereinander kommunizierend zu einem in sich geschlossenen hydraulischen System verbunden bzw. verbindbar. Dadurch soll der Arbeitsdruck mit dem das Oberwerkzeug und das Unterwerkzeug gegeneinander gedrückt werden, über die gesamte Länge der Abkantpresse automatisch ausgeglichen und das Blechwerkstück über seine gesamte Länge gleichmäßig verformt werden.

[0005] Die US 6519996 B1 offenbart eine Abkantpresse bei welcher belastungsbediente Biegungen des Pressbalkens und des Pressentisches sensorisch erfasst und steuerungstechnisch ausgewertet werden. Mittels mehrerer steuerungstechnisch kontrollierter Hydraulikzylinder im Pressentisch wird bei einer elastischen Aufbiegung des Pressbalkens eine gegengleiche Anhebung bzw. Aufbiegung des Pressentisches bewirkt und soll so eine möglichst präzise Umformung eines zu biegenden Werkstücks erreicht werden.

[0006] Die WO 2015129576 A1 beschreibt ebenfalls eine Abkantpresse mit einem Pressentisch, dessen Stützebene für die Unterwerkzeuge konvex nach oben bombiert werden kann, um Aufbiegungen des Pressbalkens in dessen Mittelabschnitt auszugleichen. Zur Bombierung der Unterwerkzeug-Stützebene des Pressentisches sind motorische Exzenter-Stellantriebe vorgesehen, welche am Pressentisch befestigt sind und ausgehend vom Pressentisch in Richtung zur

Maschinenmitte abstehen.

[0007] Die DE 2163473 A1 beschreibt eine hydraulische Abkantpresse, bei der im mittleren Bereich des Pressentisches mindestens ein in Richtung zu dem Pressenbalken wirkender Hydraulikzylinder angeordnet ist. Dieser zumindest eine Hydraulikzylinder ist über Druckmittelleitungen mit eingebautem Druckminderungsventil an die zu den hydraulischen Stelleinrichtungen des Pressbalkens führenden Druckmittelleitungen angeschlossen. Durch diese hydraulische Kopplung soll erreicht werden, dass eine Durchbiegung des Pressbalkens nach oben mit einer Aufwärtsbiegung des Pressentisches einhergeht, wodurch vermieden werden soll, dass der Pressenbalken und der Pressentisch unter Belastung in der Mitte auseinanderklaffen.

[0008] Die WO 2013092507 A1 offenbart eine Abkantpresse mit einer aktiv nach oben hin bombierbaren Abstützebene für die Unterwerkzeuge am Pressentisch. Der Pressentisch umfasst dabei drei geschichtet angeordnete Plattenelemente, welche über zwei distanziert zueinander angeordnete Schwenklager miteinander verbunden sind und in welchen Plattenelementen senkrecht zur Plattenebene verlaufende Durchbrüche ausgebildet sind. In diesen Durchbrüchen ist jeweils ein Hydraulikzylinder angeordnet, über welche Hydraulikzylinder das mittlere Plattenelement relativ zu den beiden äußeren Plattenelement relativverstellbar ist, um so eine Bombierung der Abstützebene für die Unterwerkzeuge in Richtung nach oben zu bewerkstelligen.

[0009] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Biegevorrichtung zu schaffen, bei der eine Kompensation der Durchbiegung des Pressenbalkens bzw. des Pressentisches mit höherer Zuverlässigkeit durchgeführt werden kann.

[0010] Die Aufgabe der Erfindung wird gelöst durch eine Biegevorrichtung zur Herstellung eines Bauteils durch Umformung eines Werkstücks aus Blech mit einem Pressentisch und mit einem dem Pressentisch gegenüberliegend und parallel dazu ausgerichteten Pressbalken, der mittels einer Antriebsvorrichtung in einer senkrecht zu einer Längserstreckung des Pressentisches gerichteten Richtung relativ zu dem Pressentisch verstellbar ist, wobei der Pressentisch einen Rumpf, einen Ausgleichsbalken mit einer Werkzeugaufnahme und zwischen dem Rumpf und dem Ausgleichsbalken angeordnete Aktoren zur elastischen Verformung des Ausgleichsbalkens relativ zu dem Rumpf umfasst. Dabei ist in dem Rumpf eine schlitzförmige, sich parallel zu einer Längserstreckung des Pressentisches erstreckende und zu dem Pressbalken hin offene Ausnehmung ausgebildet, wobei der Ausgleichsbalken in der Ausnehmung des Rumpfs aufgenommen ist und die Aktoren zwischen einer Unterseite des Ausgleichsbalkens und einem Grund der Ausnehmung des Rumpfs angeordnet sind. Dadurch kann eine Biegevorrichtung erreicht werden, bei der eine Kompensation der Durchbiegung des Pressenbalkens bzw. des Pressentisches mit höherer Zuverlässigkeit auch während des Betriebes bei wechselnder Belastung im Zuge einer Biegeumformung durchgeführt werden kann.

[0011] Indem die Aktoren Hydraulikzylinder umfassen, die jeweils mehrere Kolben aufweisen, kann ein platzsparender Aufbau des Pressentisches erreicht werden.

[0012] Vorteilhaft ist auch die Weiterbildung der Vorrichtung, wonach ein Wert einer Breite der Aktoren kleiner oder maximal gleich groß ist wie ein Wert einer Dicke des Rumpfs. Dies ermöglicht einen insgesamt kompakten und platzsparenden Aufbau des Pressentisches, wobei die Aktoren quasi in der äußeren Umhüllung des im Wesentlichen plattenförmigen Rumpfs aufgenommen sind.

[0013] Vorteilhaft ist auch eine Weiterbildung der Biegevorrichtung, wobei in dem Rumpf sich senkrecht zu einer Vorderwand und einer Rückwand der Ausnehmung des Rumpfs, durch den Rumpf hindurch erstreckende Tunnel ausgebildet sind, und wobei jeweils ein Aktor an einem Boden der Tunnel befestigt ist.

[0014] Die Ausbildung der Biegevorrichtung, wonach die Tunnel mit den Aktoren über die Längserstreckung des Pressentisches hinweg äquidistant verteilt angeordnet sind, hat den Vorteil, dass auf diese Weise die Steuerung der Kompensation der Durchbiegung einfacher durchgeführt werden kann.

[0015] Vorteilhaft ist auch eine Weiterbildung der Biegevorrichtung, bei der in den Kolben der Aktoren Gewindelöcher ausgebildet sind, mit denen die Kolben an die Unterseite des Ausgleichsbalkens geschraubt sind. Dadurch kann die Steifigkeit bzw. die innere Stabilität des Pressentisches erhöht werden.

[0016] Von Vorteil ist insbesondere die Ausbildung der Vorrichtung, wobei der Rumpf des Pressentisches einstückig mit einer äußeren Form entsprechend einer etwa rechteckigen Platte ausgebildet ist, weil damit eine besonders hohe Steifigkeit des Rumpfs erreicht werden kann.

[0017] Die Weiterbildung der Biegevorrichtung, bei der die Ausnehmung für den Ausgleichsbalken in dem Rumpf in Längsrichtung des Pressentisches einen in etwa wannenförmigen Verlauf aufweist, erlaubt die Ausbildung von Lagerstellen in den längsseitigen Endbereichen, zwischen der Vorderwand und der Rückwand des Rumpfs mit ebenfalls hoher Steifigkeit.

[0018] Indem in längsseitigen Endbereichen des Pressentisches jeweils eine Lagerstelle für ein Drehlager mit einem Lagerbolzen zwischen dem Rumpf und dem Ausgleichsbalken ausgebildet ist, lässt sich die räumliche Lage und Ausrichtung der Werkzeugaufnahme während einer Biegeumformung gut und zuverlässig steuern.

[0019] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Biegevorrichtung ist vorgesehen, dass an einer Unterseite des Ausgleichsbalkens nach unten hin offene Lagerschalen für die Lagerstellen in den längsseitigen Endbereichen des Pressentisches ausgebildet sind.

[0020] Durch die Ausbildung der Vorrichtung, wonach zu einer jeden der Lagerstellen eine Schraube, mit der die jeweiligen längsseitigen Endbereiche des Ausgleichsbalkens gegen den Rumpf geschraubt sind, ausgebildet ist, wobei sich die Schrauben jeweils durch den Lagerbolzen hindurch und eine Achse des Lagerbolzens kreuzend erstrecken, wird sichergestellt, dass auch unter Last zwischen Ausgleichsbalken und Rumpf kein unerwünschtes mechanisches Spiel auftritt.

[0021] Von Vorteil ist auch, wenn bei der Vorrichtung zur Befestigung der Aktoren an dem Boden der Tunnel jeweils eine Montageplatte umfasst ist, wobei die Montageplatte mit mehreren, in etwa in einer Mitte der Ausnehmung positionierten Schrauben an dem Boden befestigt ist, und wobei die Aktoren jeweils durch eine erste Reihe von Verschraubungen im Bereich der Vorderwand und eine zweite Reihe von Verschraubungen im Bereich der Rückwand an der Montageplatte befestigt sind. Dadurch wird eine kostengünstige Herstellungsweise der Verbindung der Aktoren in dem Rumpf ermöglicht.

[0022] Eine für sich eigenständige Lösung der Erfindung wird auch durch eine Ausbildung der Biegevorrichtung, bei der in der Mitte der Längserstreckung des Pressentisches in der Ausnehmung des Rumpfs eine mittlere Lagerstelle zur Befestigung des Ausgleichsbalkens in dem Rumpf ausgebildet ist, erreicht.

[0023] Vorteilhaft ist dabei, wenn an der mittleren Lagerstelle eine Unterseite des Ausgleichsbalkens gegen eine Bodenfläche der Ausnehmung geschraubt ist.

[0024] In einer bevorzugten Weiterbildung der Biegevorrichtung ist vorgesehen, dass an der mittleren Lagerstelle ein mittlerer Lagerbolzen, der sich senkrecht zu der Vorderwand bzw. der Rückwand durch den Rumpf im Bereich dessen Bodenfläche hindurch erstreckt, angeordnet ist, wobei an der Unterseite des Ausgleichsbalkens eine mittlere Lagerschale mit einem etwa halbkreisförmigen Querschnitt zur Anlage an dem mittleren Lagerbolzen ausgebildet ist. Dadurch wird eine feste Einspannung des Ausgleichsbalkens in der Art eines mittig eingespannten Trägers, der nach seinen beiden Enden hin frei absteht, erreicht. Gleichzeitig wird auch eine Fixierung gegenüber einer unerwünschten Verschiebung des Ausgleichsbalkens in Richtung der Längserstreckung des Pressentisches relativ zu dem Rumpf erreicht.

[0025] Durch die Ausbildung, wonach in von der mittleren Lagerstelle abgewandten Bereichen der Längserstreckung des Pressentisches zwischen dem Grund der Ausnehmung des Rumpfs und der Unterseite des Ausgleichsbalkens ein Abstand ausgebildet ist, wird ein ausreichender Bewegungsraum für den Ausgleichsbalken bei einer Verbiegung unter Belastung während einer

Biegeumformung erreicht.

[0026] Die Ausführung der Biegevorrichtung, wonach die Aktoren doppelwirkende Hydraulikzylinder umfassen, durch die wahlweise Zugkräfte und Druckkräfte auf den Ausgleichsbalken ausgeübt werden können, hat den Vorteil, dass - wenn auch beide Varianten von Lagerstellen (Drehlager in den Enden und mittlere Lagerstelle) vorgesehen sind - die Biegevorrichtung wahlweise umgebaut werden kann. Dies ermöglicht aber auch, dass innerhalb der Reihe der mehreren Aktoren abwechselnd Zugkräfte und Druckkräfte auf den Ausgleichsbalken angewandt werden können.

[0027] Die Ausbildung der Biegevorrichtung, wobei in dem Pressentisch zumindest vier Tunnel mit Aktoren angeordnet sind, hat sich für die Steuerung der Kompensation der Durchbiegung des Pressenbalkens als besonders praktisch erwiesen.

[0028] Die Ausführung der Vorrichtung, wobei die Hydraulikzylinder der Aktoren jeweils zumindest drei Kolben aufweisen, hat den Vorteil, dass die Aktoren so platzsparend angeordnet werden können.

[0029] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

[0030] Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

[0031] Fig. 1 eine Biegevorrichtung bei der Bearbeitung eines Werkstücks in Vorderansicht;

[0032] Fig. 2 eine Biegevorrichtung mit einer Einrichtung zur Kompensation der Deformation des Pressentisches bzw. des Pressbalkens perspektivisch dargestellt;

[0033] Fig. 3 einen Längsschnitt durch den Pressentisch gemäß Fig. 2.;

[0034] Fig. 4 den Pressentisch gemäß Fig. 2 perspektivisch und teilweise in Explosionsdarstellung gezeigt;

[0035] Fig. 5 ein Detail des Längsschnitts des Pressentisches gemäß Fig. 3 perspektivisch dargestellt;

[0036] Fig. 6 ein Querschnitt des Pressentisches gemäß Fig. 3 perspektivisch dargestellt;

[0037] Fig. 7 ein Detail des Längsschnitts des Pressentisches gemäß Fig. 3.

[0038] 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.

[0039] Die Fig. 1 zeigt eine Biegevorrichtung 1 bei der Bearbeitung eines Werkstücks 2 in Vorderansicht. Die Biegevorrichtung 1 umfasst dazu einen Pressentisch 3 und dem gegenüberliegend, parallel dazu ausgerichtet einen Pressbalken 4. An dem Pressentisch 3 und dem Pressbalken 4 sind mit Hilfe entsprechender Werkzeugaufnahmen einander gegenüberstehende Biegewerkzeuge befestigt. Diese Biegewerkzeuge sind einerseits eine Matrize bzw. ein Biegegesenk 5 auf dem Pressentisch 3 und andererseits ein Biegestempel 6 an dem vertikal verstellbaren Pressbalken 4. Ein erster Seitenteil 7 und ein zweiter Seitenteil 8 bilden gemeinsam mit dem Pressentisch 3 einen feststehenden Maschinenrahmen der Biegevorrichtung 1. Mit Hilfe einer oder mehrerer Antriebsvorrichtungen 9 wird der Pressbalken 4 gegen den Pressentisch 3 bewegt und werden auf diese Weise die erforderlichen Umformkräfte zur Biegeumformung des Werkstücks 2 erzeugt.

[0040] Die bei der Biegeumformung in den Komponenten der Biegevorrichtung 1 auftretenden Kräfte bzw. die in Reaktion auf die Kräfte auftretenden Verformungen sind in der Fig. 1 durch Pfeile bzw. strichliert angedeutete Biegelinien dargestellt. Dies sind einerseits durch die Antriebs-

vorrichtungen 9 erzeugte Biegekräfte 10 und andererseits in Reaktion darauf ein Verformungswiderstand 11 des Werkstücks 2. Bei einer Ausbildung der Biegevorrichtung 1, wie in der Fig. 1 dargestellt, wird es im Allgemeinen während der Biegeumformung des Werkstücks 2 zu einer konkaven Durchbiegung des Pressentisches 3 als auch des Pressbalkens 4 kommen. Diese Durchbiegung ist in der Fig. 1 durch eine Biegelinie 12 der Werkzeugaufnahme-Seite des Pressentisches 3 und andererseits eine zweite Biegelinie 13 des Pressbalkens 4 angedeutet. In Richtung der Längserstreckung des Pressentisches 3 bzw. des Pressbalkens 4 - gleichbedeutend mit einer sich ausbildenden Biegekante 14 des Werkstücks 2 - wird der Biegestempel 6 unterschiedlich tief in das Biegegesenk 5 eindringen. Dies hat zur Folge, dass sich im Verlauf der Biegekante 14 an dem Werkstück 2 unterschiedlich große Biegewinkel ausbilden.

[0041] Die Fig. 2 zeigt eine Biegevorrichtung 1 mit einer Einrichtung zur Kompensation der Deformation des Pressentisches 3 bzw. des Pressbalkens 4 perspektivisch dargestellt. Aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit sind dabei die Antriebsvorrichtungen 9 als auch der Pressbalken 4 und die Biegewerkzeuge 5, 6 nicht dargestellt (Fig. 1). Die Darstellung zeigt im Wesentlichen nur das feststehende Maschinengehäuse aus dem Pressentisch 3 und den beiden Seitenteilen 7, 8.

[0042] Bei der Biegevorrichtung 1 gemäß diesem Ausführungsbeispiel umfasst der Pressentisch 3 einen Rumpf 15 und einen in einer Ausnehmung des Rumpf 15 aufgenommenen Ausgleichsbalken 16. In dem Rumpf 15 des Pressentisches 3 sind außerdem mehrere in Richtung der Längserstreckung des Pressentisches 3 verteilt Aktoren 17 angeordnet. Die Aktoren 17 sind vorzugsweise in der Art von Hydraulikzylindern ausgebildet. Wie anhand der Darstellungen in den nachfolgenden Figuren noch im Detail ausgeführt, sind die Aktoren 17 zwischen dem Rumpf 15 und dem Ausgleichsbalken 16 angeordnet. Mit Hilfe der Aktoren 17 in dem Pressentisch 3 können zwischen dem Rumpf 15 und dem Ausgleichsbalken 16 Druck- oder auch Zugkräfte derart zur Anwendung gebracht werden, dass die Durchbiegung des Ausgleichsbalkens 16 bzw. dessen Werkzeugaufnahme gezielt eingestellt werden kann.

[0043] Anhand der Fig. 3 und 4 wird nachfolgend der Aufbau des Pressentisches 3 der erfindungsgemäßen Biegevorrichtung 1 beschrieben.

[0044] Die Fig. 3 zeigt einen Längsschnitt durch den Pressentisch 3 gemäß Fig. 2. In der Darstellung in Fig. 4 wird der Pressentisch 3 perspektivisch und teilweise in Explosionsdarstellung gezeigt. In dem Rumpf 15 des Pressentisches 3 ist eine Ausnehmung 18 zur Aufnahme des Ausgleichsbalkens 16 ausgebildet. Im in den Rumpf 15 eingesetzten Zustand des Ausgleichsbalkens 16 ist dieser zwischen einer Vorderwand 19 und einer Rückwand 20 des Rumpfs 15 liegend angeordnet. Die Ausnehmung 18 für den Ausgleichsbalken 16 ist in etwa schlitzförmig in dem Rumpf 15 ausgeformt und hat in Längsrichtung des Pressentisches 3 einen etwa wannenförmigen Verlauf. Der Rumpf 15 ist dazu vorzugsweise einstückig hergestellt, wobei seine äußere Form in etwa der einer rechteckigen Platte entspricht. Die Ausnehmung 18 ist nach oben hin (auf den Pressbalken 4 hin) offen. Eine nach Oben hin, aus der Ausnehmung 18 überstehende Seite des Ausgleichsbalkens 16 ist T-förmig ausgebildet und fungiert als Werkzeugaufnahme für das daran zu befestigende Biegegesenk 5.

[0045] In seinen beiden längsseitigen Endbereichen ist in dem Pressentisch 3 jeweils ein Drehlager zwischen dem Rumpf 15 und dem Ausgleichsbalken 16 ausgebildet. Dazu ist jeweils ein Lagerbolzen 21 vorgesehen, der durch entsprechende Bohrungen in der Vorderwand 19 und der Rückwand 20 des Rumpfs 15 des Pressentisches 3 hindurchreicht. Andererseits sind - ebenfalls in den beiden längsseitigen Endbereichen des Ausgleichsbalkens 16 - an einer Unterseite des Ausgleichsbalkens 16 nach unten hin offene Lagerschalen 22 ausgebildet. Die beiden Drehlager an den Lagerbolzen 21 ermöglichen zumindest lokal ein Verschwenken des Ausgleichsbalkens 16 und den Rumpfs 15 relativ zu einander bezüglich einer Achse 23. Die beiden Achsen 23 der Lagerbolzen 21 sind horizontal verlaufend und senkrecht bezüglich der Längserstreckung des Pressentisches 3 gerichtet. Das Verschwenken des Ausgleichsbalkens 16 und des Rumpfs 15 lokal im Bereich des Lagerbolzens 21 ist Folge einer Deformation des Ausgleichsbalkens 16 bzw. des Rumpfes 15 aufgrund der Biegekräfte 10 bzw. des Verformungswiderstandes 11 während

einer Biegeumformung.

[0046] Bei der Biegevorrichtung 1 gemäß dem beschriebenen Ausführungsbeispiel wird eine Deformation des Ausgleichsbalkens 16 relativ zu dem Rumpf 15 durch entsprechende Ansteuerung der Aktoren 17 zielgerichtet herbeigeführt. Dazu sind außerdem eine erste Schraube 24 und eine zweite Schraube 25 vorgesehen, mit deren Hilfe die jeweiligen längsseitigen Endbereiche des Ausgleichsbalkens 16 spielfrei gegen den Rumpf 15 fixiert gehalten werden. Dazu sind die erste Schraube 24 und die zweite Schraube 25 senkrecht und die Achse 23 der Lagerbolzen 21 kreuzend, durch den Ausgleichsbalken 16 und die Lagerbolzen 21 hindurch verlaufend in den Rumpf 15 eingeschraubt. Die Durchbiegung des Ausgleichsbalkens 16 und dementsprechend der Verlauf der Biegelinie 12 der Werkzeugaufnahme des Pressentisches 3 kann mit Hilfe der Aktoren 17 beeinflusst werden. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel sind die Aktoren 17 durch Hydraulikzylinder, mit deren Hilfe Druckkräfte erzeugt werden können, gebildet. Für die Anordnung der Aktoren 17 sind gemäß diesem Ausführungsbeispiel in dem Rumpf 15 durch die Vorderwand 19 und die Rückwand 20 hindurch reichende Tunnel 26 ausgebildet.

[0047] Die Aktoren 17 sind dazu jeweils an einem Boden 27 des Tunnels 26 befestigt. Dazu kann vorteilhafterweise eine Montageplatte 28 vorgesehen, auf der der Aktor 17 ruht. Andererseits sind Druckkolben der Aktoren 17 an einer Unterseite 29 des Ausgleichsbalkens 16 anliegend positioniert.

[0048] Die Fig. 5 zeigt ein Detail des Pressentisches 3 des Längsschnitts gemäß Fig. 3 perspektivisch dargestellt. Bei den als Aktor 17 verwendeten Hydraulikzylindern handelt es sich um solche, bei denen jeweils drei Zylinder bzw. Kolben 30 vorgesehen sind. Die drei Kolben 30 dieses Hydraulikzylinders werden von der Hydraulikflüssigkeit einer gemeinsamen bzw. zusammenhängenden Druckkammer bewegt. In der Darstellung der Fig. 5 ist auch die Befestigung der Montageplatte 28 an dem Boden 27 des Tunnels 26 mit Hilfe von Schrauben erkennbar. Auf der Montageplatte 28 ist schließlich jeweils ein Hydraulikzylinder bzw. ein Aktor 17 durch Schrauben befestigt.

[0049] In der Fig. 6 ist ein Querschnitt des Pressentisches 3 gemäß Fig. 3 perspektivisch dargestellt. Aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit ist dabei der Ausgleichsbalken 16 nicht dargestellt. Dieser befindet sich im zusammengebauten Zustand in der Ausnehmung 18, zwischen der Vorderwand 19 und der Rückwand 20 des Rumpfs 15 (Fig. 4). Bei dieser Darstellung sind somit die oberen Stirnseiten der Kolben 30 sichtbar. Wie schon in der Darstellung gemäß der Fig. 5 zu sehen, erfolgt die Befestigung der Montageplatte 28 an dem Boden 27 des Tunnels 26 durch eine Reihe von Schrauben, die in etwa in der Mitte der Ausnehmung 18 positioniert ist. Demgegenüber sind die Aktoren 17 jeweils durch eine erste Reihe von Verschraubungen im Bereich der Vorderwand 19 und eine zweite Reihe von Verschraubungen im Bereich der Rückwand 20 (nicht dargestellt) an der Montageplatte 28 befestigt. Die beschriebene Verwendung der Hydraulikzylinder mit auf drei Kolben 30 aufgeteilten Wirkelementen als Aktoren 17 hat insbesondere den Vorteil, dass die Aktoren 17 zur Gänze in dem Rumpf 15 bzw. dem Pressentisch 3 integriert angeordnet sind. Das heißt, der Wert einer Breite 32 des Aktors 17 ist kleiner oder maximal gleich groß wie der Wert einer Dicke 31 des Rumpfs 15.

[0050] Wie anhand der Darstellungen in den Fig. 2 bis 4 gezeigt, sind in dem Pressentisch 3 der Biegevorrichtung 1 vier über die Längserstreckung des Pressentisches hinweg, äquidistant verteilt Aktoren 17 vorgesehen. Durch von den Aktoren 17 auf die Unterseite 29 des Ausgleichsbalkens 16 ausgeübte Druckkräfte kann der Ausgleichsbalken 16 aus der Ausnehmung 18 des Rumpfs 15 herausgedrückt werden und so deren Durchbiegung verändert und eingestellt werden. Diese Verformung des Ausgleichsbalkens 16 erfolgt dabei gegen die rückhaltende Wirkung der Lagerbolzen 21 in den beiden Endbereichen des Pressentisches 3. Durch die Verschraubung mit den Schrauben 24, 25 im Bereich der Lagerbolzen 21 ist die vertikale Lage des Ausgleichsbalkens 16 im Bereich dieser Lagerbolzen 21 stets in einer eindeutig definierten Lage festgehalten. Das heißt, durch die Verschraubung befindet sich das Lager an den Lagerbolzen 21 in einem permanent vorgespannten und somit spielfreien Zustand.

[0051] Der Rumpf 15 des Pressentisches 3 dieser Biegevorrichtung 1 ist vorzugsweise einstückig

ausgebildet. Das heißt, dass der Rumpf 15 beispielsweise aus einer entsprechenden Metallplatte durch materialabtragende Bearbeitung zur Ausbildung der Ausnehmung 18 und der Tunnel 26 hergestellt wird. Dadurch kann eine hohe Steifigkeit des Rumpfs 15 erreicht werden. Andererseits kann auch die Stabilität der Verbindung eines Ausgleichsbalkens 16 an bzw. in dem Rumpf 15 zusätzlich noch dadurch erhöht werden, dass die Kolben 30 der Aktoren 17 mit der Unterseite 29 des Ausgleichsbalkens 16 fest verbunden werden. Wie in den Fig. 5 und 6 an den Stirnseiten der Kolben 30 zu erkennen ist, sind dazu in den Kolben 30 Gewindelöcher 33 ausgebildet, sodass zwischen diesen und dem Ausgleichsbalken 16 eine Verschraubung erfolgen kann. Im Übrigen ist der Rumpf 15 mit den beiden Seitenteilen 7, 8, vorzugsweise durch Schweißen, fest verbunden.

[0052] Anhand der Fig. 2, 3 und 5 bis 7 wird nachfolgend eine für sich eigenständige Ausführungsform der Biegevorrichtung 1 beschrieben. Die Fig. 7 zeigt ein Detail des Längsschnitts des Pressentisches 3 gemäß der Darstellung in Fig. 3. Bei dieser Ausführungsform der Biegevorrichtung 1 ist, im Unterschied zur vorstehend beschriebenen Ausführungsform, in den längsseitigen Endbereichen des Pressentisches 3 kein Drehlager ausgebildet. Das heißt die Lagerbolzen 21 als auch die beiden Schrauben 24, 25 sind bei dieser Biegevorrichtung 1 nicht vorhanden bzw. entfernt (Fig. 3, 4). Stattdessen ist bei dieser Ausführungsform des Pressentisches 3 der Ausgleichsbalken 16 in der Mitte der Längserstreckung des Pressenbalkens in der Ausnehmung 18 des Rumpfs 15 befestigt. Zwischen den beiden der Mitte des Pressentisches 3 näher liegenden Tunnel 26 bzw. Aktoren 17 ist der Ausgleichsbalken 16 an einer Bodenfläche 34 der Ausnehmung 18 des Rumpfs 15 befestigt. Dazu ist der Ausgleichsbalken 16 mit einer Unterseite 35 (Fig. 4) gegen die Bodenfläche 34 der Ausnehmung 18 geschraubt. Für diese Schraubverbindung sind vorzugsweise eine dritte und eine vierte Schraube 36, 37 vorgesehen. Zusätzlich kann die Verschraubung auch noch durch einen mittleren Lagerbolzen 38 gesichert sein. Der Lagerbolzen 38 erstreckt sich senkrecht zu der Vorderwand 19 bzw. der Rückwand 20 durch den Rumpf 15 im Bereich dessen Bodenfläche 34 hindurch. Andererseits ist an der Unterseite 35 eine mittlere Lagerschale 39 mit einem etwa halbkreisförmigen Querschnitt ausgebildet (Fig. 4).

[0053] Die Befestigung des Ausgleichsbalkens 16 an der mittleren Bodenfläche 34 des Rumpfs 15 entspricht der Situation eines in seiner Mitte eingespannten Trägers mit zu beiden Seiten hin freien Enden. In Richtung seiner Längserstreckung auf die beiden Endbereiche hin ist nämlich zwischen dem Grund der Ausnehmung 18 des Rumpfs 15 und der Unterseite des Ausgleichsbalkens 16 ein Abstand 40 vorgesehen. Der Spalt bzw. der Wert des Abstands 40 ist zumindest so groß bemessen wie er zur Kompensation des Ausgleichsbalkens 16 bei einer Biegeumformung erforderlich ist. Wie auch schon anhand der Fig. 5 und 6 ausgeführt worden ist, sind die Aktoren 17 neben der Befestigung an dem Boden 27 der Tunnel 26 auch mit dem Ausgleichsbalken 16 verbunden, in dem zwischen den Gewindelöchern 33 der Kolben 30 der Aktoren 17 und dem Ausgleichsbalken 16 Verschraubungen vorgesehen sind.

[0054] Die als Aktoren 17 verwendeten Hydraulikzylinder sind bei dieser Ausführung der Biegevorrichtung 1 sowohl zur Erzeugung von auf den Ausgleichsbalken 16 wirkenden Druckkräften als auch zur Erzeugung von Zugkräften geeignet. Das heißt, bei den entsprechenden Hydraulikzylindern können die Kolben 30 in beiden Richtungen mit Druck beaufschlagt werden, wodurch sowohl bei der Ausfahrbewegung der Kolben 30 als auch bei der Rückzugsbewegung aktiv Kräfte ausgeübt werden können. Bei der Biegevorrichtung 1 gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist es somit möglich, mit Hilfe der Aktoren 17 an dem Ausgleichsbalken 16 Zugkräfte zur Anwendung zu bringen, durch die der Abstand 40 zwischen der Unterseite des Ausgleichsbalkens 16 und dem Rumpf 15 kontinuierlich verringert werden kann. Somit ist es möglich den Ausgleichsbalken 16 und damit die Biegelinie 12 der Werkzeugaufnahme hin zu einem konvexen Verlauf zu verformen.

[0055] Die Beschreibung der erfindungsgemäßen Biegevorrichtung 1 ist in den Ausführungsbeispielen zwar anhand von Pressentischen 3, in denen vier Aktoren 17 angeordnet sind, beschrieben worden. Alternativ kann aber auch eine andere Anzahl von Aktoren 17 vorgesehen sein. In der Praxis hat es sich allerdings als vorteilhaft erwiesen, vier Aktoren 17, symmetrisch und äquidistant über die Längserstreckung des Pressentisches 3 verteilt, vorzusehen. Auch die Wahl von

Hydraulikzylindern mit jeweils drei Kolben ist nicht als einschränkend zu verstehen. Es könnten auch Hydraulikzylinder mit einer anderen Anzahl von gleich wirkenden Kolben 30 vorgesehen sein.

[0056] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe kann auch durch eine Biegevorrichtung 1 gelöst werden, in der beide vorstehend beschriebenen Ausführungsvarianten zu deren wahlweisen Anwendung baulich vorbereitet sind. Dazu werden entweder die Lagerbolzen 21 mit den Schrauben 24, 25 in den Pressentisch 3 eingebaut oder es wird stattdessen, durch Verwenden des mittleren Lagerbolzens 38 und der beiden Schrauben 36, 37, der Ausgleichsbalken 16 mit seiner Mitte in dem Rumpf 15 fest eingespannt.

[0057] Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist.

[0058] Der Schutzbereich ist durch die Ansprüche bestimmt. Die Beschreibung und die Zeichnungen sind jedoch zur Auslegung der Ansprüche heranzuziehen.

[0059] 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	Biegevorrichtung	31	Dicke
2	Werkstück	32	Breite
3	Pressentisch	33	Gewindeloch
4	Pressbalken	34	Bodenfläche
5	Biegegesenk	35	Unterseite
6	Biegestempel	36	dritte Schraube
7	Erster Seitenteil	37	vierte Schraube
8	Zweiter Seitenteil	38	mittlerer Lagerbolzen
9	Antriebsvorrichtung	39	mittlere Lagerschale
10	Biegekraft	40	Abstand
11	Verformungswiderstand		
12	Erste Biegelinie		
13	Zweite Biegelinie		
14	Biegekante		
15	Rumpf		
16	Ausgleichsbalken		
17	Aktor		
18	Ausnehmung		
19	Vorderwand		
20	Rückwand		
21	Lagerbolzen		
22	Lagerschale		
23	Achse		
24	erste Schraube		
25	zweite Schraube		
26	Tunnel		
27	Boden		
28	Montageplatte		
29	Unterseite		
30	Kolben		

Patentansprüche

1. Biegevorrichtung (1) zur Herstellung eines Bauteils durch Umformung eines Werkstücks (2) aus Blech mit einem Pressentisch (3) und mit einem dem Pressentisch (3) gegenüberliegend und parallel dazu ausgerichteten Pressbalken (4), der mittels einer Antriebsvorrichtung (9) in einer senkrecht zu einer Längserstreckung des Pressentisches (3) gerichteten Richtung relativ zu dem Pressentisch (3) verstellbar ist, wobei der Pressentisch (3) einen Rumpf (15), einen Ausgleichsbalken (16) mit einer Werkzeugaufnahme und zwischen dem Rumpf (15) und dem Ausgleichsbalken (16) angeordnete Aktoren (17) zur elastischen Verformung des Ausgleichsbalkens (16) relativ zu dem Rumpf (15) umfasst, wobei in dem Rumpf (15) eine schlitzförmige, sich parallel zu einer Längserstreckung des Pressentisches (3) erstreckende und zu dem Pressbalken (4) hin offene Ausnehmung (18) ausgebildet ist, und wobei der Ausgleichsbalken (16) in der Ausnehmung (18) des Rumpfs (15) aufgenommen ist und die Aktoren (17) zwischen einer Unterseite (29) des Ausgleichsbalkens (16) und einem Grund der Ausnehmung (18) des Rumpfs (15) angeordnet sind und Hydraulikzylinder umfassen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hydraulikzylinder der Aktoren (17) jeweils mehrere Kolben (30) aufweisen und ein Wert einer Breite (32) der Aktoren (17) kleiner oder maximal gleich groß ist wie ein Wert einer Dicke (31) des Rumpfs (15).
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Rumpf (15) sich senkrecht zu einer Vorderwand (19) und einer Rückwand (20) der Ausnehmung (18) des Rumpfs (15), durch den Rumpf (15) hindurch erstreckende Tunnel (26) ausgebildet sind, wobei jeweils ein Aktor (17) an einem Boden (27) der Tunnel (26) befestigt ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Tunnel (26) mit den Aktoren (17) über die Längserstreckung des Pressentisches (3) hinweg äquidistant verteilt angeordnet sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass in den Kolben (30) der Aktoren (17) Gewindelöcher (33) ausgebildet sind, mit denen die Kolben (30) an die Unterseite (29) des Ausgleichsbalkens (16) geschraubt sind.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rumpf (15) des Pressentisches (3) einstückig mit einer äußeren Form entsprechend einer etwa rechteckigen Platte ausgebildet ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ausnehmung (18) für den Ausgleichsbalken (16) in dem Rumpf (15) in Längsrichtung des Pressentisches (3) einen in etwa wannenförmigen Verlauf aufweist.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in längsseitigen Endbereichen des Pressentisches (3) jeweils eine Lagerstelle für ein Drehlager mit einem Lagerbolzen (21) zwischen dem Rumpf (15) und dem Ausgleichsbalken (16) ausgebildet ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass an einer Unterseite des Ausgleichsbalkens (16) nach unten hin offene Lagerschalen (22) für die Lagerstellen in den längsseitigen Endbereichen des Pressentisches (3) ausgebildet sind.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass zu einer jeden der Lagerstellen eine Schraube (24, 25), mit der die jeweiligen längsseitigen Endbereiche des Ausgleichsbalkens (16) gegen den Rumpf (15) geschraubt sind, ausgebildet ist, wobei sich die Schrauben (24, 25) jeweils durch den Lagerbolzen (21) hindurch und eine Achse (23) des Lagerbolzens (21) kreuzend erstrecken.
10. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Befestigung der Aktoren (17) an dem Boden (27) der Tunnel (26) jeweils eine Montageplatte (28) umfasst ist, wobei die Montageplatte (28) mit mehreren, in etwa in einer Mitte der Ausnehmung (18) positionierten Schrauben an dem Boden (27) befestigt ist, und wobei die Aktoren (17) jeweils durch eine erste Reihe von Verschraubungen im Bereich der Vorderwand (19) und eine zweite

Reihe von Verschraubungen im Bereich der Rückwand (20) an der Montageplatte (28) befestigt sind.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Mitte der Längserstreckung des Pressentisches (3) in der Ausnehmung (18) des Rumpfs (15) eine mittlere Lagerstelle zur Befestigung des Ausgleichsbalkens (16) in dem Rumpf (15) ausgebildet ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der mittleren Lagerstelle eine Unterseite (35) des Ausgleichsbalkens (16) gegen eine Bodenfläche (34) der Ausnehmung (18) geschraubt ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der mittleren Lagerstelle ein mittlerer Lagerbolzen (38), der sich senkrecht zu der Vorderwand (19) bzw. der Rückwand (20) durch den Rumpf (15) im Bereich dessen Bodenfläche (34) hindurch erstreckt, angeordnet ist, wobei an der Unterseite (35) des Ausgleichsbalkens (16) eine mittlere Lagerschale (39) mit einem etwa halbkreisförmigen Querschnitt zur Anlage an dem mittleren Lagerbolzen (38) ausgebildet ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass in von der mittleren Lagerstelle abgewandten Bereichen der Längserstreckung des Pressentisches (3) zwischen dem Grund der Ausnehmung (18) des Rumpfs (15) und der Unterseite des Ausgleichsbalkens (16) ein Abstand (40) ausgebildet ist.
15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aktoren (17) doppelwirkende Hydraulikzylinder umfassen, durch die wahlweise Zugkräfte und Druckkräfte auf den Ausgleichsbalken (16) ausgeübt werden können.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest vier Tunnel (26) mit Aktoren (17) angeordnet sind.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hydraulikzylinder der Aktoren (17) jeweils zumindest drei Kolben (30) aufweisen.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen

Fig.1

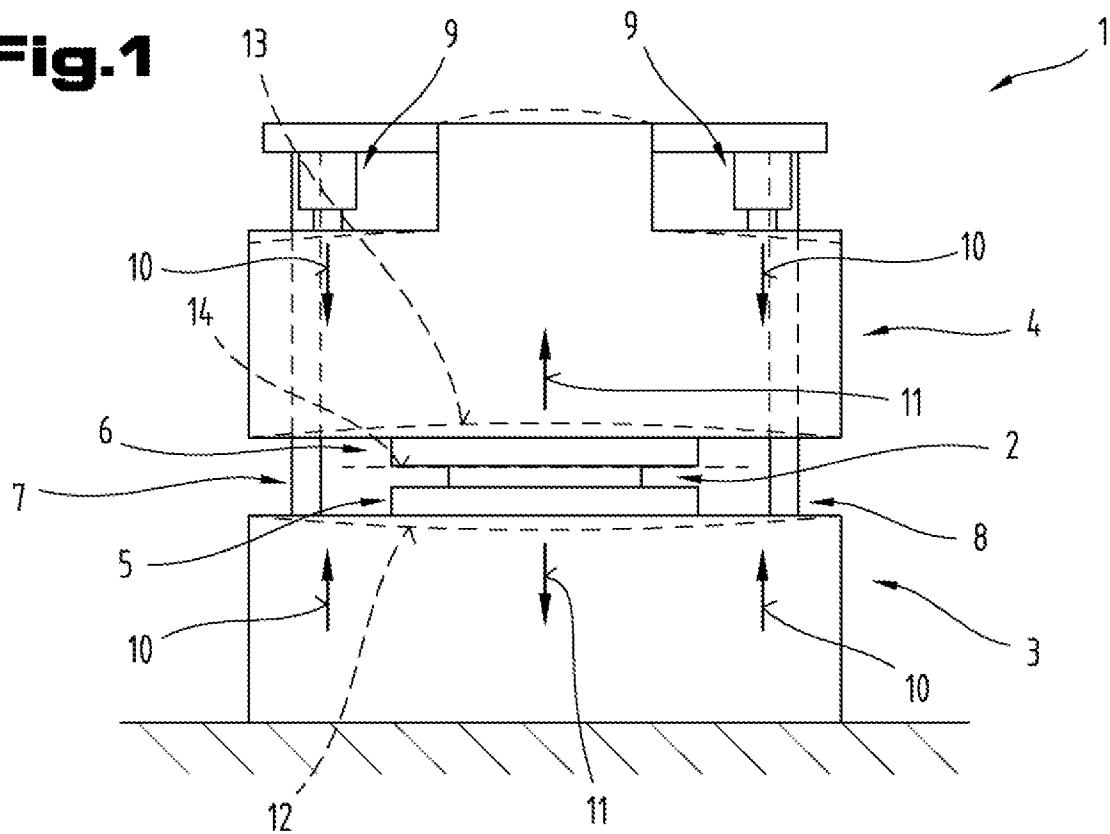
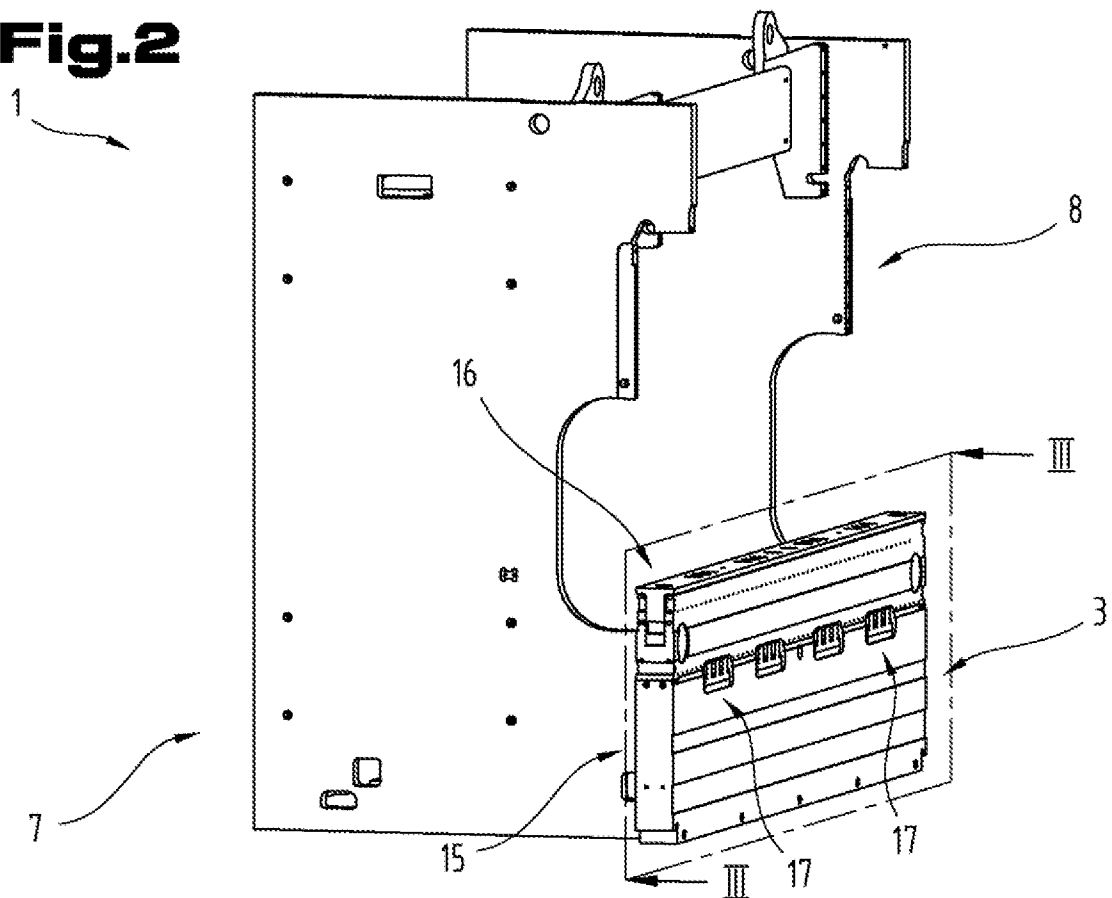
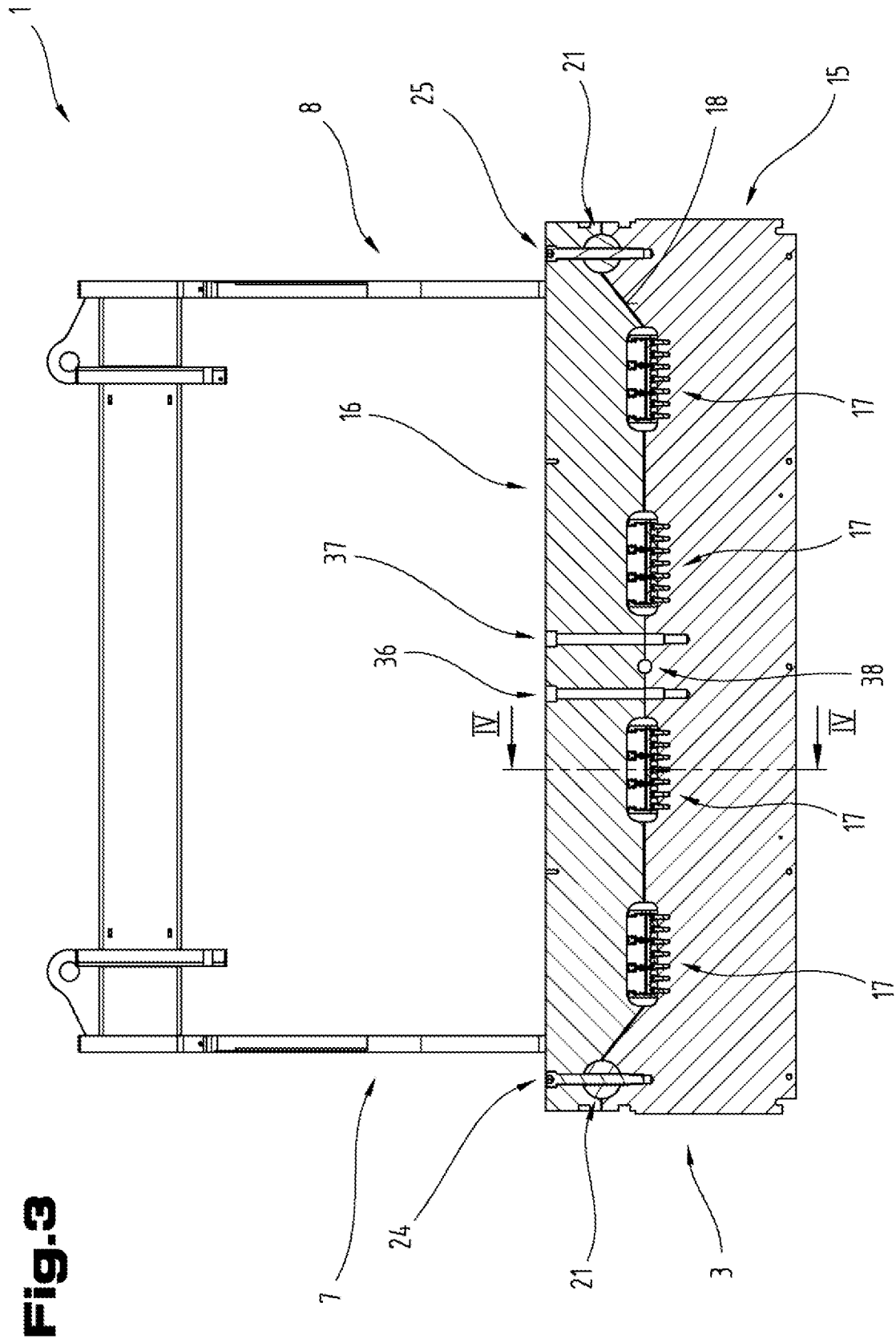


Fig.2





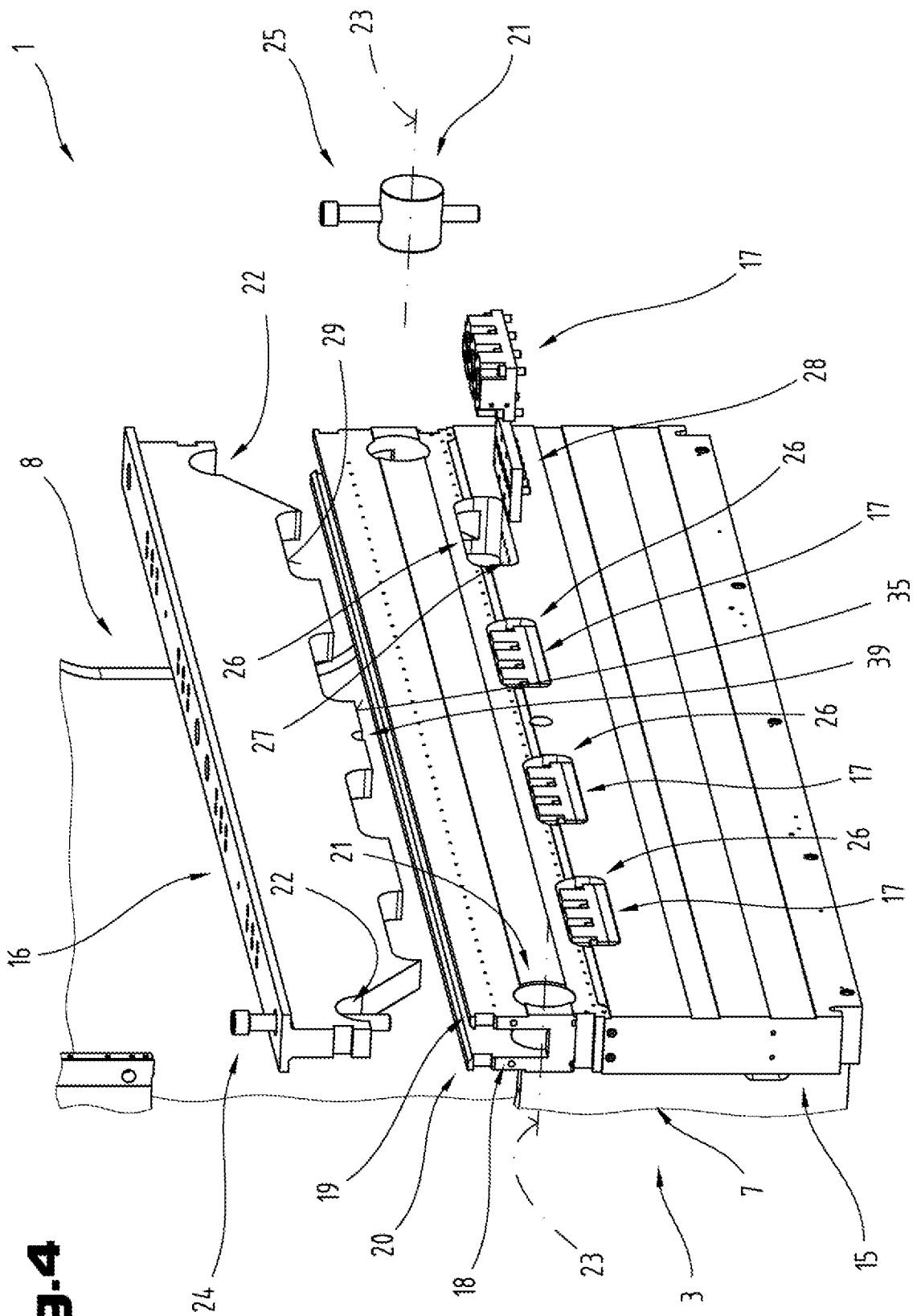


Fig.4

Fig.5

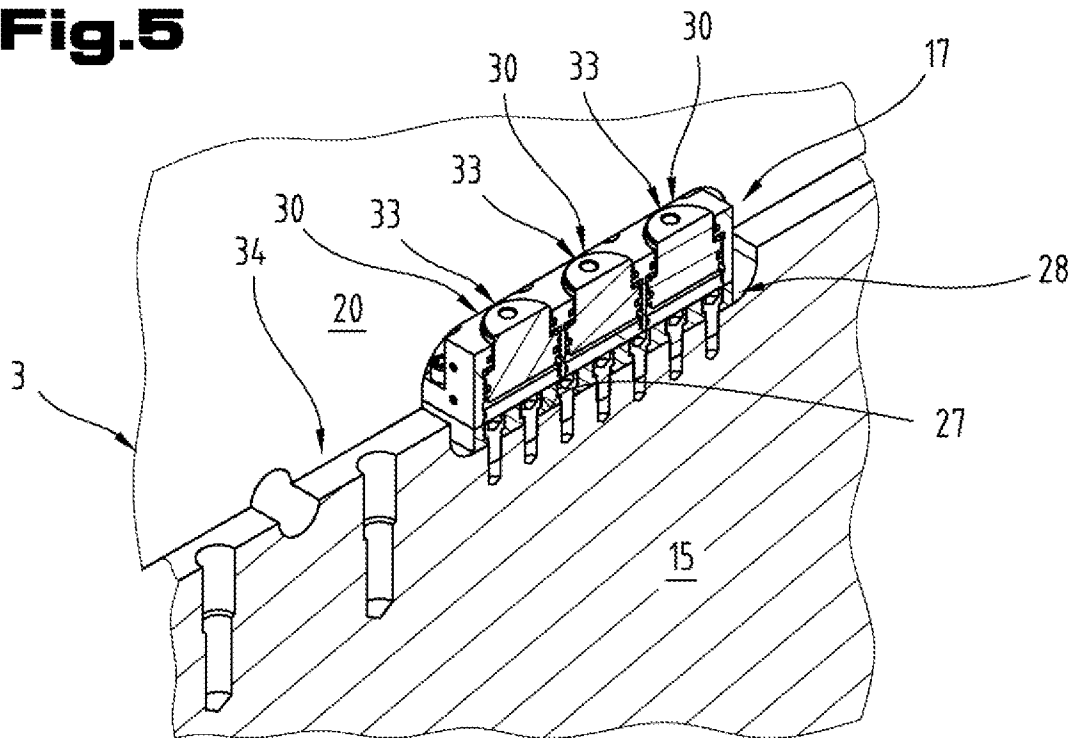


Fig.6

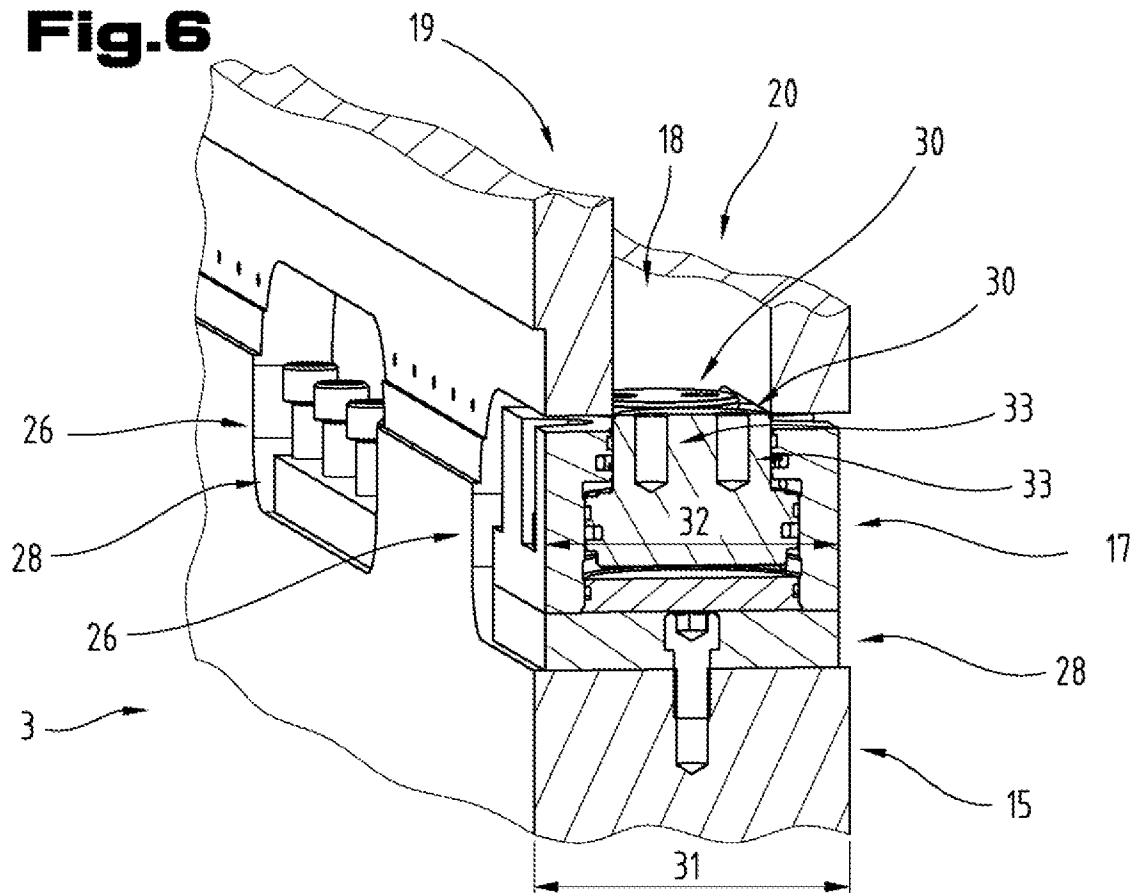


Fig. 7

