

(19)



(11)

EP 3 365 122 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

31.07.2019 Patentblatt 2019/31

(51) Int Cl.:

B21D 5/02 (2006.01)

B21D 5/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16781462.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2016/074694

(22) Anmeldetag: **14.10.2016**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2017/067850 (27.04.2017 Gazette 2017/17)

(54) **FERTIGUNGSANLAGE ZUR FERTIGUNG VON WERKSTÜCKEN AUS BLECH**

MANUFACTURING SYSTEM FOR MANUFACTURING WORKPIECES FROM SHEET METAL

INSTALLATION DE PRODUCTION POUR LA PRODUCTION DE PIÈCES EN TÔLE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

• **HÖRL, Matthias**

4020 Linz (AT)

• **SPEZIALI, Stefano**

06034 Foligno (PG) (IT)

(30) Priorität: **20.10.2015 AT 508952015**

(74) Vertreter: **Burger, Hannes**

Anwälte Burger & Partner

Rechtsanwalt GmbH

Rosenauerweg 16

4580 Windischgarsten (AT)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

29.08.2018 Patentblatt 2018/35

(73) Patentinhaber: **TRUMPF Maschinen Austria GmbH & Co. KG.**

4061 Pasching (AT)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 0 089 904 EP-A2- 2 127 772

DE-A1- 19 640 124 DE-A1- 19 736 987

(72) Erfinder:

• **DAL LAGO, Matteo**

37044 Cologne Veneta (VR) (IT)

EP 3 365 122 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Fertigungsanlage zur Fertigung von Werkstücken aus Blech, insbesondere durch Umformung, mittels einer Biegemaschine.

5 **[0002]** Aus der "Technischen Information - Technologie des Biegens" Ausgabe 10/2006 der Anmelderin ist im Kapitel 4 betreffend die Baugruppen im Unterkapitel 4.3 - Presstisch mit Bombierung - auf den Seiten 13 bis 16 beschrieben und gezeigt, dass zur Erzielung der Parallelität zwischen dem Pressbalken und dem Presstisch aufgrund der Durchbiegung eine Bombiereinrichtung in die Unterwerkzeugaufnahme montiert ist. Bedingt durch die eher seitliche Anordnung der Hydraulikzylinder biegt sich der Pressbalken unter Belastung durch, wodurch das Oberwerkzeug direkt unterhalb
10 der Hydraulikzylinder tiefer in das Unterwerkzeug eintaucht als in der Mitte des Pressbalkens. Die Bombiereinrichtung umfasst unter anderem zwei zusammenwirkende, wellenförmig gefrästen Keilplatten. Der Steigungswinkel dieser Keilplatten nimmt jeweils zur Mitte hin zu. Je nach dem Ausmaß der relativen Verstellung einer der Keilplatten kann in der Mitte eine Überhöhung und damit verbunden die gewünschte Bombierung erreicht werden.

15 **[0003]** Die EP 2 127 772 A2 beschreibt eine Maschine zur Umformung von flächigen Werkstücken entlang eines langgestreckten Werkzeugs. Die Umformmaschine umfasst einen in einem Maschinengestell beidseits gehaltenen und relativ dazu bewegbaren Werkzeugträger mit dem in einer Werkzeugaufnahme lageveränderbar aufgenommenen Werkzeug. Der Werkzeugträger ist über seine Länge mit mehreren Stellelementen ausgestattet, die von der dem Werkstück abgewendeten Seite auf das Werkzeug einwirken. Jedes der Stellelemente ist durch einen Hydraulikzylinder gebildet, wobei die Hydraulikzylinder derart hydraulisch miteinander verbunden sind, dass sich während des Umformvorganges
20 längs des Werkzeugs ein im Wesentlichen gleichförmiger Anpressdruck an das Werkstück einstellt. Bei diesem Verstellsystem konnte lediglich eine Verstellung des Werkzeugs in Richtung seiner Breite bzw. Höhe in paralleler Richtung bezüglich der Biegegänge durchgeführt werden.

25 **[0004]** Aus der EP 2 017 020 A2 sind eine Biegemaschine sowie ein Verfahren zur Kompensation der Durchbiegung von Teilen der Biegemaschine bekannt geworden. Die Kompensation der Durchbiegung der Biegemaschine betrifft dabei insbesondere den Tisch und/oder den Stößel und/oder Werkzeuge derselben, wobei relativ zueinander verschiebbare Keile je nach Ausmaß der angestrebten Kompensation oder der Bombierung mehr oder weniger stark relativ zueinander verschoben werden. Dabei wird vor der Verschiebung eine Kraft ausgeübt, durch die wenigstens einer der Keile entlastet oder angehoben wird und dass danach die relative Verschiebung durchgeführt und dann die Entlastungs- oder Anhebekraft vermindert oder aufgehoben oder ausgeschaltet wird. Nachteilig dabei ist, dass ein eigenes Hebesystem für das Entlasten der einzelnen Keile vorgesehen werden muss, um anschließend mit einem weiteren Verstellsystem die relative Lage der Keile zueinander verstellen zu können.
30

35 **[0005]** Die DE 10 2006 047 108 A1 beschreibt eine Biegemaschine zum Biegen von Flachmaterial, welche ein Maschinengestell, eine Oberwange, eine Unterwange sowie eine um eine geometrische Achse gegenüber der Oberwange und der Unterwange schwenkbare und ein Biegewerkzeug tragende Biegeganse umfasst. Zwischen der Oberwange und der Unterwange ist das Flachmaterial zum Biegen einspannbar. Um die Durchbiegung der Biegeganse während des Biegevorgangs zu verbessern, wird hier vorgeschlagen, dass diese eine sich mindestens über die gesamte Biegeganselänge erstreckende Stützganse sowie eine das Biegewerkzeug tragende Werkzeugträgerganse aufweist. Dabei ist die Werkzeugträgerganse ständig über zwei Stützlager an der Stützganse abgestützt. Die Stützlager sind dabei in einem geringeren Abstand voneinander angeordnet als ein Gesamtstand zwischen Endseiten der Werkzeugträgerganse.
40 Durch das Abstützen der Werkzeugträgerganse an der Stützganse kann so eine bessere gegenseitige Versteifung der gesamten Biegeganse erzielt werden. Es ist jedoch keine Verlagerung der Werkzeugträgerganse bzw. des Werkzeugs durch eine Verstellvorrichtung vorgesehen.

45 **[0006]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und eine Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, mittels derer ein Benutzer in der Lage ist, durch eine einfache Stellbewegung einen zueinander unterschiedlich gekrümmten Längsverlauf der Arbeitskante des Biegewerkzeugs bereitstellen zu können. Weiters sollte auch die Stellbewegung mit geringerem Kraftaufwand zur Verformung der Arbeitskante durchzuführen sein.

[0007] Diese Aufgabe der Erfindung wird durch eine Fertigungsanlage, insbesondere deren Biegemaschine gemäß den Ansprüchen gelöst.

50 **[0008]** Die erfindungsgemäße Fertigungsanlage dient zur Fertigung von Werkstücken aus Blech, insbesondere durch Umformung, und diese umfasst

- eine Biegemaschine, insbesondere Schwenkbiegemaschine, mit einem feststehenden Maschinengestell und mit einer Biegeeinheit, welche Biegeeinheit zumindest ein an einem Werkzeugträger gehaltenes Biegewerkzeug umfasst,
55
- zumindest eine Verstellvorrichtung zur Verlagerung des zumindest einen Biegewerkzeugs relativ bezüglich des Werkzeugträgers ausgehend von einer in einer Ausgangslage geradlinig verlaufenden Arbeitskante des Biegewerkzeugs hin zu einem gekrümmten oder bombierten Längsverlauf der Arbeitskante,

- wobei die zumindest eine Verstellvorrichtung zumindest ein Stützelement, zumindest ein Stellelement und zumindest ein Stellorgan umfasst, und
- wobei das zumindest eine Stellelement mittels des zumindest einen Stellorgans relativ bezüglich des zumindest einen Stützelements des Werkzeugträgers in Richtung der Längserstreckung der Arbeitskante verlagerbar ist, und
- 5 - dass das zumindest eine Stellelement sowohl in einer ersten Verstellrichtung als auch in einer dazu entgegengesetzt gerichteten zweiten Verstellrichtung verlagerbar ist
- und dass bei einer Verlagerung in die erste Verstellrichtung die Arbeitskante des Biegewerkzeugs ausgehend von der geradlinig verlaufenden Ausgangslage bezüglich einer insbesondere vertikal verlaufend ausgerichteten Maschinenebene derart mittels der Verstellvorrichtung verlagert ist, dass deren Abstand in einem Mittelbereich der Längserstreckung des Biegewerkzeugs in senkrechter Richtung auf die Maschinenebene kleiner ist als in zumindest einem
- 10 der beiden Endbereiche des Biegewerkzeugs,
- und/oder dass bei einer Verlagerung in die zweite Verstellrichtung die Arbeitskante des Biegewerkzeugs ausgehend von der geradlinig verlaufenden Ausgangslage bezüglich der insbesondere vertikal verlaufend ausgerichteten Maschinenebene derart verlagert ist, dass deren Abstand im Mittelbereich der Längserstreckung des Biegewerkzeugs
- 15 in senkrechter Richtung auf die Maschinenebene größer ist als in zumindest einem der beiden Endbereiche des Biegewerkzeugs.

[0009] Der dadurch erzielte Vorteil liegt darin, dass so eine einfache Verstellvorrichtung geschaffen werden kann, bei welcher je nach der gewählten Verstellrichtung eine zueinander unterschiedliche Verformung der Arbeitskante des Biegewerkzeugs in Richtung von deren Längserstreckung erzielt werden kann. Durch das entsprechende Zusammenwirken des zumindest einen Stellelements mit zumindest einen Stützelement kann so auf das Biegewerkzeug in den dafür vorgesehenen Längsabschnitten eine entsprechende Verstellkraft aufgebracht werden, um so den gekrümmten Längsverlauf der Arbeitskante des Biegewerkzeuges für den jeweiligen Biegevorgang festlegen und einstellen zu können. Damit kann je nach gewählter Verstellrichtung einmal eine konvexe Krümmung des Biegewerkzeuges und einmal eine konkave Krümmung desselben erzielt werden. Die Verstellung des oder der Verstellelemente erfolgt dabei mittels des Stellorgans in einer einfachen relativen zumeist geradlinigen Verstellbewegung, welche eine Ausrichtung aufweist, welche in Richtung der Längserstreckung des Biegewerkzeuges ausgerichtet ist. Weiters kann so auch mit geringen Verstellwegen das Auslangen gefunden werden.

[0010] Es ist auch noch möglich, dass das Biegewerkzeug auf seiner dem Werkzeugträger zugewendeten Flachseite zumindest eine Freistellung aufweist, und sich beidseits der Freistellung eine erste Anlagefläche und eine zweite Anlagefläche ausbildet, und dabei die zweite Anlagefläche im Bereich eines von der Arbeitskante distanziert angeordneten Endes ausgebildet ist und dass das Biegewerkzeug mit seiner ersten Anlagefläche am Stellelement und seiner zweite Anlagefläche am Stützelement abgestützt ist oder das Biegewerkzeug mit seiner ersten Anlagefläche am Stützelement und seiner zweite Anlagefläche am Werkzeugträger abgestützt ist und die Verlagerung der Arbeitskante des Biegewerkzeugs durch eine Schwenkbewegung der Arbeitskante des Biegewerkzeugs um einen Schwenkradius erfolgt, dessen Schwenkmittelpunkt im Bereich der zweiten Anlagefläche angeordnet ist. Dabei kann durch diese Schwenkbewegung eine kombinierte, überlagerte Verstellbewegung der Arbeitskante erzielt werden. So kann eine räumliche Krümmung des Biegewerkzeugs im Bereich seiner Arbeitskante erreicht werden, wodurch sowohl eine Verstellung in "X"-Richtung als auch gleichzeitig eine zusätzliche Verstellung in "Y"-Richtung erzielbar ist.

[0011] Weiters kann es vorteilhaft sein, wenn am zumindest einen Stellelement sowie am zumindest einen Stützelement an jeweils einander zugewendeten und einander gegenüberliegend angeordneten Oberflächenabschnitten jeweils mehrere erste Stützflächen und mehrere zweite Stützflächen angeordnet oder ausgebildet sind, und dass jede der ersten Stützflächen einen ersten und einen zweiten Stützflächenabschnitt aufweist und jede der zweiten Stützflächen einen dritten und einen vierten Stützflächenabschnitt aufweist, wobei sowohl der erste und zweite Stützflächenabschnitt als auch der dritte und vierte Stützflächenabschnitt in Verstellrichtung des Stellelements gesehen unmittelbar benachbart zueinander angeordnet sind, und dass jeweils der erste und zweite Stützflächenabschnitt unter einem ersten Winkel und/oder der jeweils dritte und vierte Stützflächenabschnitt unter einem zweiten Winkel geneigt zueinander verlaufend ausgerichtet sind. Hier kann durch das zusätzliche gezielte Unterteilen bzw. Aufteilen der zusammenwirkenden Oberflächenabschnitte bei den einzelnen Stützflächenabschnitten so je nach deren Anordnung und Ausrichtung die vorgesehene Querverlagerung der Arbeitskante bezogen auf die unverformte Ausgangslage erzielt werden. Weiters kann damit auch die Möglichkeit geschaffen werden, dass in Abhängigkeit von der gewählten Stellrichtung des oder der Stellelemente eine relative Verlagerung des Biegewerkzeuges und damit verbunden der Arbeitskante erfolgt oder nicht.

[0012] Eine weitere Ausbildung sieht vor, dass zumindest einzelne der ersten und zweiten Stützflächenabschnitte der ersten Stützflächen am zumindest einen Stellelement in Richtung der Längserstreckung des Biegewerkzeugs mit einer unterschiedlichen Neigungsrichtung bezüglich der Maschinenebene verlaufend angeordnet sind. Damit kann je nach gewählter Neigungsrichtung und dem gewählten Neigungswinkel das Ausmaß der relativen Verlagerung des Biegewerkzeuges und damit der Arbeitskante festgelegt werden.

[0013] Eine andere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die ersten Stützflächenabschnitte in einem

Mittelbereich der Längserstreckung des Biegewerkzeugs in etwa parallel bezüglich der Maschinenebene verlaufend ausgerichtet sind. Damit kann bei einer entsprechend gewählten Verstellrichtung eine zueinander parallele Verstellung zwischen dem Stellelement und dem Stützelement durchgeführt werden, ohne dass dabei eine seitliche bzw. Querverlagerung des Biegewerkzeugs erfolgt, wodurch auch keine Verlagerung und damit keine Umformung der Arbeitskante des Biegewerkzeuges durchgeführt wird.

[0014] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Stützflächenabschnitte ausgehend vom Mittelbereich des Biegewerkzeugs jeweils in Richtung auf beide Endbereiche des Biegewerkzeugs mit zunehmender Distanz einen größeren Neigungswinkel mit der Maschinenebene einschließen. Damit kann bei entsprechend gewählter Verstellrichtung mit zunehmender Distanz bzw. Abstand vom Mittelbereich das Ausmaß der Verformung und der damit verbundenen Krümmung vergrößert werden.

[0015] Weiters kann es vorteilhaft sein, wenn die zweiten Stützflächenabschnitte in den beiden Endbereichen des Biegewerkzeugs in etwa parallel bezüglich der Maschinenebene verlaufend ausgerichtet sind. Damit wird auch hier die Möglichkeit geschaffen, bei einer entsprechend gewählten Verstellrichtung lediglich zueinander eine parallele Verstellung zwischen dem Stellelement und dem Stützelement durchführen zu können.

[0016] Eine andere alternative Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die zweiten Stützflächenabschnitte jeweils ausgehend von den beiden Endbereichen des Biegewerkzeugs in Richtung auf den Mittelbereich mit zunehmender Distanz einen größeren Neigungswinkel mit der Maschinenebene einschließen. Dadurch kann ausgehend von den beiden Endbereichen hin in Richtung auf den Mittelbereich ebenfalls wiederum bei entsprechend gewählter Verstellrichtung des oder der Stellelemente das Ausmaß der Verformung des Biegewerkzeuges und damit verbunden eine stärkere Krümmung erzielt werden.

[0017] Eine weitere mögliche und gegebenenfalls alternative Ausführungsform hat die Merkmale, dass der Neigungswinkel jeweils zwischen den ersten Stützflächenabschnitten und der Maschinenebene einen Wert aufweist, der aus einem Bereich zwischen 0° und 3° , insbesondere zwischen 0° und $1,5^\circ$, ausgewählt ist. So kann durch die Wahl des Neigungswinkels einerseits die aufzubringende Verstellkraft und andererseits das Ausmaß der Verlagerung festgelegt werden.

[0018] Eine weitere Ausbildung sieht vor, dass der Neigungswinkel jeweils zwischen den zweiten Stützflächenabschnitten und der Maschinenebene einen Wert aufweist, der aus einem Bereich zwischen 0° und 3° , insbesondere zwischen 0° und $1,5^\circ$, ausgewählt ist. Damit kann auch hier in Abhängigkeit von der gewählten Verstellrichtung ausgehend von keiner Verformung bis hin zur maximalen Verformung der gewünschte Verformungswert der Arbeitskante des Biegewerkzeugs vorbestimmt werden.

[0019] Eine andere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass jeweils die ersten und zweiten Stützflächenabschnitte zwischen sich einen ersten Winkel einschließen, welcher einen Wert aufweist, der kleiner ist als 180° . Damit kann zwischen unmittelbar benachbarten Stützflächenabschnitten ein Knick und somit die Ausbildung einer Rampe erzielt werden.

[0020] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einige der dritten und vierten Stützflächenabschnitte jeweils zwischen sich einen zweiten Winkel einschließen, welcher einen Wert aufweist, der gleich oder kleiner ist als 180° . Damit kann von einem ebenflächigen Übergang bis hin zu einer Rampenbildung in Abhängigkeit von der gewählten Position der Stützflächenabschnitte in Bezug auf die Längserstreckung des Biegewerkzeugs die dazu vorbestimmte Verformung der Arbeitskante festgelegt werden.

[0021] Weiters kann es vorteilhaft sein, wenn zumindest einige der dritten und vierten Kontaktflächenabschnitte jeweils zwischen sich einen zweiten Winkel einschließen, welcher einen Wert aufweist, der größer ist als 180° . Damit kann in Zwischenbereichen zwischen dem Mittelbereich und den beiden linken und rechten Endbereichen eine weitere Führungsvariante geschaffen werden.

[0022] Eine andere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Verstellvorrichtung in Richtung der Längserstreckung der Arbeitskante gesehen beidseits des zumindest einen Stellelements jeweils ein in Richtung der Längserstreckung des Werkzeugträgers feststehend angeordnetes erstes und zweites Stützelement umfasst. Dadurch kann eine noch feinfühlere Verstellung für das Biegewerkzeug ermöglicht werden.

[0023] Eine weitere mögliche und gegebenenfalls alternative Ausführungsform hat die Merkmale, dass in Längserstreckung des Biegewerkzeugs mehrere, insbesondere zwei, hintereinander angeordnete Verstellvorrichtungen vorgesehen sind, welche jeweils unabhängig voneinander verstellbar sind. So kann eine noch individuellere Verstellung des Biegewerkzeugs und ein damit noch individuellerer Verformungsvorgang durchgeführt werden.

[0024] Eine weitere Ausbildung sieht vor, dass jede der Verstellvorrichtungen in Längserstreckung des Biegewerkzeugs zumindest zwei hintereinander angeordnete Stellelemente sowie zwei hintereinander angeordnete zweite Stützelemente umfasst und jeweils deren erste und zweite Stützflächen zueinander eine gegensinnige Neigungsrichtung bezüglich der Maschinenebene aufweisen. Damit wird wiederum die Möglichkeit geschaffen, je nach gewählter Verstellrichtung entweder den Mittelbereich des Biegewerkzeuges oder aber auch zumindest einen der beiden Endbereiche zu verformen.

[0025] Weiters kann es vorteilhaft sein, wenn das Biegewerkzeug in der Ausgangslage bei noch unverformter, gerad-

linig verlaufender Arbeitskante zumindest im Bereich der zweiten Stützelemente in senkrechter Richtung bezüglich der Maschinenebene über zumindest ein Distanzelement direkt am Biegebalken abgestützt ist. Damit kann in jedem Fall eine sicherere und stabile Null-Lage des Biegewerkzeugs und damit verbunden eine geradlinige Ausrichtung der Arbeitskante erzielt werden.

5 **[0026]** Eine weitere mögliche und gegebenenfalls alternative Ausführungsform hat die Merkmale, dass die Verstellvorrichtung weiters mehrere Wälzkörper mit einer rotationssymmetrischen Raumform umfasst, wobei die Wälzkörper zwischen einander zugewendeten Oberflächenabschnitten des zumindest einen Stellelements und dem Stützelement oder den Stützelementen angeordnet ist oder sind. Durch das Vorsehen von Wälzkörpern zwischen den jeweils relativ zueinander verlagerbaren Stützflächen, deren Stützflächenabschnitte oder aber auch der Längsführungsflächen kann die Reibung herabgesetzt werden. Weiters kann damit aber auch die Verstellkraft reduziert und darüber hinaus noch die Möglichkeit geschaffen werden, auch im laufenden Betrieb eine Verstellung des Stellelements relativ bezüglich des oder den Stützelementen durchführen zu können.

10 **[0027]** Weiters kann es vorteilhaft sein, wenn die Raumform der Wälzkörper aus der Gruppe von Kugel, Zylinder, Hohlzylinder, Kegel, Kegelstumpf ausgewählt ist.

15 **[0028]** Eine andere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, wenn im Querschnitt gesehen die an dem oder den Stellelementen und/oder den Stützelementen angeordneten oder ausgebildeten Stützflächen und/oder Längsführungsflächen gekrümmt verlaufend ausgebildet sind. Dadurch kann eine noch gezieltere Längsführung im Bereich der Wälzkörper an den diesen zugewendeten Oberflächenabschnitten erzielt werden.

20 **[0029]** Eine weitere bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass die jeweils zwischen dem zumindest einen Stellelement und dem zumindest einen Tragelement angeordneten Wälzkörper in einem eigenen Käfig positioniert gehalten sind. Dadurch können die Wälzkörper zueinander stets in einer positionierten Lage gehalten und geführt werden.

25 **[0030]** Schließlich kann es vorteilhaft sein, wenn das Biegewerkzeug in dessen Längserstreckung mehrfach am Biegebalken, insbesondere dem zumindest einen Stützelement, befestigt ist. Damit kann einerseits eine stabile Befestigung des Biegewerkzeugs am Biegebalken und/oder des Werkzeugträgers geschaffen werden und andererseits trotzdem eine Verstellmöglichkeit zur seitlichen Verformung ermöglicht werden.

[0031] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

[0032] Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

30 Fig. 1 eine Fertigungsanlage mit einer Biegemaschine sowie entferntem Auflagetisch und entfernter Manipulationsvorrichtung, in Frontansicht;

Fig. 2 die Fertigungsanlage nach Fig. 1, mit Auflagetisch und Manipulationsvorrichtung, in Seitenansicht;

35 Fig. 3 einen Teilausschnitt der Biegeeinheit nach den Fig. 1 und 2 mit der Verstellvorrichtung für das Biegewerkzeug, in unverformter Position des Biegewerkzeugs, in Seitenansicht sowie vergrößerter Darstellung;

Fig. 4 den Teilausschnitt der Biegeeinheit nach Fig. 3, mit angedeuteter seitlicher Verlagerung der Arbeitskante des Biegewerkzeugs;

40 Fig. 5 Teile der Verstellvorrichtung in Draufsicht bei sich noch in der unverformten Ausgangslage befindlichem Biegewerkzeug sowie unverstelltem Stellelement der Verstellvorrichtung sowie dem geradlinigen Längsverlauf der Arbeitskante, jedoch ohne das Biegewerkzeug;

45 Fig. 6 Teile der Verstellvorrichtung in Draufsicht und einer ersten möglichen Stellung des Stellelements der Verstellvorrichtung sowie dem dabei erzielten gekrümmten Längsverlauf der Arbeitskante, jedoch ohne das Biegewerkzeug;

50 Fig. 7 Teile der Verstellvorrichtung in Draufsicht und einer zweiten möglichen Stellung des Stellelements der Verstellvorrichtung sowie dem dabei erzielten gekrümmten Längsverlauf der Arbeitskante, jedoch ohne das Biegewerkzeug;

Fig. 8 ein Detail der Verstellvorrichtung nach Fig. 6, in vergrößerter Darstellung;

55 Fig. 9 eine weitere mögliche Ausbildung der Verstellvorrichtung für das Biegewerkzeug, in Seitenansicht;

Fig. 10 einen Teilabschnitt des Biegewerkzeugs nach Fig. 9, in Draufsicht und den möglichen Längsverläufen der Arbeitskante je nach gewählter Verstellrichtung, in stark schematisierter Darstellung;

Fig. 11 ein Detail einer möglichen Ausbildung der Kontaktflächen am Tragelement sowie am Stellelement, im Querschnitt bezüglich der Längserstreckung der Arbeitskante des Biegewerkzeugs.

[0033] 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.

[0034] Der Begriff "insbesondere" wird nachfolgend so verstanden, dass es sich dabei um eine mögliche speziellere Ausbildung oder nähere Spezifizierung eines Gegenstands oder eines Verfahrensschritts handeln kann, aber nicht unbedingt eine zwingende, bevorzugte Ausführungsform desselben oder eine Vorgehensweise darstellen muss.

[0035] In den Fig. 1 und 2 ist eine Fertigungsanlage 1 in stark schematisch vereinfachter Darstellung gezeigt, welche im vorliegenden Fall insbesondere für das Schwenkbiegen oder Schwingbiegen von aus Blech zu fertigenden Werkstücken 2 ausgebildet ist. Als Ausgangsmaterial wird zumeist ein metallischer Werkstoff verwendet, welcher in seinem unverformten Zustand als Flachmaterial bzw. Flachelement bezeichnet werden kann.

[0036] Die im vorliegenden Fall für das Biegen eingesetzte und näher beschriebene Fertigungsanlage 1 umfasst eine Biegemaschine 3, insbesondere eine Schwenkbiegemaschine, die zur klemmenden Halterung der aus dem Blech zu fertigenden Werkstücke 2 oder Werkteile zwischen einem relativ zueinander verstellbaren Klemmwerkzeug 4 ausgebildet ist. Das Klemmwerkzeug 4 umfasst im vorliegenden Ausführungsbeispiel zumindest eine, zumeist bevorzugt jedoch mehrere untere Klemmbacken 5 und zumindest eine, zumeist bevorzugt jedoch mehrere damit zusammenwirkende obere Klemmbacken 6. Der oder die unteren Klemmbacken 5 können auch als Teil der Unterwange und der oder die oberen Klemmbacken 6 können auch als Teil der Oberwange bezeichnet werden.

[0037] Es wäre aber auch denkbar, als Biegemaschine 3 eine Presse bzw. Biegepresse einzusetzen. Als Koordinatensystem wird bei derartigen Biegemaschine 3 grundsätzliches als "X"-Richtung jene bezeichnet, welche in einer Horizontalebene sowie in senkrechter Ausrichtung bezüglich der Längserstreckung der Klemmbacken 5, 6 verläuft. Somit ist dies jene Richtung, welche auch der Zufuhrichtung oder der Entnahmerichtung entspricht. Als "Y"-Richtung wird die Vertikalrichtung verstanden, welche somit in Höhenrichtung der Klemmbacken 5, 6 verläuft. Schließlich wird als "Z"-Richtung jene Richtung verstanden, welche in Längsrichtung bzw. in der Längserstreckung der Klemmbacken 5, 6 verläuft. Damit ist auch die Längserstreckung der später noch beschriebenen Biegekante in der "Z"-Richtung verlaufend ausgerichtet.

[0038] Die zumindest eine obere Klemmbacke 6 ist dabei oberhalb des zu fertigenden Werkstücks 2 an der Biegemaschine 3 angeordnet und dort auch entsprechend gehalten, insbesondere geklemmt. Auch die zumindest eine untere Klemmbacke 5 ist an der Biegemaschine 3 gehalten, insbesondere geklemmt.

[0039] Ein Maschinengestell 7 der Biegemaschine 3 umfasst beispielsweise von einer Bodenplatte 8 vertikal aufragend, zueinander beabstandet und parallel zueinander ausgerichtete Seitenwangen 9, 10. Diese sind bevorzugt durch einen massiven, beispielsweise aus einem Blechformteil gebildeten Querverband 11 an ihren von der Bodenplatte 8 distanzierten Endbereichen miteinander verbunden. Beim Maschinengestell 7 handelt es sich zumeist um einen massiven, bevorzugt auf einem ebenen Hallenboden feststehenden Bauteil der Biegemaschine 3. Die hier gezeigte Form ist nur beispielhaft für eine Vielzahl anderer möglicher Ausbildungen gewählt worden.

[0040] Die Seitenwangen 9, 10 können zur Bildung eines Freiraums für das Umformen des Werkstücks 2 bevorzugt in etwa C-förmig ausgebildet sein, wobei an Frontstirnflächen 12 von bodennahen Schenkeln der Seitenwangen 9, 10 ein feststehender, insbesondere auf der Bodenplatte 8 aufstehender unterer Klemmbalken 13 befestigt ist, der auch als Pressbalken bezeichnet werden kann. Dieser bevorzugt ortsfest angeordnete und feststehende untere Klemmbalken 13 kann auch als Klemmtisch oder als Unterwange bezeichnet werden, an dem Teile des Klemmwerkzeugs 4 angeordnet und auch daran gehalten sind.

[0041] An Frontstirnflächen 14 ist an von der Bodenplatte 8 entfernten Schenkel in Klemmbalkenführungen 15 ein zu dem unteren Klemmbalken 13 relativ verstellbarer weiterer oberer Klemmbalken 16, insbesondere ein Druckbalken, geführt gelagert. Die Klemmbalkenführungen 15 sind zumeist als Linearführungen in den unterschiedlichsten Ausführungsformen ausgebildet. Auch dieser weitere Klemmbalken 16 kann als Pressbalken oder auch als Oberwange bezeichnet werden, welcher jedoch relativ bezüglich des Maschinengestells 7 verlagerbar an diesem geführt ist. Auf einander gegenüberliegenden, parallel zueinander verlaufenden Stirnflächen 17, 18 der beiden Klemmbalken 13, 16 können Klemmbackenaufnahmen 19, 20 zur Bestückung mit den Klemmwerkzeugen 4 angeordnet sein. Das oder die Klemmwerkzeuge 4 können auch unter Zwischenschaltung eines nicht näher dargestellten Adapters an den Klemmbackenaufnahmen 19, 20 gehalten sein.

[0042] Die gezeigte Biegemaschine 3 weist als Antriebsanordnung 21 für den verstellbaren oberen Klemmbalken 16, nämlich den Druckbalken, zumindest ein mit elektrischer Energie betriebenes Antriebsmittel 22 auf, das mit einer aus einem Energienetz 23 angespeisten Steuervorrichtung 24 leitungsverbunden sind. Über ein mit der Steuervorrichtung

24 leitungsverbundenen Eingabeterminal 25 kann beispielsweise der Betrieb der Biegemaschine 3 gesteuert werden.

[0043] Bei den Antriebsmitteln 22 handelt es sich bevorzugt um elektromotorisch betriebene Spindeltriebe 26, wie sie allgemein bekannt sind, von denen Stellmittel 27 für eine reversible Stellbewegung des durch den Druckbalken gebildeten oberen Klemmbalkens 16 mit diesem, zum Beispiel antriebsverbunden sind. Es können aber auch andere aus dem Stand der Technik bekannte Antriebsmittel 22, wie z.B. Zylinder-Kolbenanordnungen, Schrittmotore, Zahnstangenantriebe oder dergleichen, eingesetzt werden.

[0044] Auf weitere für den Betrieb einer derartigen Biegemaschine 3 erforderliche Details, wie beispielsweise Sicherheitseinrichtungen, Anschlagsanordnungen und/oder Kontrollvorrichtungen wird in der gegenständlichen Beschreibung zur Vermeidung einer unnötigen Länge der Beschreibung verzichtet.

[0045] Weiters ist hier noch vereinfacht dargestellt, dass die beiden Klemmbalken 13, 16, insbesondere deren Werkzeugaufnahmen 19, 20, bzw. das daran gehaltene Klemmwerkzeug 4 mit seinem bzw. seinen unteren und oberen Klemmbacken 5, 6, bei einer Betrachtung in Längsrichtung der Klemmbalken 13, 16 eine sich dazwischen erstreckende Verstellebene oder eine Maschinenebene 28 definieren. Die Verstellebene oder die Maschinenebene 28 verläuft bevorzugt mittig bezüglich der Klemmbalken 13, 16 bzw. den an diesen angeordneten Klemmbackenaufnahmen 19, 20. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird hier eine vertikal ausgerichtete Ebene verstanden. Die Verstellebene oder die Maschinenebene 28 wird kann auch als Referenzebene für das in seiner vertikalen Ausrichtung befindliche Biegewerkzeug 37 bezeichnet werden. Die Maschinenebene 28 bildet aber auch in weiterer Folge eine Referenz- bzw. Bezugsebene für ein Biegewerkzeug 37 einer Biegeeinheit 35.

[0046] Die beiden Klemmbacken 5, 6 bilden zwischen sich an einander zugewendeten Enden einen Klemmbereich 29 aus. Einander zugewendete untere und obere Klemmflächen 30, 31 der beiden Klemmbacken 5, 6 sind bevorzugt rechtwinkelig bezüglich der Verstellebene oder der Maschinenebene 28 ausgerichtet. Diese Klemmflächen 30, 31 dienen dazu, das Blech je nach dessen Wandstärke für die Durchführung des Biegevorgangs zwischen den beiden Klemmbacken 5, 6 positioniert zu halten.

[0047] Ein zusätzlicher Auflagetisch 32 mit seiner eine Auflageebene 33 definierenden Auflagefläche ist bevorzugt im Bereich der Vorderseite der Biegemaschine 3 angeordnet, welcher nur in der Fig. 2 vereinfacht angedeutet ist. Die Auflageebene 33 kann auch als Unterstützungsebene bezeichnet werden. Dabei sei erwähnt, dass die Auflagefläche nicht vollflächig ausgebildet sein muss sondern auch aus mehreren in Zuführrichtung des zu bearbeitenden Blechs nebeneinander und/oder hintereinander angeordneten Auflageteilflächen gebildet sein kann. Die von der Auflageebene 33 definierte Auflagefläche ist bevorzugt in der gleichen Ebene angeordnet, wie die untere Klemmfläche 30 der unteren Klemmbacke 5. Diese dient bei großflächigeren Blechen als zusätzliche Unterstützung, um ein unbeabsichtigtes Abknicken insbesondere bei dünneren Blechen zu vermeiden.

[0048] Unter einem Biegebereich 34 wird dabei jener Bereich verstanden, welcher dazu dient, aus dem zumeist ebenflächig vorliegenden noch unverformten Blech das zu fertigende Werkstück 2 zu bilden bzw. ein bereits vorverformtes Werkstück 2 weiter zu bearbeiten, indem zumindest eine zusätzliche Abkantung oder Abbiegung ausgebildet wird.

[0049] Der Biegebereich 34 liegt dabei zumeist beabstandet von der Maschinenebene 28 der Klemmbalken 13, 16 und wird durch einander zugewendete Endabschnitte zumindest einer, bevorzugt jedoch beider Klemmbacken 5, 6 gebildet. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Biegebereich 34 auf der vom Auflagetisch 32 oder einer nicht näher dargestellten Bedienperson abgewendeten Seite der Klemmbalken 13, 16 angeordnet. Damit ist der Biegebereich 34 innerhalb des Maschinengestells 7 verlaufend angeordnet.

[0050] Der Biegebereich 34 bildet am herzustellenden Werkstück 2 zumeist eine bevorzugt geradlinig verlaufende Biegelinie aus, wobei sich beidseits des Biegebereichs 34 jeweils Schenkel infolge des durchgeführten Biegevorgangs ausbilden. Einer der Schenkel des Werkstücks 2 ist in klemmender Stellung zwischen den beiden Klemmflächen 30, 31 der Klemmbacken 5, 6 gehalten, wobei der zumindest eine weitere Schenkel außerhalb der Klemmflächen 30, 31 angeordnet ist. Je nach gewünschter bzw. herzustellender Geometrie des Werkstücks 2 schließen die beiden Schenkel zwischen sich einen Biegewinkel ein. Dieser Biegewinkel wird in einer senkrecht bezüglich der Biegelinie ausgerichteten Bezugsebene gemessen. Die Bezugsebene ihrerseits ist weiters bevorzugt auch noch bezüglich der Maschinenebene 28 dazu in senkrechter Richtung verlaufend ausgerichtet.

[0051] Dabei sei erwähnt, dass das Maschinengestell 7 der Biegemaschine 3 nur sehr vereinfacht dargestellt ist, wobei es auch noch möglich ist, davon abweichende Ausführungsformen einzusetzen. So könnte z.B. das Maschinengestell 7 bzw. der Maschinenkörper mit einem freien Ständerdurchgang ausgebildet sein. In diesem Fall würden die Klemmbackenaufnahmen 19, 20 zwischen den Seitenwangen 9, 10 bzw. Seitenteilen aufgenommen werden können. Bei einer anderen Ausbildung des Maschinengestells 7 bzw. des Maschinenkörpers ist kein freier Ständerdurchgang möglich, wodurch die Klemmbackenaufnahmen 19, 20 nicht zwischen den Seitenwangen 9, 10 bzw. Seitenteilen aufgenommen werden können.

[0052] Zur Durchführung des Biegevorgangs umfasst die Biegemaschine 3 der Fertigungsanlage 1 auch noch eine Biegeeinheit 35, welche auch als Abkanteinheit oder Umformeinheit bezeichnet werden kann. Diese ist vereinfacht in der Fig. 2 angedeutet und kann je nach durchzuführendem Biegevorgang relativ bezüglich des Maschinengestells 7

dazu verstellt werden. Der besseren Übersichtlichkeit halber, wurde in der Fig. 1 auf die Darstellung der Biegeeinheit 35 sowie deren Komponenten verzichtet.

[0053] Dabei kann das zwischen den beiden Klemmbacken 5, 6 vorpositioniert und geklemmt gehaltene Blech zur Bildung des Werkstücks 2 durch einen Biegevorgang, insbesondere einen Abkantvorgang, entlang der den Biegebereich 34 bildenden Biegelinie umgeformt, insbesondere abgekantet werden.

[0054] Je nach durchzuführender Abkantung des zwischen den Klemmbacken 5, 6 geklemmt gehalten Blechs zur Herstellung des Werkstücks 2 bildet entweder die untere Klemmbacke 5 oder die obere Klemmbacke 6 den Abkantbereich und damit den Biegebereich 34 aus. So bildet die untere Klemmbacke 5 eine erste Umformkante aus oder weist diese auf. Die obere Klemmbacke 6 bildet eine zweite Umformkante aus oder weist diese auf.

[0055] Die beiden zuvor beschriebenen Klemmflächen 30, 31 der Klemmbacken 5, 6 definieren bei einer aneinander anliegenden Stellung eine Werkstückauflageebene 36 für das herzustellende Werkstück 2. Bevorzugt ist die Werkstückauflageebene 36 in vertikaler Richtung gesehen in der gleichen Höhe wie die vom Auflagetisch 32 definierte Auflageebene 33 angeordnet. Die beiden Ebenen sind zueinander planparallel verlaufend ausgerichtet sowie in einer gemeinsamen Ebene angeordnet.

[0056] Die Biegeeinheit 35 kann ein oder aber auch mehrere Biegewerkzeuge 37 aufweisen, welche an einem nicht näher bezeichneten Werkzeugträger eines Biegebalkens 38 angeordnet, insbesondere daran gehalten sein können. Der Biegebalken 38 kann an nicht näher dargestellten Biegebalkenführungen mittels eines Biegebalkenantriebs relativ bezüglich des Maschinengestells 7 verstellbar sein, wie dies in der Fig. 2 mit einem Doppelpfeil angedeutet ist. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel verläuft die Hauptverstellungsrichtung in vertikaler Richtung sowie überwiegend parallel bezüglich der vertikal verlaufend ausgerichteten Maschinenebene 28. Dies entspricht einer Verlagerung in Richtung der zuvor beschriebenen "Y"-Richtung. Zusätzlich kann noch am Ende des Biegevorgangs eine minimale Verstellung des Biegewerkzeugs 37 mittels des Biegebalkens 38 in Richtung auf die Klemmbacken 5, 6 hin erfolgen, was einer Verstellung in der "X"-Richtung entspricht. Damit kann ein geringfügiges Überbiegen erzielt werden, wodurch dann nach der Entlastung aufgrund der Rückfederung der korrekte Biegewinkel eingehalten werden kann.

[0057] Weiters kann die umfasst die Fertigungsanlage 1 auch noch eine Manipulationsvorrichtung 39 mit zumindest einem vereinfacht angedeuteten Manipulator 40 für die übliche Manipulation des Blechs oder des herzustellenden Werkstücks 2 im Front- bzw. Bedienbereich der Biegemaschine 3. Die Manipulation des Blechs oder des daraus herzustellenden Werkstücks 2 erfolgt im Bereich des Auflagetisches 32 bevorzugt durch den Manipulator 40, von welchem nur ein erstes Halteelement 41 an einem Teil eines Manipulatorarms gezeigt ist. Das erste Halteelement 41 kann oder die ersten Halteelemente 41 können z.B. als Saugelement und/oder als Magnet ausgebildet sein, mit welchem das Blech auf seiner von der Auflageebene 33 des Auflagetisches 32 abgewendeten Seite gehalten und in weiterer Folge relativ bezüglich des Klemmwerkzeugs 4 bewegt und bezüglich des Biegebereichs 34 positioniert werden kann. Es wäre aber auch möglich, das erste Halteelement 41 als Greifer mit zusammenwirkenden Greiffingen auszubilden.

[0058] Das oder die Biegewerkzeuge 37 sind bevorzugt zumindest über die Längserstreckung des Biegebereichs 34 durchlaufend, insbesondere einstückig, ausgebildet und definieren an ihren dem Blech oder dem herzustellenden Werkstück 2 zugewendeten Bereich eine idealerweise geradlinig verlaufende Arbeitskante 42 aus. Die Arbeitskante 42 ist im unbelasteten Zustand, also solange kein Biegevorgang durchgeführt wird, als geradlinig verlaufend anzusehen. Weiters soll die Arbeitskante 42 im unbelasteten Zustand eine parallele Ausrichtung bezüglich der Maschinenebene 28 oder des durch die Klemmbacken 5 oder 6 definierten Biegebereichs 34 aufweisen. Dieser geradlinige Verlauf der Arbeitskante 42 wird im Zuge des Biegevorgangs und dem damit verbundenen Einwirken des oder der Biegewerkzeuge 37 infolge der elastischen Verformung des Biegebalkens 38, insbesondere des daran angeordneten Werkzeugträgers, verändert. Damit kann am Werkstück 2 kein geradliniger Verlauf der herzustellenden Biegekante erzielt werden.

[0059] So ist hier vorgesehen, dass das Biegewerkzeug 37 in Richtung seiner Längserstreckung - also in Richtung seiner Arbeitskante 42 gesehen - derart elastisch verformt oder verstellt wird, dass damit zumindest abschnittsweise ein bombierter oder gekrümmter Längsverlauf der Arbeitskante 42 schon vor dem Beginn des Biegevorgangs und/oder auch während des Biegevorgangs eingestellt bzw. erzielt werden kann. Unter dem Begriff der Bombierung oder des gekrümmten Längsverlaufes wird eine gewollte, vorbestimmte Vorkrümmung des Biegewerkzeugs 37 in seiner Ruhestellung sowie gegebenenfalls auch während des Biegevorgangs verstanden. Die Bombierung oder die Verstellung zum gekrümmten Längsverlauf erfolgt ausgehend von einem unverformten, geradlinigen Längsverlauf der Arbeitskante 42 sowie einem bevorzugt parallelen Längsverlauf von Flachseiten des Biegewerkzeugs 37 bezüglich der Maschinenebene 28 in der Werkstückauflageebene 36 oder einer dazu parallel verlaufenden Ausgangsebene.

[0060] Diese seitliche Verformung kann ausgehend vom geradlinigen Verlauf Arbeitskante 42 sowie der im Ausgangszustand vor dem Beginn des Biegevorgangs vertikalen Ausrichtung des Biegewerkzeugs 37 durch eine Art Schwenkbewegung und gegebenenfalls eine damit verbundene zumindest bereichsweise elastische Verformung des Biegewerkzeugs 37 im Bereich des Werkzeugträgers erfolgen, wie dies schematisch in den Fig. 3 und 4 dargestellt ist. Die Fig. 3 zeigt die unverformte Ausgangsstellung in einer Seitenansicht, wobei in der Fig. 4 die durchgeführte Verstellung bzw. Verlagerung mit einem Schwenkradius 43 sowie einer neuen Position der Arbeitskante 42 in einem Längsabschnitt des Biegewerkzeugs 37 ebenfalls in einer Seitenansicht gezeigt ist.

[0061] Für diese Verlagerung der in der Ausgangslage geradlinig verlaufenden Arbeitskante 42 des Biegewerkzeugs 37 hin zu einem gekrümmten und/oder bombierten Längsverlauf der Arbeitskante 42 ist eine Verstellvorrichtung 44 im Bereich des Werkzeugträgers vorgesehen.

[0062] In dem hier gezeigten ersten Ausführungsbeispiel umfasst die Verstellvorrichtung 44 zumindest ein Stützelement 45, zumindest ein damit zusammenwirkendes Stellelement 46, zumindest ein nicht näher dargestelltes Stellorgan. Zusätzlich dazu, jedoch nicht zwingend, wäre es noch möglich, dass an vorbestimmten Stellen zwischen dem Stützelement 45 und dem Stellelement 46 mehrere Wälzkörper 47 angeordnet sein können, welche jeweils eine rotationsymmetrische Raumform aufweisen. Die Wälzkörper 47 können vorgesehen sein, müssen aber nicht vorgesehen sein. Das zumindest eine Stellelement 46 ist mittels des zumindest einen Stellorgans relativ bezüglich des zumindest einen Stützelements 45 des Werkzeugträgers in zueinander unterschiedlichen Verstellrichtung verlagerbar, wobei diese in den nachfolgenden Fig. 5 bis 7 jeweils mit einem Pfeil angedeutet sind. Bei dieser Ausführung sind auch noch die Wälzkörper 47 vorgesehen und gezeigt, um so die bei der jeweiligen Verstellbewegung zu überwindende Reibungskraft so gering wie möglich zu halten.

[0063] Weiters ist hier noch zu ersehen, dass das Biegewerkzeug 37 im Querschnitt gesehen, also in einer in senkrechter Richtung bezüglich der Längserstreckung ausgerichteten Ebene, an seiner dem Werkzeugträger bzw. dem Biegebalken 38, insbesondere dem Stützelement 45 zugewendeten Seite bzw. Flachseite zumindest eine, bevorzugt zwei, Freistellungen oder Ausnehmungen aufweist, wodurch sich im Kontaktbereich des Stellelements 46 eine erste Anlagefläche 68 ausbildet. Diese befindet sich bei diesem Ausführungsbeispiel in etwa halber Höhe des Biegewerkzeugs 37. Eine der Freistellungen erstreckt sich ausgehend von der ersten Anlagefläche 68 in Richtung auf das von der Arbeitskante 42 abgewendete Ende und endet auch vor diesem unter Ausbildung einer zweiten Anlagefläche 69. Bevorzugt sind die beiden Anlageflächen 68, 69 in einer gemeinsamen Ebene angeordnet. Das Biegewerkzeug 37 kann weiters im Bereich seiner von der Arbeitskante 42 abgewendeten bzw. gegenüberliegend angeordneten Schmalseitenfläche 72 zumindest abschnittsweise am Werkzeugträger, im vorliegenden Ausführungsbeispiel an einer am Stützelement 45 ausgebildeten oder angeordneten Stützschar 73, anliegend abgestützt sein. Damit kann in der unverstellten Ausgangslage eine Abstützung und Übertragung von Kräften in "Y"-Richtung ausgehend von der Arbeitskante 42 auf den Werkzeugträger, insbesondere den Biegebalken 38 erzielt werden. Aufgrund der Anordnung und Ausbildung der zweiten Anlagefläche 69 sowie der Schmalseitenfläche 72, kann auch der Übergangsbereich oder der Eckbereich zwischen der zweiten Anlagefläche 69 und der Schmalseitenfläche 72 den Schwenkmittelpunkt bzw. die Basis des Schwenkbereichs für den Schwenkradius 43 bilden.

[0064] Die Freistellung oder die Freistellungen erstrecken sich bevorzugt über die gesamte Längserstreckung des Biegewerkzeugs 37. Damit sind auch die beiden Anlageflächen 68, 69 über die gesamte Längserstreckung des Biegewerkzeugs 37 ausgebildet und stehen somit für die gegenseitige Anlage und Abstützung des Biegewerkzeugs 37 am Werkzeugträger, dessen Stellelement 46 und/oder dem Biegebalken 38, insbesondere dem Stützelement 45 zur Verfügung. Jene Freistellung, welche zwischen der ersten Anlagefläche 68 und der Arbeitskante 42 angeordnet bzw. dargestellt ist, kann gegebenenfalls entfallen.

[0065] Das vereinfacht angedeutete Befestigungsmittel kann z.B. durch eine Schraube, insbesondere eine Dehnschraube, gebildet sein. Damit kann die von der Arbeitskante 42 weiter distanziert angeordnete zweite Anlagefläche 69 oder der Eckbereich im unteren Fußpunkt des Biegewerkzeugs 37 den Schwenkmittelpunkt des zuvor beschriebenen Schwenkradius 43 bilden. Zusätzlich zur seitlichen Verlagerung der Arbeitskante 42 kann durch die seitliche Schwenkbewegung um den Schwenkradius 43 auch noch zusätzlich eine in "Y"-Richtung - also in paralleler Richtung zur Maschinenebene 28, überlagerte Verstellbewegung erzielt werden. Diese Verlagerungsbewegung ist jedoch in ihrem Ausmaß als eher gering anzusehen.

[0066] Die seitliche Verlagerungsbewegung in "X"-Richtung kann ein Ausmaß in einem Bereich zwischen 0,0 mm und 1,0 mm, bevorzugt bis zu 0,6 mm betragen. Die zusätzliche Verlagerungsbewegung in "Y"-Richtung kann ein Ausmaß bis hin zu 0,2 mm, bevorzugt 0,1 mm betragen.

[0067] Es erfolgt die relative Verstellung des zumindest einen Stellelements 46 relativ bezüglich des zumindest einen Stützelements 45 in Richtung der Längserstreckung der Arbeitskante 42, wobei dies ausgehend von einer unverformten Ausgangslage der Arbeitskante 42 - wie diese in der Fig. 5 gezeigt ist - je nach der gewählten Verstellrichtung zu dem jeweils angedeuteten Längsverlauf der Arbeitskante 42 gemäß den gezeigten Beispielen in den Fig. 6 und 7 führt.

[0068] So kann das zumindest eine Stellelement 46 ausgehend von einer Grundstellung sowohl in einer ersten Verstellrichtung als auch in einer dazu entgegengesetzt gerichteten bzw. verlaufenden zweiten Verstellrichtung relativ bezüglich des Stützelements 45 verstellt werden. In der Grundstellung ist der Längsverlauf der Arbeitskante 42 geradlinig und kann wahlweise je nach der Neigungsrichtung der zusammenwirkenden Stütz- bzw. Stellflächen des Stützelements 45 sowie des Stellelements 46 verformt werden.

[0069] Die Raumform der Wälzkörper 47 kann aus der Gruppe von Kugel, Zylinder, Hohlzylinder, Kegel, Kegelsumpf ausgewählt sein. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist als Raumform die Kugelform gewählt und dargestellt worden.

[0070] Für jeden der mehreren Wälzkörper 47 ist an jeweils einander zugewendeten und einander gegenüberliegend angeordneten Oberflächenabschnitten des zumindest einen Stellelements 46 mehrere erste Stützflächen 48 und des

zumindest einen Stützelements 45 mehrere zweite Stützflächen 49 angeordnet oder ausgebildet. Die jeweils einander gegenüberliegend angeordneten ersten und zweiten Stützflächen 48, 49 können zur Anlage des oder der Wälzkörpers 47 dienen. Bevorzugt sind in Richtung der Längserstreckung der Arbeitskante 42 gesehen mehrere voneinander distanziert angeordnete Wälzkörpers 47 mit den zugehörigen ersten und zweiten Stützflächen 48, 49 vorgesehen. Jeder der Wälzkörpers 47 ist seinerseits an einem ersten und einem zweiten Kontaktbereich 50, 51 daran abgestützt.

[0071] Sind keine Wälzkörper 47 zwischen den jeweils einander zugewendeten und einander gegenüberliegend angeordneten Oberflächenabschnitten des zumindest einen Stellelements 46 und des zumindest einen Stützelements 45 vorgesehen bzw. angeordnet, können jeweils die ersten Stützflächen 48 direkt an den zweiten Stützflächen 49 daran anliegend abgestützt sein. Dann gleitet bei einer der Verstellbewegungen jeweils die erste Stützfläche 48 direkt an der zweiten Stützfläche 49. Zur Herabsetzung der Reibungskräfte kann noch ein Schmier- und/oder Gleitmittel zwischen die jeweils einander aneinander anliegenden ersten und zweiten Stützflächen 48, 49 eingebracht sein.

[0072] Das Biegewerkzeug 37 wird oder die Biegewerkzeuge 37 werden mittels vereinfacht dargestellten Befestigungsmitteln, insbesondere Schrauben, am Stützelement 45 des Werkzeugträgers befestigt.

[0073] Wie nun besser aus den schematischen Darstellungen der Fig. 5 bis 8 zu ersehen ist, kann je nach durchgeführter Längsverlagerung des Stellelements 46 in Richtung der Längserstreckung der Arbeitskante 42 des Biegewerkzeugs 37 ausgehend von der unverformten, geradlinig verlaufenden Längserstreckung die Arbeitskante 42 zu dem gewünschten, gekrümmt verlaufenden Längsverlauf elastisch verstellt werden. Dazu wird das oder werden die Stellelemente 46 in ihrer Lage relativ bezüglich des Stützelements 45 verstellt, wie dies zuvor bereits beschrieben worden ist. So zeigt die Fig. 5 die unverformte Ausgangslage der Arbeitskante 42. In den Fig. 6 und 7 sind zueinander unterschiedliche Beispiele der gekrümmt verlaufenden Längserstreckung der Arbeitskante 42 gezeigt. Die Fig. 8 zeigt ein vergrößertes Detail der Verstellvorrichtung 44.

[0074] So weist bei diesem Ausführungsbeispiel jede der ersten Stützflächen 48 des Stellelements 46 einen ersten und einen zweiten Stützflächenabschnitt 52, 53 auf. Auch jede der zweiten Stützflächen 49 des Stützelements 45 weist ihrerseits einen dritten und einen vierten Stützflächenabschnitt 54, 55 auf. Weiters sind sowohl der erste und zweite Stützflächenabschnitt 52, 53 als auch der dritte und vierte Stützflächenabschnitt 54, 55 in Verstellrichtung des Stellelements 46 gesehen unmittelbar benachbart zueinander, insbesondere hintereinander, angeordnet.

[0075] Jeder der Wälzkörper 47 weist eine Wälzachse 56 auf. Bei einer bezüglich der Wälzachse 56 des Wälzkörpers 47 einander diametral gegenüberliegenden Anordnung des ersten und zweiten Kontaktbereichs 50, 51 des Wälzkörpers 47 sind die jeweiligen Stützflächenabschnitte 52 bis 55 je nach gegenseitiger Anordnung zueinander parallel verlaufend ausgerichtet.

[0076] Das Biegewerkzeug 37, insbesondere die am Stützelement 45 bzw. am Biegebalken 38 im Bereich des Werkzeugträgers gehaltene oder befestigte Biegeschiene, weist eine Längserstreckung auf, welche sich zumeist über den gesamten Arbeitsbereich der Biegemaschine 3 erstreckt. In etwa in der halben Längserstreckung des Biegewerkzeugs 37 befindet sich ein Mittelbereich 57, wobei das Biegewerkzeug 37 in seiner Längserstreckung voneinander distanzieren Endbereiche 58, 59 aufweist. Diese können auch als erste und zweite Endbereiche oder linke und rechte Endbereiche bezeichnet werden.

[0077] Weiters können jeweils der erste und zweite Stützflächenabschnitt 52, 53 unter einem ersten Winkel 60 geneigt zueinander verlaufend ausgerichtet sein. Es können aber auch jeweils der dritte und vierte Stützflächenabschnitt 54, 55 unter einem zweiten Winkel 61 geneigt zueinander verlaufend ausgerichtet sein. Durch die geneigte Anordnung und Ausrichtung der jeweiligen Stützflächenabschnitte 52, 53 oder 54, 55 zueinander bilden sich am Stellelement 46 und/oder am Stützelement 45 entweder Rampen oder parallel bezüglich der Maschinenebene 28 ausgerichtete Neuralflächen aus, an welchen jeweils die Wälzkörper 47 im Zuge der Verlagerungsbewegung des Stellelements 46 relativ bezüglich des Stützelements 45 abrollen können.

[0078] Der jeweils von den ersten und zweiten Stützflächenabschnitten 52 und 53 des Stellelements 46 eingeschlossene Winkel 60 kann einen Wert aufweisen, der kleiner ist als 180° . Bevorzugt beträgt der Wert des Winkels 60 zwischen $179,5^\circ$ und 177° , insbesondere in etwa $178,5^\circ$.

[0079] Je nach dem gewünschten Ausmaß der Verlagerung und der Auslenkrichtung der Verlagerung der Arbeitskante 42 in Bezug auf die jeweilige Längsposition des jeweiligen Wälzkörpers 47 in Richtung der Längserstreckung des Biegewerkzeugs 37 gesehen, könnte der Wert des Winkels 60 auch größer als 180° gewählt werden.

[0080] Die Wahl eines Wertes für einen Winkel 61, welcher jeweils zumindest zwischen einigen der dritten und vierten Stützflächenabschnitten 54, 55 eingeschlossen ist, kann ebenfalls kleiner als 180° gewählt werden. Bevorzugt beträgt der Wert des Winkels 61 zwischen $179,5^\circ$ und 177° , insbesondere in etwa $178,5^\circ$. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel können beim Stützelement 45 z.B. die im Mittelbereich 57 und in den beiden voneinander distanzieren Endbereichen 58, 59 befindlichen dritten und vierten Stützflächenabschnitten 54, 55 mit derartigen Winkelwerten ausgebildet werden.

[0081] Es ist hier weiters noch vorgesehen, dass jeweils in einem Zwischenabschnitt 62, also in Richtung der Längserstreckung der Arbeitskante 42 gesehen zwischen dem Mittelbereich 57 und jedem der Endbereiche 58, 59, der Wert des zwischen einigen der dritten und vierten Stützflächenabschnitte 54, 55 eingeschlossene bzw. ausgebildete Winkel 61 gleich ist 180° oder gegebenfalls sogar größer ist als 180° . So kann z.B. der Wert des Winkels 61 z.B. zwischen

180,5° und 183°, insbesondere 181,5° betragen.

[0082] Bei als Schwenkbiegemaschinen ausgebildeten Biegemaschinen 3 kann z.B. die Arbeitskante 42 des Biegewerkzeugs 37 ausgehend von der geradlinig verlaufenden Ausgangslage - gemäß Fig. 5 - bezüglich der vertikal verlaufend ausgerichteten Maschinenebene 28 derart verlagert werden, dass deren Abstand im Mittelbereich 57 der Längserstreckung des Biegewerkzeugs 37 in senkrechter Richtung auf die Maschinenebene 28 kleiner ist als in beiden Endbereichen 58,59. Damit kann ein Längsverlauf der Arbeitskante 42 ausgebildet werden, wie dieser in der Fig. 6 gezeigt ist. Das oder die Stellelemente 46 sind dabei gemäß eingetragenen Pfeil in Richtung auf den linken Endbereich 58 relativ bezüglich des oder der Stützelemente 45 verlagert worden.

[0083] Soll hingegen die Arbeitskante 42 des Biegewerkzeugs 37 ausgehend von der geradlinig verlaufenden Ausgangslage bezüglich der vertikal verlaufend ausgerichteten Maschinenebene 28 derart verlagert werden, dass deren Abstand im Mittelbereich 57 der Längserstreckung des Biegewerkzeugs 37 in senkrechter Richtung auf die Maschinenebene 28 größer ist als in den beiden Endbereichen 58, 59, ist eine zur zuvor beschriebenen Verstellrichtung des Stellelements 46 dazu entgegengesetzte Verstellrichtung desselben zu wählen. Damit kann ein Längsverlauf der Arbeitskante 42 ausgebildet werden, wie dieser in der Fig. 7 gezeigt ist. Das oder die Stellelemente 46 sind dabei gemäß eingetragenen Pfeil in Richtung auf den rechten Endbereich 59 relativ bezüglich des oder der Stützelemente 45 verlagert worden. So kann mit einer einfachen Verstellbewegung je nach gewählter Verstellrichtung die gewünschte Verformung des Biegewerkzeugs 37 mit seiner Arbeitskante 42 eingestellt werden.

[0084] Um die zueinander unterschiedlichen Verlagerungen des Biegewerkzeugs 37 relativ bezüglich des Werkzeugträgers mittels der hier dargestellten Verstellvorrichtung 44 durchführen zu können, ist die Ausrichtung und Lage der zuvor beschriebenen Stützflächenabschnitte 52 bis 55 in entsprechender Weise zu wählen.

[0085] Dazu sind zumindest einzelne der ersten und zweiten Stützflächenabschnitte 52, 53 der ersten Stützflächen 48 am zumindest einen Stellelement 46 in Richtung der Längserstreckung des Biegewerkzeugs 37 mit einer unterschiedlichen Neigungsrichtung bezüglich der Maschinenebene 28 verlaufend anzuordnen. Diese Angaben der Neigungsrichtung beziehen sich auf eine vertikale Anordnung der Maschinenebene 28 und einer sich in der Ausgangslage in etwa parallel verlaufenden Anordnung des im Wesentlichen aus einem Flachprofil gebildeten Biegewerkzeugs 37. Die Betrachtungsrichtung dazu ist als Draufsicht - und somit von oben - gewählt.

[0086] So sind bei diesem Ausführungsbeispiel die ersten Stützflächenabschnitte 52 am Stellelement 46 im Mittelbereich 57 der Längserstreckung des Biegewerkzeugs 37 in etwa parallel bezüglich der Maschinenebene 28 verlaufend ausgerichtet. Ausgehend vom Mittelbereich 57 des Biegewerkzeugs 37 jeweils in Richtung auf die beiden Endbereiche 58, 59 des Biegewerkzeugs 37 schließen die ersten Stützflächenabschnitte 52 mit zunehmender Distanz einen größeren Neigungswinkel mit der Maschinenebene 28 ein. Der größte Neigungswinkel wird bei diesem Ausführungsbeispiel jeweils im Bereich der beiden Endbereiche 58, 59 des Biegewerkzeugs 37 zwischen den ersten Stützflächenabschnitten 52 und der Maschinenebene 28 eingeschlossen.

[0087] Die zweiten Stützflächenabschnitte 53 sind in den beiden Endbereichen 58, 59 des Biegewerkzeugs 37 in etwa parallel bezüglich der Maschinenebene 28 verlaufend ausgerichtet. Weiters können die zweiten Stützflächenabschnitte 53 jeweils ausgehend von den beiden Endbereichen 58, 59 des Biegewerkzeugs 37 in Richtung auf den Mittelbereich 57 jeweils mit zunehmender Distanz einen größeren Neigungswinkel mit der Maschinenebene 28 einschließen.

[0088] Durch diese winkelige Stellung der ersten und zweiten Stützflächenabschnitte 52, 53 zueinander sowie bezüglich der Maschinenebene 28, kann der jeweils zwischen den ersten Stützflächenabschnitten 52 und der Maschinenebene 28 eingeschlossene Neigungswinkel einen Wert aufweisen, der aus einem Bereich zwischen 0° und 3°, insbesondere zwischen 0° und 1,5°, ausgewählt ist. Dabei kann auch der eingeschlossene Neigungswinkel jeweils zwischen den zweiten Stützflächenabschnitten 53 und der Maschinenebene 28 einen Wert aufweisen, der aus einem Bereich zwischen 0° und 3°, insbesondere zwischen 0° und 1,5°, ausgewählt ist.

[0089] Da die zuvor beschriebenen Winkel 60, 61 sowie die jeweils zwischen der Maschinenebene 28 und den ersten oder den zweiten Stützflächenabschnitten 52, 53 eingeschlossenen Neigungswinkel einen eher geringen Wert aufweisen, kann mit geringeren Verstellkräften das Stellelement 46 mittels des Stellorgans relativ bezüglich des Stützelements 45 und somit relativ bezüglich des Werkzeugträgers verstellt werden. Damit kann auch nur ein relativ geringer Verstellweg bzw. ein Ausmaß der Verlagerung der Arbeitskante 42 im Bereich eines jeden Wälzkörpers 47 erreicht werden. Eine entsprechend Führung des Stellelements 46 am Stützelement 45 und/oder am Biegewerkzeug 37 kann zusätzlich noch vorgesehen werden.

[0090] Weiters ist bei jenen als Draufsicht dargestellten Fig. 5 bis 8 noch zu entnehmen, dass jene Stützflächenabschnitte 52 und 54, welche jeweils in den beiden Endbereichen 58 und 59 mit der Maschinenebene 28 einen Neigungswinkel einschließen, zueinander eine gleich gerichtete Ausrichtung aufweisen und jene im Mittelbereich 57 angeordneten und einen Neigungswinkel einschließenden Stützflächenabschnitte 53 und 55 eine dazu entgegengesetzte Ausrichtung aufweisen. Damit wird das Biegewerkzeug 37 je nach gewählter Verstellrichtung des Stellelements 46 entweder im Bereich der beiden Endbereiche 58, 59 verstellt - siehe Fig. 6- oder im Mittelbereich verstellt, wie dies in der Fig. 7 gezeigt ist. Der übertrieben gezeigte Längsverlauf der Arbeitskante 42 ist in einer strich-punktierten Linie bei den beiden Fig. 6 und 7 dargetellt.

[0091] Das hier eher flachprofilartig ausgebildete Biegewerkzeug 37 kann in dessen Längserstreckung mehrfach am Stützelement 45 befestigt sein. Als Befestigungsmittel ist hier beispielsweise eine Schraube angedeutet. Bevorzugt wird je Befestigungsmittel beidseits desselben in Richtung der Längserstreckung des Biegewerkzeugs 37 gesehen je ein Wälzkörper 47 mit den entsprechend der Längsposition bezüglich der Längserstreckung ausgerichteten Stützflächenabschnitten 52 bis 55 angeordnet.

[0092] Die Befestigung des Biegewerkzeugs 37 erfolgt bevorzugt in einem von der Arbeitskante 42 in Richtung der Breite bzw. der Höhe des Biegewerkzeugs 37 distanzierten Abschnitt. Damit kann die Verstellvorrichtung 44 in Vertikalrichtung gesehen, zwischen der Arbeitskante 42 und dem Befestigungsmittel angeordnet werden. Durch die von der Verstellvorrichtung 44 ausgeübte Verstellkraft - gemäß eingetragenen Pfeil 63 in der Fig. 4 - kann die zuvor beschriebene Verlagerung der Arbeitskante 42 erreicht werden. Dies wird bevorzugt durch eine elastische Verformung des Biegewerkzeugs 37 und/oder eine Verschwenkbewegung des Biegewerkzeugs 37 um seinen von der Arbeitskante 42 abgewendeten unteren Endbereich erfolgen. Diese Verschwenkbewegung kann weiters auch noch durch die Elastizität der jeweiligen Befestigungsmittel ermöglicht werden.

[0093] Das Ausmaß des Verstellwegs der Arbeitskante 42 kann z.B. 0,4 mm bis 1,0 mm, bevorzugt 0,6 mm in horizontaler Richtung, also in paralleler Richtung bezüglich der Werkstückauflageebene 36, betragen. In vertikaler Richtung kann der Verstellweg z.B. ein Ausmaß zwischen 0,05 mm und 0,5 mm, insbesondere 0,1 mm, aufweisen.

[0094] Vorteilhaft ist dabei, dass durch die Wahl der Wälzkörper 47 ein leichtgängiger Verstellvorgang des Stellelements 46 ermöglicht wird. Dabei kann bereits vor dem Beginn des Biegevorgangs sowie auch noch während desselben die Verstellung im laufenden Betrieb durchgeführt werden. So kann kurzfristig auf Abweichungen der Geradheit des herzustellenden Biegebereichs bzw. der Biegekante am Werkstück 2 reagiert werden. Wie bereits zuvor beschrieben, kann aber auf die Wälzkörper 47 verzichtet werden, wobei dann die jeweiligen Stützflächenabschnitte 52 bis 55 je nach deren Anordnung und Ausrichtung am Stützelement 45 sowie am Stellelement 46 direkt aneinander anliegen und diese Gleitflächen ausbilden.

[0095] In den Fig. 9 und 10 ist eine weitere und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsform der Verstellvorrichtung 44 der Biegeeinheit 35 gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Fig. 1 bis 8 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in den vorangegangenen Fig. 1 bis 8 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

[0096] Auch hier liegt der gleiche Grundgedanke mit einer ähnlichen Lösung vor, wie zuvor bei der Verstellvorrichtung 44 beschrieben. Je nach gewählter erster oder zweiter Verstellrichtung in Richtung der Längserstreckung des Biegewerkzeugs 37 gesehen, kann die gewünschte Krümmung oder der bombierte Längsverlauf der Arbeitskante 42 ausgehend von deren geradlinigem Längsverlauf ausgebildet werden. Weiters sei noch bemerkt, dass zwischen den Stützelementen 45 und dem oder den Stellelementen 46 zusätzlich Wälzkörper 47 gezeigt und beschrieben sind, wobei auch bei dieser Ausführung die Möglichkeit besteht, die Bauteile direkt aneinander gleiten zu lassen und auf die Anordnung der Wälzkörper 47 gänzlich zu verzichten. Deshalb wurden die Wälzkörper 47 in strichlierten Linien angedeutet.

[0097] Es erfolgt auch wiederum, wie dies zuvor bei den Fig. 3 und 4 beschrieben worden ist, die Verschwenkung des Biegewerkzeugs 37 mit seiner Arbeitskante 42 um den Schwenkradius 43. Der Schwenkmittelpunkt befindet sich ebenfalls im unteren Eckbereich bzw. im Bereich des Fußpunktes des Biegewerkzeugs 37. Dieser kann auch im Bereich der weiter von der Arbeitskante 42 distanziert angeordneten zweiten Anlagefläche 69 sowie der Schmalseitenfläche 72 des Biegewerkzeugs 37 angeordnet sein. Durch die Schrägstellung des Befestigungsmittels und die Ausbildung des Biegebalkens 38 kann insbesondere der Eckbereich des Biegewerkzeugs 37, welcher dem Werkzeugträger bzw. dem Biegebalken 38 zugewendet und in der Ausgangslage am weitesten von der Arbeitskante 42 in "Y"-Richtung distanziert ist, den Schwenkbereich oder den Schwenkmittelpunkt für den Schwenkradius 43 bilden. Die Ausrichtung des hier als Schraube ausgebildeten Befestigungsmittels kann so gewählt sein, dass dieses im Querschnitt des Biegewerkzeugs 37 gesehen, durch den am weitesten von der Arbeitskante 42 beabstandet angeordneten sowie dem Biegebalken zugewendeten Eckbereich durchsetzt.

[0098] Bei dieser hier gezeigten Ausführung handelt es sich um eine mehrfache nebeneinander Anordnung von in Richtung der Längserstreckung des Werkzeugträgers feststehend angeordneten Stützelementen 45. Zwischen den beiden Stützelementen 45 ist ein Stellelement 46 angeordnet, wobei auch hier die relative Verstellung des zumindest einen Stellelements 46 in Richtung der Längserstreckung der Arbeitskante 42 erfolgen kann, wie dies zuvor beschrieben ist. Das am Werkzeugträger der Biegeeinheit 35 gehaltene Biegewerkzeug 37 kann wieder mittels Befestigungsmitteln gehalten und befestigt sein. Dies kann im vorliegenden Ausführungsbeispiel der Biegebalken 38 sein.

[0099] Von der Verstellvorrichtung 44 sowie dem Biegebalken 38 mit dem Werkzeugträger und dem Biegewerkzeug 37 ist in der Fig. 10 nur die Hälfte in Richtung der Längserstreckung gesehen dargestellt. Dabei ist die linke Hälfte ausgehend vom linken Endbereich 58 bis zum Mittelbereich 57 schematisiert gezeigt. Die rechte Hälfte des Biegebalkens 38 mit dem Biegewerkzeug 37 kann gegengleich dazu ausgebildet sein.

[0100] Das vom Biegewerkzeug 37 weiter distanziert angeordnete erste Stützelement 45 kann am Biegebalken 38 abgestützt sein. Das dem Biegewerkzeug 37 unmittelbar benachbart angeordnete zweite oder weitere Stützelement 45 stützt sich am Biegewerkzeug 37 ab. Zwischen den beiden Stützelementen 45 ist wiederum das Stellelement 46 ange-

ordnet. An den jeweils einander zugewendeten Oberflächenabschnitten zwischen dem Stellelement 46 und dem zweiten oder weiteren Stützelement 45 sind jene erste und zweite Stützflächen 48, 49 angeordnet, welche mit der bevorzugt vertikal verlaufend ausgerichteten Maschinenebene 28 jeweils einen ersten Neigungswinkel 70 und einen zweiten Neigungswinkel 71 einschließen. Beide einander unmittelbar benachbart und einander zugewendeten ersten und zweiten Stützflächen 48, 49 sind bevorzugt parallel zueinander sowie in ihrem Längsverlauf geradlinig verlaufend ausgebildet. So verläuft bei diesem Ausführungsbeispiel bei einer Ansicht von oben- also in einer Draufsicht - der erste Neigungswinkel 70 ausgehend vom linken Endbereich 58 verjüngend in Richtung auf die Maschinenebene 28. Der zweite, dazu gegenläufig ausgerichtete zweite Neigungswinkel 71 verläuft bei einer Ansicht von oben ausgehend vom linken Endbereich 58 erweiternd in Bezug auf die Maschinenebene 28, jedoch ausgehend vom Mittelbereich 57 hin zum linken Endbereich 58 verjüngend in Richtung auf die Maschinenebene 28.

[0101] Weiters ist noch dargestellt, dass in Richtung der Längserstreckung des Biegewerkzeugs 37 gesehen, mehrere Stellelemente 46 hintereinander angeordnet oder vorgesehen sein können. Gleiches gilt auch für die zweiten oder weiteren Stützelemente 45. Zusätzlich können die beiden hier gezeigten Stellelemente 46 miteinander durch ein nicht näher bezeichnetes Verbindungsstück bewegungsverbunden oder miteinander gekoppelt sein. Die Neigungsrichtung der ersten und zweiten Stützflächen 48, 49 ist auch bei den hintereinander angeordneten Stellelementen 46 und den zweiten oder weiteren Stützelemente 45 zueinander gegenläufig bezüglich der Maschinenebene 28 gewählt.

[0102] An den Stellelementen 46 und den ersten Stützelementen 45 sind an jeweils einander zugewendeten Oberflächenabschnitten erste und zweite Längsführungsflächen 64, 65 angeordnet oder ausgebildet. Diese weisen bevorzugt einen bezüglich der Maschinenebene 28 oder dem unverformten Längsverlauf der Arbeitskante 42 dazu parallelen Längsverlauf auf.

[0103] Die beiden möglichen Verstellrichtungen der Stellelemente 46 in Richtung der Längserstreckung der Arbeitskante 42 bzw. des Biegewerkzeugs 37 sind mit einem Doppelpfeil angedeutet. Die Verstellung der hier gezeigten Stellelemente 46 erfolgt bevorzugt gemeinsam, wobei auf die Darstellung des oder der Stellorgane verzichtet worden ist. Aufgrund der gegensinnig gewählten Steigungen bzw. der ersten und zweiten Neigungswinkel 70, 71, der ersten und zweiten Stützflächen 48, 49 an den hintereinander angeordneten Stellelementen 46 sowie der weiteren oder zweiten Stützelemente 45 können die unterhalb bzw. neben dem Biegewerkzeug 37 dargestellten unterschiedlichen Längsverläufe der Arbeitskante 42 erzielt werden. Die üblicherweise vertikal verlaufende Maschinenebene 28 ist ebenfalls angedeutet.

[0104] Erfolgt eine Verstellung der Stellelemente 46 von der gezeigten unverformten Ausgangslage nach rechts, erfolgt hier im linken Endbereich 58 keine Verlagerung der Arbeitskante 42, jedoch mit zunehmenden Ausmaß hin zum Mittelbereich 57. Damit wird die erste unterhalb des Biegewerkzeugs 37 dargestellte Kurvenform der Arbeitskante 42 erzielt. Bei dieser ist der Abstand im Mittelbereich 57 der Längserstreckung des Biegewerkzeugs 37 in senkrechter Richtung auf die Maschinenebene 28 größer als in einem der Endbereiche 58, 59 des Biegewerkzeugs 37.

[0105] Werden die Stellelemente 46 ausgehend von der unverformten Ausgangslage nach links in die dazu entgegengesetzte Verstellrichtung verlagert oder verstellt, erfolgt im hier im linken Endbereich 58 die entsprechende Verlagerung der Arbeitskante 42, wie dies beim Längsverlauf der untersten Arbeitskante 42 gezeigt ist. Im Mittelbereich 57 erfolgt keine Verlagerung.

[0106] Die Anordnung und Ausbildung der Stützelemente 45 und Stellelemente 46 kann auch zwischen dem Mittelbereich 57 und dem rechten Endbereich 59 analog erfolgen, wie dies zuvor beschrieben worden ist. Damit können über den gesamten Längsverlauf der Arbeitskante 42 gesehen, die bezüglich der Maschinenebene 28 unterschiedlichen Abstände für die Durchführung des Biegevorgangs beim Biegewerkzeug 37 eingestellt werden. So können jene Bauteile, welche zwischen dem linken Endbereich 58 und dem Mittelbereich 57 vorgesehen sind, eine erste Verstellvorrichtung 44 und jene Bauteile, welche zwischen dem Mittelbereich 57 und dem rechten Endbereich 59 vorgesehen sind, eine weitere oder zweite Verstellvorrichtung 44 bilden. Diese können grundsätzlich zueinander gleichartig ausgebildet sein, wobei die Antriebsorgane bevorzugt außenseitig an den voneinander abgewendeten Seiten der Biegeeinheit 35 angeordnet sein können. Auch deren voneinander unabhängiger Antrieb kann vorteilhaft sein. Damit kann je nach gewählter Anzahl der Verstellvorrichtungen 44 entlang des Biegewerkzeugs 37 z.B. nur in einem der Endbereiche 58, 59 der Abstand bzw. die Distanz in senkrechter Richtung auf die Maschinenebene 28 kleiner ausgebildet werden, als im Mittelbereich 57.

[0107] Weiters ist in der Fig. 9 noch gezeigt, dass das Biegewerkzeug 37 in Richtung seines Längsverlaufes, auch noch über zumindest ein Distanzelement 66 direkt am Biegebalken 38 abgestützt sein kann. Diese Abstützung erfolgt in der unverformten Ausgangsstellung sowie der Ausgangslage der Arbeitskante 42 in senkrechter Richtung bezüglich der Maschinenebene 28 und dient dazu, dass auf alle Fälle ein Mindestabstand und damit verbunden eine Abstützung des Biegewerkzeugs 37 am Biegebalken 38 auch dann gegeben ist, wenn je nach gewählter Verstellrichtung bei einem der Stellelemente 46 durch den geneigten Längsverlauf der ersten und zweiten Stützflächen 48, 49 keine Abstützung mehr gegeben wäre.

[0108] Der gewählte Neigungswinkel zwischen der vertikal verlaufend ausgerichteten Maschinenebene 28 und den ersten oder zweiten Stützflächen 48, 49 kann relativ gering gewählt werden, da das Ausmaß der Verlagerung ebenfalls

eher klein ist. So wäre es möglich, dass der Neigungswinkel einen Wert aufweist, der aus einem Bereich zwischen 0° und 3°, insbesondere zwischen 0° und 1,5°, ausgewählt ist. Bevorzugt kann der Wert des Neigungswinkels 0,51° betragen.

[0109] Weiters können in Längserstreckung des Biegewerkzeugs 37 hintereinander auch noch mehrere Verstellvorrichtungen 44 vorgesehen sein. Diese können auch noch jeweils unabhängig voneinander verstellbar sein. Damit kann ein noch besserer und auf die jeweiligen Anforderungen abgestimmter Längsverlauf der Arbeitskante 42 eingestellt werden.

[0110] In der Fig. 11 ist eine weitere und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsform der Raumform bzw. der Querschnitt des Längsverlaufs der Stützflächen 48, 49, insbesondere deren Stützflächenabschnitte 52 bis 55 gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Fig. 1 bis 10 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in den vorangegangenen Fig. 1 bis 10 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

[0111] Sind zusätzlich die Wälzkörper 47 vorgesehen, können die jeweils zwischen dem zumindest einen Stellelement 46 und dem zumindest einen oder den beidseits angeordneten Stützelementen 45 angeordneten Wälzkörper 47 in einem eigenen Käfig 67 positioniert gehalten sind. Das Vorsehen des Käfigs 67 zur Führung und der möglichen Rückstellung der einzelnen Wälzkörper 47 kann auch bei der zuvor in den Fig. 3 bis 8 beschriebenen Ausführungsform der Verstellvorrichtung 44 erfolgen. Der oder die Käfige 67 können auch noch im Bereich des oder der mittig zwischen den Stützelementen 45 angeordneten Stellelemente 46 mittels eines Federelements relativ bezüglich des jeweiligen Stellelemente 46 gehalten sein.

[0112] Im Querschnitt gesehen, also in einer im rechten Winkel bezüglich der Längserstreckung verlaufend ausgerichteten Ebene, können die an dem oder den Stellelementen 46 und/oder den Stützelementen 45 angeordneten oder ausgebildeten Stützflächen 48, 49, und/oder Längsführungsflächen 64, 65 ebenfalls gekrümmt verlaufend ausgebildet sein.

[0113] Bei der in den Fig. 3 bis 8 beschriebenen Ausführungsform kann diese hier beschriebene Ausbildung auch jeweils bei deren Stützflächenabschnitte 52 bis 55 Anwendung finden.

[0114] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel weisen die gegenüberliegend angeordneten Längsführungsflächen 64, 65 und/oder die Stützflächen 48, 49 jeweils eine derartig bogenförmige, aufeinander zulaufende Krümmung auf, dass jeder der einzelnen Wälzkörper 47 an zwei ersten Kontaktbereichen 50 am Stellelement 46 und an zwei zweiten Kontaktbereichen 51 am Stützelement 45 abgestützt ist. Der Radius der einzelnen bogenförmig gekrümmt verlaufenden Längsführungsflächen 64, 65 und/oder Stützflächen 48, 49 ist größer gewählt als ein Radius des Wälzkörpers 47. In diesem Fall weisen die Wälzkörper 47 die Raumform einer Kugel auf.

[0115] Die beiden ersten Kontaktbereiche 50 schließen zwischen sich einen Winkel von in etwa 90° ein. Die beiden zweiten Kontaktbereiche 51 sind jeweils diametral gegenüberliegend zu den beiden ersten Kontaktbereichen 50 angeordnet, wobei die Kontaktbereiche 50, 51 durch die Lage und Ausrichtung der einzelnen bogenförmig gekrümmt verlaufenden Längsführungsflächen 64, 65 und/oder Stützflächen 48, 49 bestimmt ist.

[0116] Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten sowie Verwendungsbeispiele der Fertigungsanlage 1, insbesondere deren Biegeeinheit 35, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt.

[0117] Der Schutzbereich ist durch die Ansprüche bestimmt. Die Beschreibung und die Zeichnungen sind jedoch zur Auslegung der Ansprüche heranzuziehen. Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen können für sich eigenständige erfinderische Lösungen darstellen. Die den eigenständigen erfinderischen Lösungen zugrundeliegende Aufgabe kann der Beschreibung entnommen werden.

[0118] Sämtliche Angaben zu Wertebereichen in gegenständlicher Beschreibung sind so zu verstehen, dass diese beliebige und alle Teilbereiche daraus mitumfassen, z.B. ist die Angabe 1 bis 10 so zu verstehen, dass sämtliche Teilbereiche, ausgehend von der unteren Grenze 1 und der oberen Grenze 10 mit umfasst sind, d.h. sämtliche Teilbereiche beginnen mit einer unteren Grenze von 1 oder größer und enden bei einer oberen Grenze von 10 oder weniger, z.B. 1 bis 1,7, oder 3,2 bis 8,1, oder 5,5 bis 10.

[0119] Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus der Fertigungsanlage 1, insbesondere deren Biegeeinheit 35 dieser bzw. dessen Bestandteile teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

Bezugszeichenaufstellung

1 Fertigungsanlage 31 obere Klemmfläche

EP 3 365 122 B1

(fortgesetzt)

	2	Werkstück	32	Auflagetisch
	3	Biegemaschine	33	Auflageebene
5	4	Klemmwerkzeug	34	Biegebereich
	5	untere Klemmbacke	35	Biegeeinheit
	6	obere Klemmbacke	36	Werkstückauflageebene
	7	Maschinengestell	37	Biegewerkzeug
10	8	Bodenplatte	38	Biegebalken
	9	Seitenwange	39	Manipulationsvorrichtung
	10	Seitenwange	40	Manipulator
	11	Querverband	41	Halteelement
	12	Frontstirnfläche	42	Arbeitskante
15	13	unterer Klemmbalken	43	Schwenkradius
	14	Frontstirnfläche	44	Verstellvorrichtung
	15	Klemmbalkenführung	45	Stützelement
	16	oberer Klemmbalken	46	Stellelement
	17	Stirnfläche	47	Wälzkörper
20	18	Stirnfläche	48	erste Stützfläche
	19	Klemmbackenaufnahme	49	zweite Stützfläche
	20	Klemmbackenaufnahme	50	erster Kontaktbereich
	21	Antriebsanordnung	51	zweiter Kontaktbereich
25	22	Antriebsmittel	52	erster Stützflächenabschnitt
	23	Energienetz	53	zweiter Stützflächenabschnitt
	24	Steuervorrichtung	54	dritter Stützflächenabschnitt
	25	Eingabeterminal	55	vierter Stützflächenabschnitt
	26	Spindeltrieb	56	Wälzachse
30	27	Stellmittel	57	Mittelbereich
	28	Maschinenebene	58	Endbereich
	29	Klemmbereich	59	Endbereich
	30	untere Klemmfläche	60	Winkel
35	61	Winkel		
	62	Zwischenabschnitt		
	63	Pfeil		
	64	erste Längsführungsfläche		
	65	zweite Längsführungsfläche		
40	66	Distanzelement		
	67	Käfig		
	68	erste Anlagefläche		
	69	zweite Anlagefläche		
45	70	erster Neigungswinkel		
	71	zweiter Neigungswinkel		
	72	Schmalseitenfläche		
	73	Stützschar		

Patentansprüche

1. Fertigungsanlage (1) zur Fertigung von Werkstücken (2) aus Blech, insbesondere durch Umformung, umfassend

- eine Biegemaschine (3), insbesondere Schwenkbiegemaschine, mit einem feststehenden Maschinengestell (7) und mit einer Biegeeinheit (35), welche Biegeeinheit (35) zumindest ein an einem Werkzeugträger gehaltenes Biegewerkzeug (37) umfasst,
- zumindest eine Verstellvorrichtung (44) zur Verlagerung des zumindest einen Biegewerkzeugs (37) relativ

bezüglich des Werkzeugträgers ausgehend von einer in einer Ausgangslage geradlinig verlaufenden Arbeitskante (42) des Biegewerkzeugs (37) hin zu einem gekrümmten oder bombierten Längsverlauf der Arbeitskante (42),

- wobei die zumindest eine Verstellvorrichtung (44) zumindest ein Stützelement (45), zumindest ein Stellelement (46) und zumindest ein Stellorgan umfasst, und

- wobei das zumindest eine Stellelement (46) mittels des zumindest einen Stellorgans relativ bezüglich des zumindest einen Stützelements (45) des Werkzeugträgers in Richtung der Längserstreckung der Arbeitskante (42) verlagerbar ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

das zumindest eine Stellelement (46) sowohl in einer ersten Verstellrichtung als auch in einer dazu entgegengesetzt gerichteten zweiten Verstellrichtung verlagerbar ist und dass bei einer Verlagerung in die erste Verstellrichtung die Arbeitskante (42) des Biegewerkzeugs (37) ausgehend von der geradlinig verlaufenden Ausgangslage bezüglich einer insbesondere vertikal verlaufend ausgerichteten Maschinenebene (28) derart mittels der Verstellvorrichtung (44) verlagert ist, dass deren Abstand in einem Mittelbereich (57) der Längserstreckung des Biegewerkzeugs (37) in senkrechter Richtung auf die Maschinenebene (28) kleiner ist als in zumindest einem der beiden Endbereiche (58, 59) des Biegewerkzeugs (37), und/oder dass bei einer Verlagerung in die zweite Verstellrichtung die Arbeitskante (42) des Biegewerkzeugs (37) ausgehend von der geradlinig verlaufenden Ausgangslage bezüglich der insbesondere vertikal verlaufend ausgerichteten Maschinenebene (28) derart verlagert ist, dass deren Abstand im Mittelbereich (57) der Längserstreckung des Biegewerkzeugs (37) in senkrechter Richtung auf die Maschinenebene (28) größer ist als in zumindest einem der beiden Endbereiche (58, 59) des Biegewerkzeugs (37).

2. Fertigungsanlage (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Biegewerkzeug (37) auf seiner dem Werkzeugträger zugewendeten Flachseite zumindest eine Freistellung aufweist, und sich beidseits der Freistellung eine erste Anlagefläche (68) und eine zweite Anlagefläche (69) ausbildet, und dabei die zweite Anlagefläche (69) im Bereich eines von der Arbeitskante (42) distanziert angeordneten Endes ausgebildet ist und dass das Biegewerkzeug (37) mit seiner ersten Anlagefläche (68) am Stellelement (46) und seiner zweite Anlagefläche (69) am Stützelement (45) abgestützt ist oder das Biegewerkzeug (37) mit seiner ersten Anlagefläche (68) am Stützelement (45) und seiner zweite Anlagefläche (69) am Werkzeugträger abgestützt ist und die Verlagerung der Arbeitskante (42) des Biegewerkzeugs (37) durch eine Schwenkbewegung der Arbeitskante (42) des Biegewerkzeugs (37) um einen Schwenkradius (43) erfolgt, dessen Schwenkmittelpunkt im Bereich der zweite Anlagefläche (69) angeordnet ist.
3. Fertigungsanlage (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** am zumindest einen Stellelement (46) sowie am zumindest einen Stützelement (45) an jeweils einander zugewendeten und einander gegenüberliegend angeordneten Oberflächenabschnitten jeweils mehrere erste Stützflächen (48) und mehrere zweite Stützflächen (49) angeordnet oder ausgebildet sind, und dass jede der ersten Stützflächen (48) einen ersten und einen zweiten Stützflächenabschnitt (52, 53) aufweist und jede der zweiten Stützflächen (49) einen dritten und einen vierten Stützflächenabschnitt (54, 55) aufweist, wobei sowohl der erste und zweite Stützflächenabschnitt (52, 53) als auch der dritte und vierte Stützflächenabschnitt (54, 55) in Verstellrichtung des Stellelements (46) gesehen unmittelbar benachbart zueinander angeordnet sind, und dass jeweils der erste und zweite Stützflächenabschnitt (52, 53) unter einem ersten Winkel (60) und/oder der jeweils dritte und vierte Stützflächenabschnitt (54, 55) unter einem zweiten Winkel (61) geneigt zueinander verlaufend ausgerichtet sind.
4. Fertigungsanlage (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest einzelne der ersten und zweiten Stützflächenabschnitte (52, 53) der ersten Stützflächen (48) am zumindest einen Stellelement (46) in Richtung der Längserstreckung des Biegewerkzeugs (37) mit einer unterschiedlichen Neigungsrichtung bezüglich der Maschinenebene (28) verlaufend angeordnet sind.
5. Fertigungsanlage (1) nach einem der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten Stützflächenabschnitte (52) in einem Mittelbereich (57) der Längserstreckung des Biegewerkzeugs (37) in etwa parallel bezüglich der Maschinenebene (28) verlaufend ausgerichtet sind.
6. Fertigungsanlage (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten Stützflächenabschnitte (52) ausgehend vom Mittelbereich (57) des Biegewerkzeugs (37) jeweils in Richtung auf beide Endbereiche (58, 59) des Biegewerkzeugs (37) mit zunehmender Distanz einen größeren Neigungswinkel mit der Maschinenebene (28) einschließen.

EP 3 365 122 B1

7. Fertigungsanlage (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweiten Stützflächenabschnitte (53) in den beiden Endbereichen (58, 59) des Biegewerkzeugs (37) in etwa parallel bezüglich der Maschinenebene (28) verlaufend ausgerichtet sind.
- 5 8. Fertigungsanlage (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweiten Stützflächenabschnitte (53) jeweils ausgehend von den beiden Endbereichen (58, 59) des Biegewerkzeugs (37) in Richtung auf den Mittelbereich (57) mit zunehmender Distanz einen größeren Neigungswinkel mit der Maschinenebene (28) einschließen.
- 10 9. Fertigungsanlage (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Neigungswinkel zwischen den ersten Stützflächenabschnitten (52) und der Maschinenebene (28) jeweils einen Wert aufweist, der aus einem Bereich zwischen 0° und 3° , insbesondere zwischen 0° und $1,5^\circ$, ausgewählt ist.
- 15 10. Fertigungsanlage (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Neigungswinkel jeweils zwischen den zweiten Stützflächenabschnitten (53) und der Maschinenebene (28) einen Wert aufweist, der aus einem Bereich zwischen 0° und 3° , insbesondere zwischen 0° und $1,5^\circ$, ausgewählt ist.
- 20 11. Fertigungsanlage (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweils die ersten und zweiten Stützflächenabschnitte (52, 53) zwischen sich einen ersten Winkel (60) einschließen, welcher einen Wert aufweist, der kleiner ist als 180° .
- 25 12. Fertigungsanlage (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest einige der dritten und vierten Stützflächenabschnitte (54, 55) jeweils zwischen sich einen zweiten Winkel (61) einschließen, welcher einen Wert aufweist, der gleich oder kleiner ist als 180° .
- 30 13. Fertigungsanlage (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest einige der dritten und vierten Stützflächenabschnitte (54, 55) jeweils zwischen sich einen zweiten Winkel (61) einschließen, welcher einen Wert aufweist, der größer ist als 180° .
- 35 14. Fertigungsanlage (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstellvorrichtung (44) in Richtung der Längserstreckung der Arbeitskante (42) gesehen beidseits des zumindest einen Stellelements (46) jeweils ein in Richtung der Längserstreckung des Werkzeugträgers feststehend angeordnetes erstes und zweites Stützelement (45) umfasst.
- 40 15. Fertigungsanlage (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Längserstreckung des Biegewerkzeugs (37) mehrere, insbesondere zwei, hintereinander angeordnete Verstellvorrichtungen (44) vorgesehen sind, welche jeweils unabhängig voneinander verstellbar sind.
- 45 16. Fertigungsanlage (1) nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede der Verstellvorrichtungen (44) in Längserstreckung des Biegewerkzeugs (37) zumindest zwei hintereinander angeordnete Stellelemente (46) sowie zwei hintereinander angeordnete zweite Stützelemente (45) umfasst und jeweils deren erste und zweite Stützflächen (48, 49) zueinander eine gegensinnige Neigungsrichtung bezüglich der Maschinenebene (28) aufweisen.
- 50 17. Fertigungsanlage (1) nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Biegewerkzeug (37) in der Ausgangslage bei noch unverformter, geradlinig verlaufender Arbeitskante (42) zumindest im Bereich der zweiten Stützelemente (45) in senkrechter Richtung bezüglich der Maschinenebene (28) über zumindest ein Distanzelement (66) direkt am Biegebalken (38) abgestützt ist.
- 55 18. Fertigungsanlage (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstellvorrichtung (44) weiters mehrere Wälzkörper (47) mit einer rotationssymmetrischen Raumform umfasst, wobei die Wälzkörper (47) zwischen einander zugewendeten Oberflächenabschnitten des zumindest einen Stellelements (46) und dem Stützelement (45) oder den Stützelementen (45) angeordnet ist oder sind.
19. Fertigungsanlage (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Querschnitt gesehen die an dem oder den Stellelementen (46) und/oder den Stützelementen (45) angeordneten oder ausgebildeten Stützflächen (48, 49) und/oder Längsführungsflächen (64, 65) gekrümmt verlaufend ausgebildet sind.
20. Fertigungsanlage (1) nach einem der Ansprüche 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die jeweils zwischen

dem zumindest einen Stellelement (46) und dem zumindest einen Stützelement (45) angeordneten Wälzkörper (47) in einem eigenen Käfig (67) positioniert gehalten sind.

21. Fertigungsanlage (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Biege-
werkzeug (37) in dessen Längserstreckung mehrfach am Biegebalken (38), insbesondere dem zumindest einen
Stützelement (45), befestigt ist.

Claims

1. A production installation (1) for producing workpieces (2) from sheet metal, in particular by forming, comprising

- a bending machine (3), in particular a swivel bending machine, with a fixed machine frame (7) and with a bending unit (35), said bending unit (35) comprising at least one bending tool (37) held on a tool carrier,
- at least one adjusting device (44) for moving the at least one bending tool (37) relative to the tool carrier starting from a working edge (42), extending straightly in a starting position, of the bending tool (37) towards a curved or cambered longitudinal extent of the working edge (42),
- wherein the at least one adjusting device (44) comprises at least one support element (45), at least one actuator element (46) and at least one actuator organ, and
- wherein the at least one actuator element (46) can be moved relative to the at least one support element (45) of the tool carrier in the direction of the longitudinal extension of the working edge (42) by means of the at least one actuator organ,

characterized in that

the at least one actuator element (46) can be moved both in a first adjusting direction and in a reversely directed second adjusting direction

and **in that** in case of a movement into the first adjusting direction, the working edge (42) of the bending tool (37) starting out from the straightly extending starting position is moved such with respect to a particularly vertically directed machine plane (28) by means of the adjusting device (44), that its distance in a central region (57) of the longitudinal extension of the bending tool (37) in perpendicular direction to the machine plane (28) is smaller than in at least one of the two end regions (58, 59) of the bending tool (37), and/or **in that** in case of a movement into the second adjusting direction, the working edge (42) of the bending tool (37) starting out from the straightly extending starting position is moved such with respect to a particularly vertically directed machine plane (28), that its distance in the central region (57) of the longitudinal extension of the bending tool (37) in perpendicular direction to the machine plane (28) is larger than in at least one of the two end regions (58, 59) of the bending tool (37).

2. The production installation (1) according to claim 1, **characterized in that** the bending tool (37) comprises at least one clearance on its flat side facing the tool carrier, and a first contact surface (68) and a second contact surface (69) form on both sides of the clearance, and the second contact surface (69) is formed in the region of an end arranged at a distance from the working edge (42) and **in that** the bending tool (37) is supported on the actuator element (46) with its first contact surface (68) and on the support element (45) with its second contact surface (69) or the bending tool (37) is supported on the support element (45) with its first contact surface (68) and on the tool carrier with its second contact surface (69) and the movement of the working edge (42) of the bending tool (37) is carried out by a swiveling movement of the working edge (42) of the bending tool (37) at a swivel radius (43), the swiveling center of which is arranged in the region of the second contact surface (69).

3. The production installation (1) according to claim 1 or 2, **characterized in that** on the at least one actuator element (46) as well as on the at least one support element (45), respectively on surface sections facing one another and arranged opposite to one another, several first support surfaces (48) and several second support surfaces (49) are respectively arranged or formed, and **in that** each of the first support surfaces (48) comprises a first and a second support surface section (52, 53) and each of the second support surfaces (49) comprises a third and a fourth support surface section (54, 55), wherein the first and the second support surface sections (52, 53) as well as the third and the fourth support surface sections (54, 55) are arranged directly adjacent to one another as viewed in the adjusting direction of the actuator element (46), and **in that** the first and second support surface sections (52, 53) are respectively oriented extending towards one another inclined at a first angle (60) and/or the third and fourth support surface sections (54, 55) are respectively oriented extending towards one another inclined at a second angle (61).

4. The production installation (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** at least individual

EP 3 365 122 B1

ones of the first and second support surface sections (52, 53) of the first support surfaces (48) are arranged on the at least one actuator element (46) extending in the direction of the longitudinal extension of the bending tool (37) with a different inclination direction with respect to the machine plane (28).

- 5 5. The production installation (1) according to one of claims 3 or 4, **characterized in that** the first support surface sections (52) in a central region (57) of the longitudinal extension of the bending tool (37) are oriented extending approximately in parallel with respect to the machine plane (28).
- 10 6. The production installation (1) according to one of claims 3 to 5, **characterized in that** the first support surface sections (52) enclose a larger inclination angle with the machine plane (28) with increasing distance starting out from the central region (57) of the bending tool (37) respectively into the direction of both end regions (58, 59) of the bending tool (37).
- 15 7. The production installation (1) according to one of claims 3 to 6, **characterized in that** the second support surface sections (53) in the two end regions (58, 59) of the bending tool (37) are oriented extending approximately in parallel with respect to the machine plane (28).
- 20 8. The production installation (1) according to one of claims 3 to 7, **characterized in that** the second support surface sections (53) enclose a larger inclination angle with the machine plane (28) with increasing distance respectively starting out from the two end regions (58, 59) of the bending tool (37) into the direction of the central region (57).
- 25 9. The production installation (1) according to one of claims 3 to 8, **characterized in that** the inclination angle between the first support surface sections (52) and the machine plane (28) respectively comprises a value selected from a range between 0° and 3°, in particular between 0° and 1.5°.
- 30 10. The production installation (1) according to one of claims 3 to 9, **characterized in that** the inclination angle between the second support surface sections (53) and the machine plane (28) respectively comprises a value selected from a range between 0° and 3°, in particular between 0° and 1.5°.
- 35 11. The production installation (1) according to one of claims 3 to 10, **characterized in that** the first and second support surface sections (52, 53) respectively enclose a first angle (60), comprising a value smaller than 180°, between them.
- 40 12. The production installation (1) according to one of claims 3 to 11, **characterized in that** at least some of the third and fourth support surface sections (54, 55) enclose a second angle (61), comprising a value equal to or smaller than 180°, between them respectively.
- 45 13. The production installation (1) according to one of claims 3 to 10, **characterized in that** at least some of the third and fourth support surface sections (54, 55) enclose a second angle (61), comprising a value larger than 180°, between them respectively.
- 50 14. The production installation (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the adjusting device (44) as viewed in the direction of the longitudinal extension of the working edge (42) on both sides of the at least one actuator element (46) respectively comprises a first and second support element (45) arranged fixedly in the direction of the longitudinal extension of the tool carrier.
- 55 15. The production installation (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** several, in particular two, adjusting devices (44) arranged behind one another, which may respectively be adjusted independently from one another, are provided in the longitudinal extension of the bending tool (37).
16. The production installation (1) according to claim 15, **characterized in that** each of the adjusting devices (44) in the longitudinal extension of the bending tool (37) at least comprises two actuator elements (46) arranged behind one another as well as two second support elements (45) arranged behind one another and their first and second support surfaces (48, 49) respectively comprise a reverse inclination direction towards one another with respect to the machine plane (28).
17. The production installation (1) according to claim 16, **characterized in that** the bending tool (37) in the starting position with undeformed, straightly extending working edge (42) is supported at least in the region of the second support elements (45) in perpendicular direction with respect to the machine plane (28) via at least one distance

element (66) directly on the bending beam (38).

18. The production installation (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the adjusting device (44) further comprises several rolling elements (47) with a rotationally symmetrical spatial shape, wherein the rolling elements (47) is or are arranged between surface sections of the at least one actuator element (46) facing one another and the support element (45) or the support elements (45).

19. The production installation (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** as viewed in the cross-section, the support surfaces (48, 49) and/or longitudinal guiding surfaces (64, 65) arranged or formed on the actuator element(s) (46) and/or the support elements (45) are formed extending curvedly.

20. The production installation (1) according to one of claims 18 or 19, **characterized in that** the rolling elements (47) respectively arranged between the at least one actuator element (46) and the at least one support element (45) are held positioned in a separate cage (67).

21. The production installation (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the bending tool (37) in its longitudinal extension is multiply affixed to the bending beam (38), in particular to the at least one support element (45).

Revendications

1. Installation de production (1) destinée à la production de pièces (2) en tôle, en particulier par formage, comprenant

- une machine de pliage (3), en particulier une presse plieuse, avec un bâti de machine (7) stationnaire et avec une unité de pliage (35), laquelle unité de pliage (35) comprend au moins un outil de pliage (37) retenu sur un porte-outil,

- au moins un dispositif de déplacement (44) destiné au transfert de l'outil de pliage (37) au moins au nombre de un de façon relative par rapport au porte-outil à partir d'une arête de travail (42) de l'outil de pliage (37) placée de façon rectiligne dans une position de départ vers un profil longitudinal courbe ou bombé de l'arête de travail (42),

- le dispositif de déplacement (44) au moins au nombre de un comprenant au moins un élément de support (45), au moins un élément de réglage (46) et au moins un organe de réglage, et

- l'élément de réglage (46) au moins au nombre de un pouvant être transféré au moyen de l'organe de réglage au moins au nombre de un de façon relative par rapport à l'élément de support (45) au moins au nombre de un du porte-outil en direction de l'étendue longitudinale de l'arête de travail (42),

caractérisée en ce que

l'élément de réglage (46) au moins au nombre de un peut être transféré aussi bien dans une première direction de déplacement que dans une deuxième direction de déplacement qui est dirigée de façon opposée à celle-ci,

et **en ce que**, lors d'un transfert vers la première direction de déplacement, à partir de la position de départ placée de façon rectiligne par rapport à un plan de machine (28) orienté en particulier verticalement, l'arête de travail (42) de l'outil de pliage (37) est transférée au moyen du dispositif de déplacement (44) de telle sorte que son espacement dans une zone centrale (57) de l'étendue longitudinale de l'outil de pliage (37) dans une direction perpendiculaire au plan de machine (28) est plus petit que dans au moins l'une des deux zones extrêmes (58, 59) de l'outil de pliage (37),

et/ou **en ce que**, lors d'un transfert vers la deuxième direction de déplacement, à partir de la position de départ placée de façon rectiligne par rapport au plan de machine (28) orienté en particulier de façon verticale, l'arête de travail (42) de l'outil de pliage (37) est transférée de telle sorte que son espacement dans la zone centrale (57) de l'étendue longitudinale de l'outil de pliage (37) dans une direction perpendiculaire au plan de machine (28) est plus grand que dans au moins l'une des deux zones extrêmes (58, 59) de l'outil de pliage (37).

2. Installation de production (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que**, sur son côté plat tourné vers le porte-outil, l'outil de pliage (37) présente au moins un dégagement, et **en ce qu'**une première surface d'appui (68) et une deuxième surface d'appui (69) sont constituées des deux côtés du dégagement, et en l'occurrence la deuxième surface d'appui (69) est constituée dans la zone d'une extrémité disposée à distance de l'arête de travail (42), et **en ce que** l'outil de pliage (37) est supporté sur l'élément de réglage (46) avec sa première surface d'appui (68), et sur l'élément de support (45) avec sa deuxième surface d'appui (69), ou l'outil de pliage (37) est supporté sur

EP 3 365 122 B1

l'élément de support (45) avec sa première surface d'appui (68), et sur le porte-outil avec sa deuxième surface d'appui (69), et le transfert de l'arête de travail (42) de l'outil de pliage (37) s'effectue par un mouvement pivotant de l'arête de travail (42) de l'outil de pliage (37) autour d'un rayon de pivotement (43) dont le point central de pivotement est disposé dans la zone de la deuxième surface d'appui (69).

5

3. Installation de production (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que**, sur l'élément de réglage (46) au moins au nombre de un ainsi que sur l'élément de support (45) au moins au nombre de un, respectivement plusieurs premières surfaces de support (48) et plusieurs deuxièmes surfaces de support (49) sont disposées ou constituées sur des tronçons de surface respectivement tournés les uns vers les autres et disposés les uns en face des autres, et **en ce que** chacune des premières surfaces de support (48) présente un premier et un deuxième tronçon de surface de support (52, 53), et chacune des deuxièmes surfaces de support (49) présente un troisième et un quatrième tronçon de surface de support (54, 55), aussi bien le premier et deuxième tronçon de surface de support (52, 53) que le troisième et quatrième tronçon de surface de support (54, 55) étant disposés, vu dans la direction de déplacement de l'élément de réglage (46), au voisinage immédiat les uns des autres, et **en ce que** respectivement le premier et deuxième tronçon de surface de support (52, 53) sont orientés l'un par rapport à l'autre en formant un premier angle (60) d'inclinaison, et le troisième et quatrième tronçon de surface de support (54, 55) sont orientés l'un par rapport à l'autre en formant un deuxième angle (61) d'inclinaison.
4. Installation de production (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**au moins certains des premier et deuxième tronçons de surface de support (52, 53) des premières surfaces de support (48) sont disposés en étant placés sur l'élément de réglage (46) au moins au nombre de un en direction de l'étendue longitudinale de l'outil de pliage (37) avec une direction d'inclinaison différente par rapport au plan de machine (28).
5. Installation de production (1) selon l'une des revendications 3 ou 4, **caractérisée en ce que** les premiers tronçons de surface de support (52) dans une zone centrale (57) de l'étendue longitudinale de l'outil de pliage (37) sont orientés à peu près parallèlement par rapport au plan de machine (28).
6. Installation de production (1) selon l'une des revendications 3 à 5, **caractérisée en ce que**, à partir de la zone centrale (57) de l'outil de pliage (37) respectivement en direction des deux zones extrêmes (58, 59) de l'outil de pliage (37), les premiers tronçons de surface de support (52) forment avec le plan de machine (28) un angle d'inclinaison plus grand quand la distance augmente.
7. Installation de production (1) selon l'une des revendications 3 à 6, **caractérisée en ce que** les deuxièmes tronçons de surface de support (53) dans les deux zones extrêmes (58, 59) de l'outil de pliage (37) sont orientés à peu près parallèlement par rapport au plan de machine (28).
8. Installation de production (1) selon l'une des revendications 3 à 7, **caractérisée en ce que** les deuxièmes tronçons de surface de support (53), respectivement à partir des deux zones extrêmes (58, 59) de l'outil de pliage (37) en direction de la zone centrale (57), forment avec le plan de machine (28) un angle d'inclinaison plus grand quand la distance augmente.
9. Installation de production (1) selon l'une des revendications 3 à 8, **caractérisée en ce que** l'angle d'inclinaison entre les premiers tronçons de surface de support (52) et le plan de machine (28) présente respectivement une valeur qui est sélectionnée dans une plage de 0° à 3°, en particulier de 0° à 1,5°.
10. Installation de production (1) selon l'une des revendications 3 à 9, **caractérisée en ce que** l'angle d'inclinaison respectivement entre les deux deuxièmes tronçons de surface de support (53) et le plan de machine (28) présente respectivement une valeur qui est sélectionnée dans une plage de 0° à 3°, en particulier de 0° à 1,5°.
11. Installation de production (1) selon l'une des revendications 3 à 10, **caractérisée en ce que** respectivement les premier et deuxième tronçons de surface de support (52, 53) forment entre eux un premier angle (60) qui présente une valeur qui est inférieure à 180°.
12. Installation de production (1) selon l'une des revendications 3 à 11, **caractérisée en ce qu'**au moins certains des troisième et quatrième tronçons de surface de support (54, 55) forment respectivement entre eux un deuxième angle (61) qui présente une valeur qui est égale ou inférieure à 180°.
13. Installation de production (1) selon l'une des revendications 3 à 10, **caractérisée en ce qu'**au moins certains des

EP 3 365 122 B1

troisième et quatrième tronçon de surface de support (54, 55) forment respectivement entre eux un deuxième angle (61) qui présente une valeur qui est supérieure à 180°.

- 5
14. Installation de production (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que**, vu en direction de l'étendue longitudinale de l'arête de travail (42), des deux côtés de l'élément de réglage (46) au moins au nombre de un, le dispositif de déplacement (44) comprend respectivement un premier et deuxième élément de support (45) disposé de façon stationnaire en direction de l'étendue longitudinale du porte-outil.
- 10
15. Installation de production (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que**, dans l'étendue longitudinale de l'outil de pliage (37), il est prévu plusieurs, en particulier deux, dispositifs de déplacement (44) disposés les uns derrière les autres, qui peuvent être déplacés respectivement indépendamment les uns des autres.
- 15
16. Installation de production (1) selon la revendication 15, **caractérisée en ce que**, dans l'étendue longitudinale de l'outil de pliage (37), chacun des dispositifs de déplacement (44) comprend au moins deux éléments de réglage (46) disposés l'un derrière l'autre ainsi que deux deuxième éléments de support (45) disposés l'un derrière l'autre, et respectivement leurs première et deuxième surfaces de support (48, 49) présentent l'une par rapport à l'autre une direction d'inclinaison en sens opposé, par rapport au plan de machine (28).
- 20
17. Installation de production (1) selon la revendication 16, **caractérisée en ce que**, dans la position de départ, alors que l'arête de travail (42) placée de façon rectiligne est encore non déformée, l'outil de pliage (37) est supporté directement sur le sommier de pliage (38) par le biais d'au moins un élément d'espacement (66) au moins dans la zone des deuxième éléments de support (45) dans la direction verticale par rapport au plan de machine (28).
- 25
18. Installation de production (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif de déplacement (44) comprend en outre plusieurs corps de roulement (47) avec une forme spatiale symétrique en rotation, les corps de roulement (47) étant disposés entre des tronçons superficiels tournés les uns vers les autres de l'élément de réglage (46) au moins au nombre de un et l'élément de support (45) ou les éléments de support (45).
- 30
19. Installation de production (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que**, vu en section transversale, les surfaces de support (48, 49) et/ou surfaces de guidage longitudinales (64, 65) disposées ou constituées sur le ou les éléments de réglage (46) et/ou les éléments de support (45) sont constituées de façon courbée.
- 35
20. Installation de production (1) selon l'une des revendications 18 ou 19, **caractérisée en ce que** les corps de roulement (47) disposés respectivement entre l'élément de réglage (46) au moins au nombre de un et l'élément de support (45) au moins au nombre de un sont retenus en étant positionnés dans une propre cage (67).
- 40
21. Installation de production (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que**, dans son étendue longitudinale, l'outil de pliage (37) est fixé de façon répétée sur le sommier de pliage (38), en particulier sur l'élément de support (45) au moins au nombre de un.

45

50

55

Fig.1

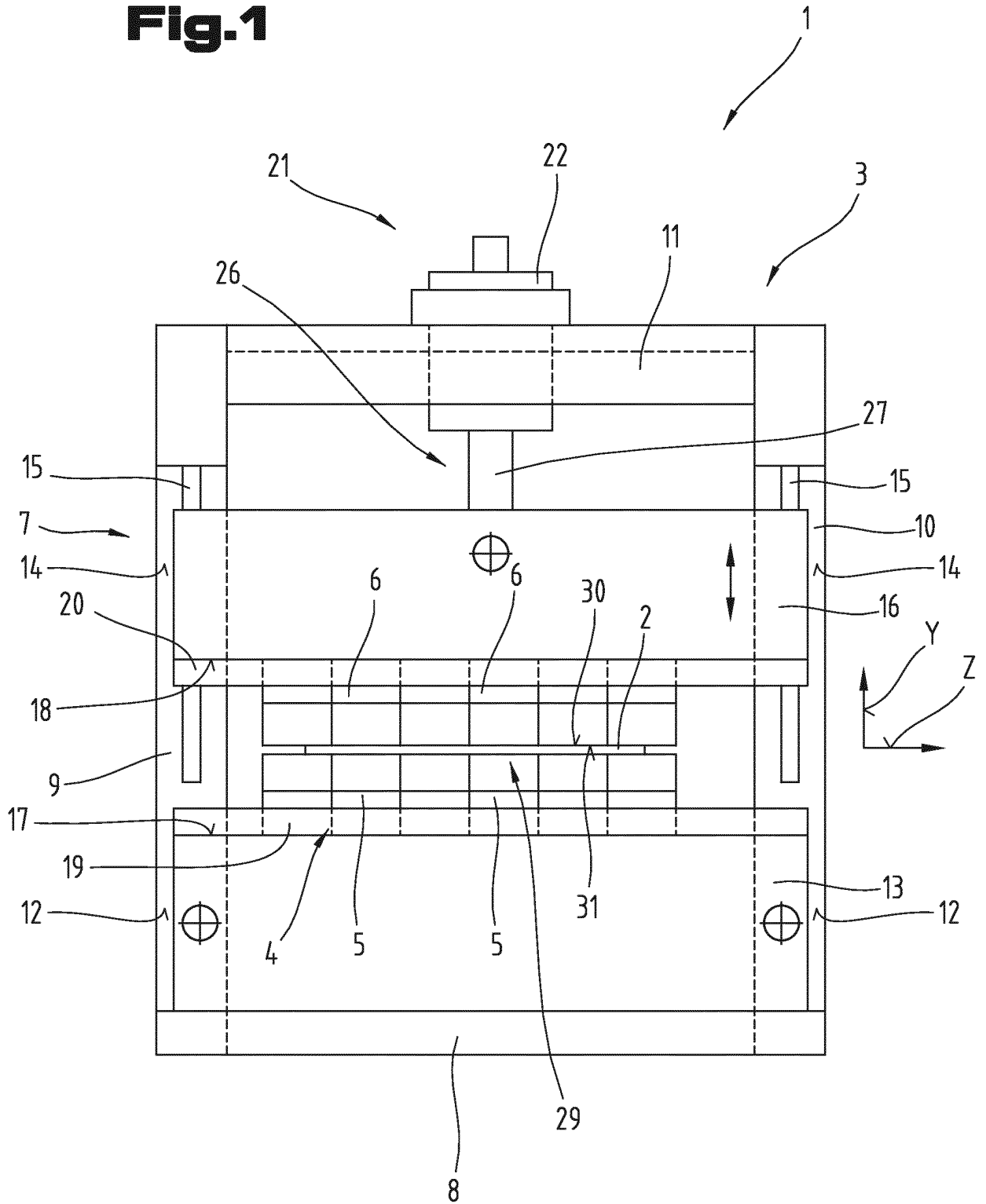


Fig.2

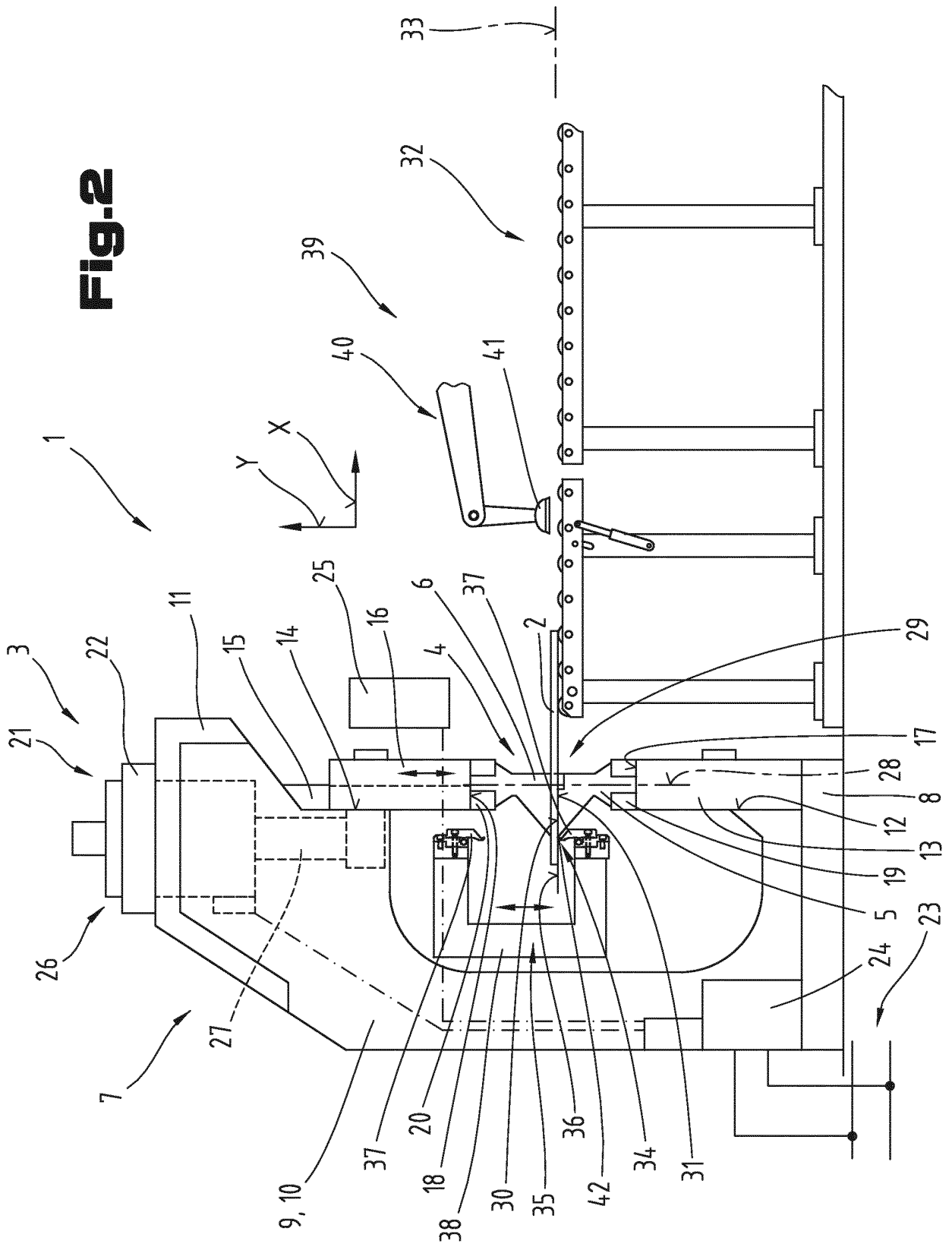


Fig.3

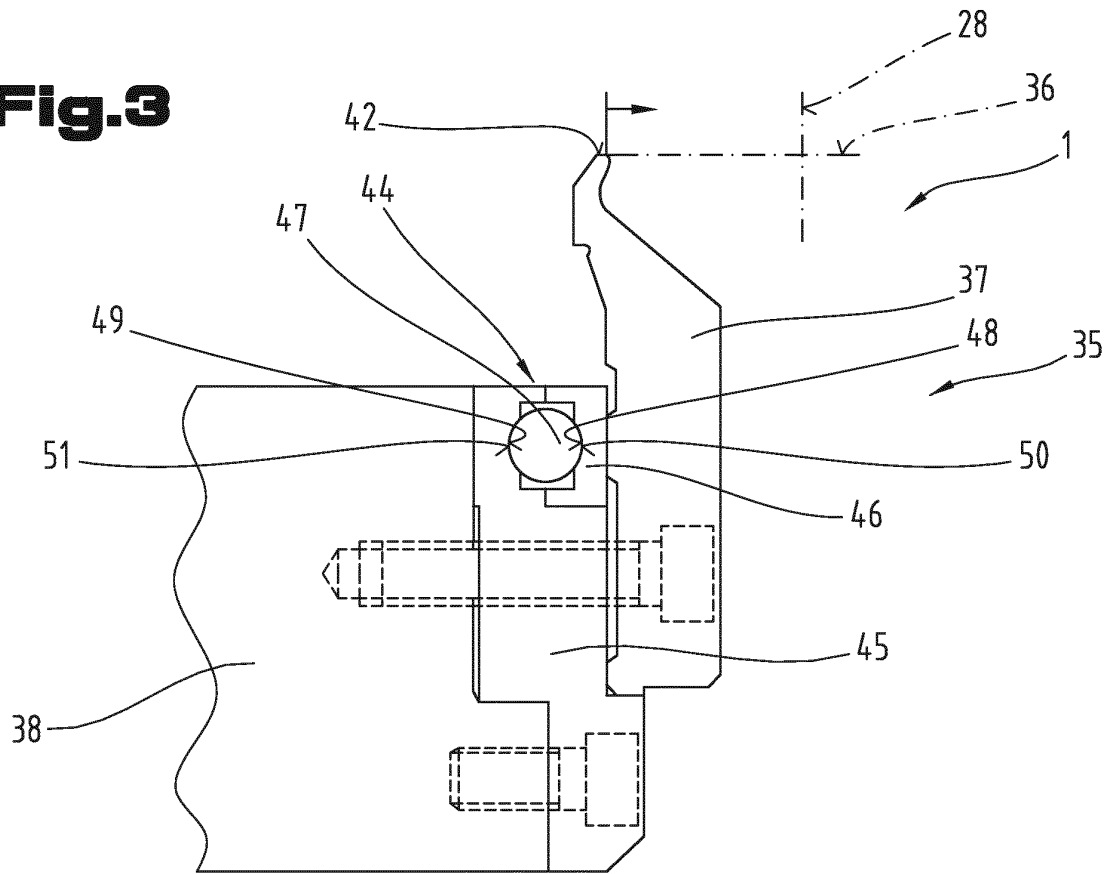


Fig.4

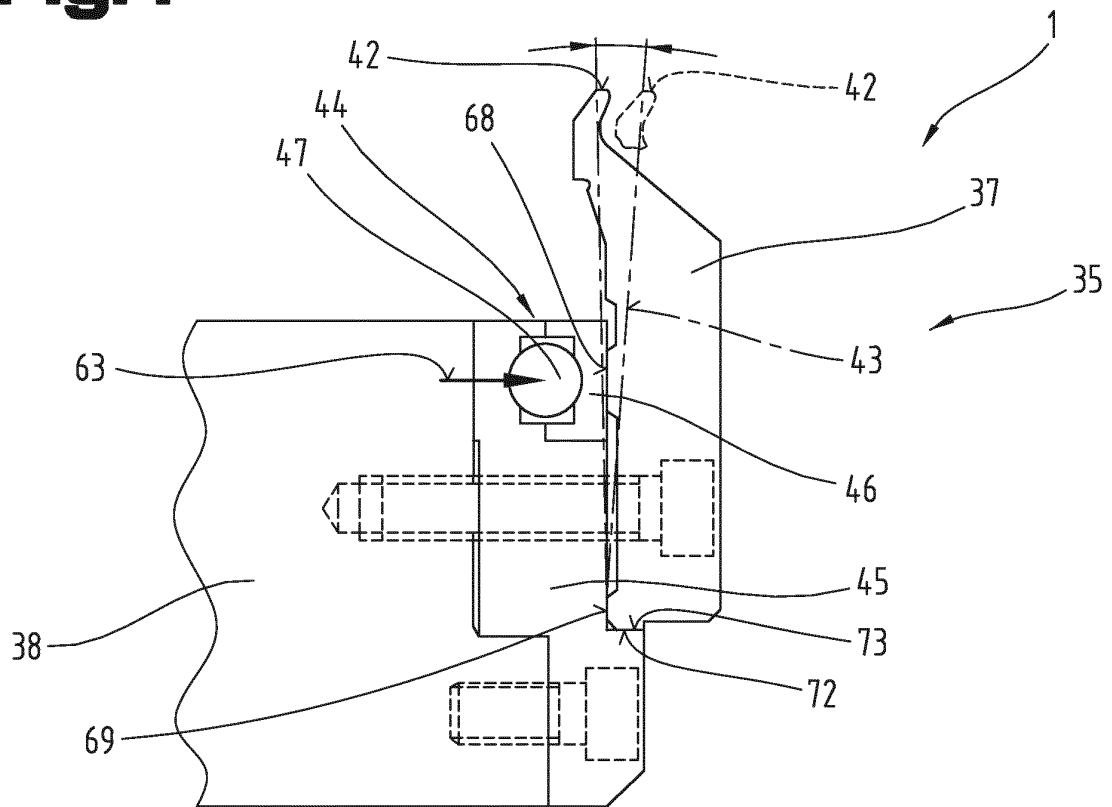


Fig. 5

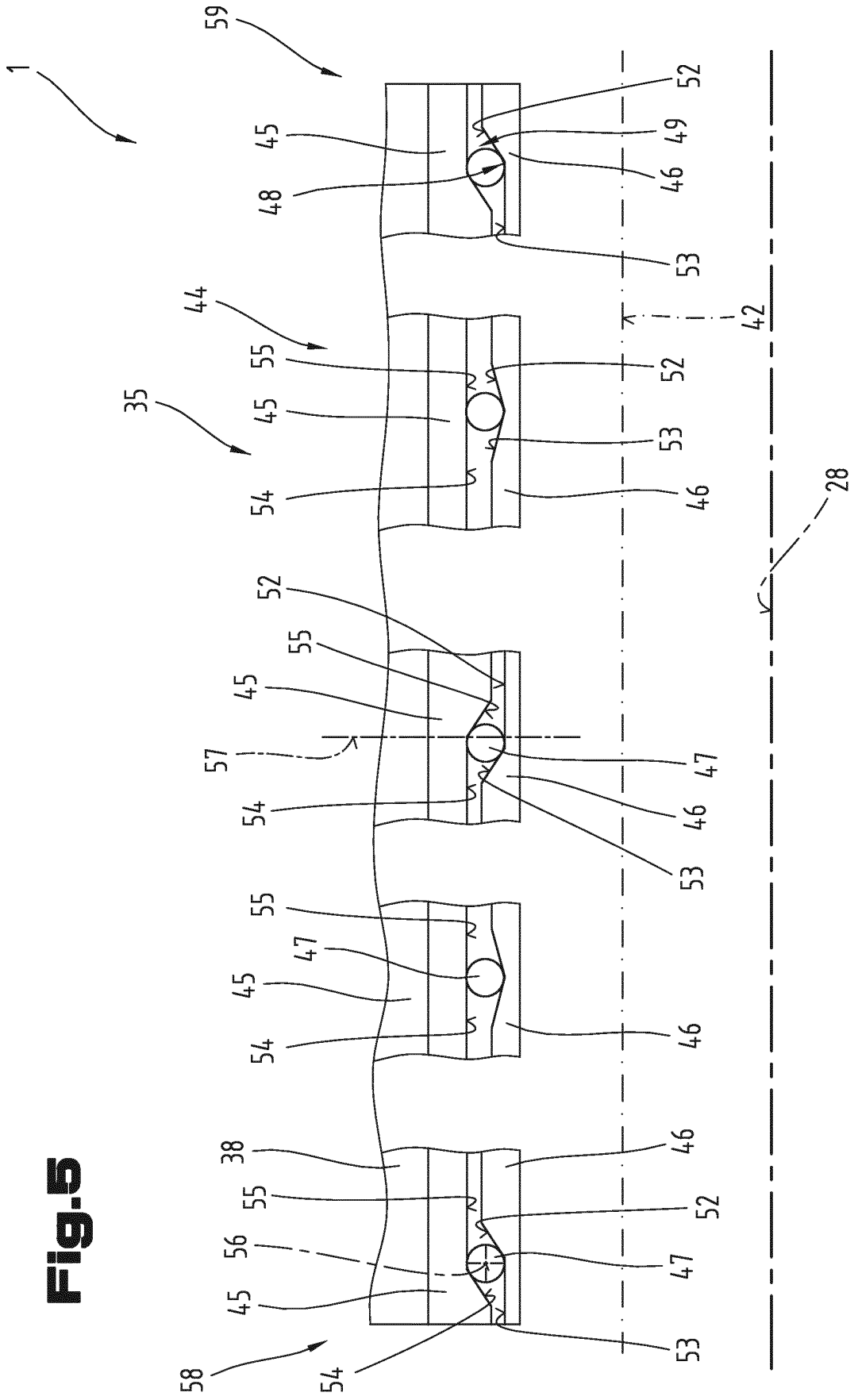


Fig.6

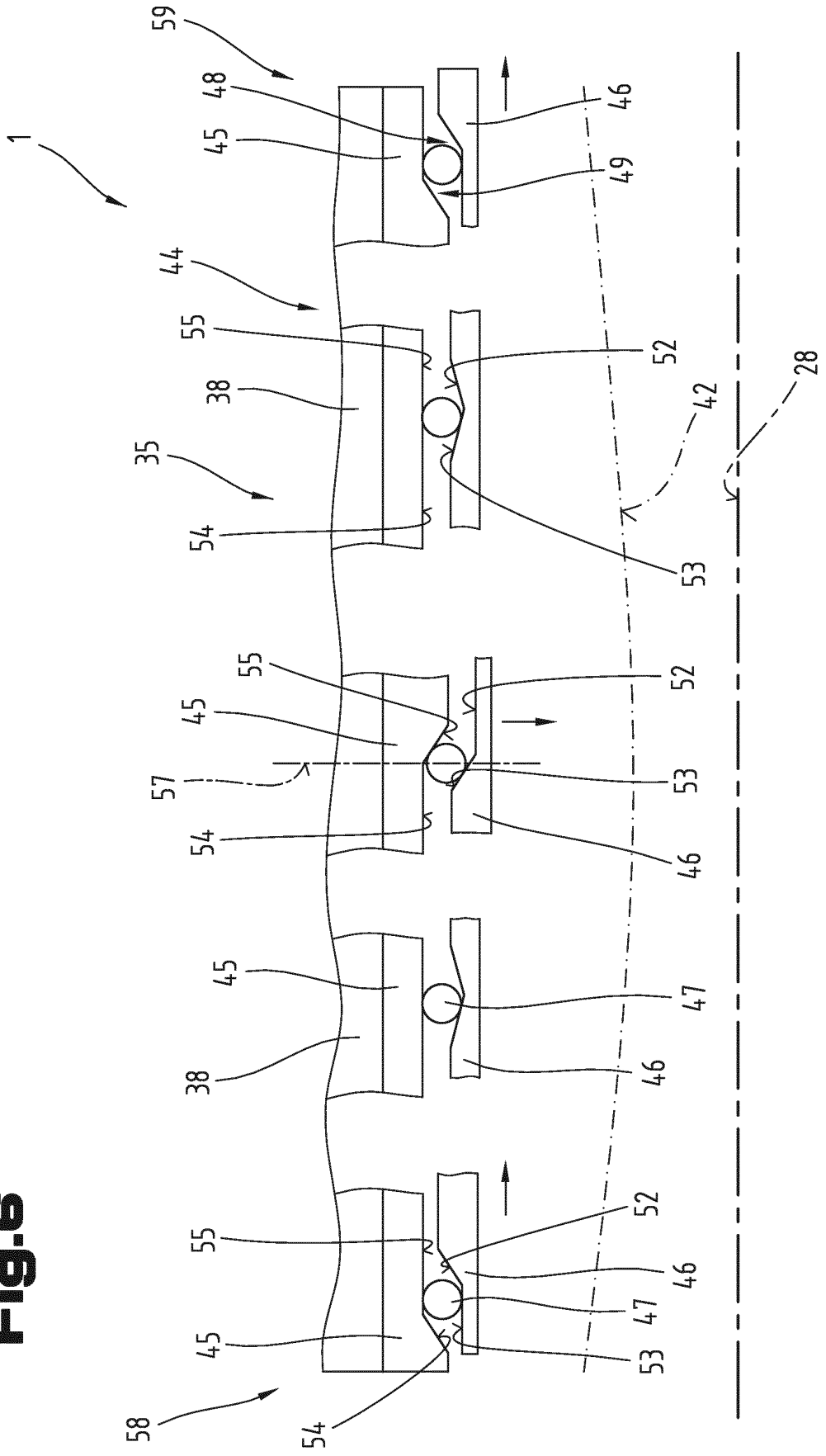


Fig. 7

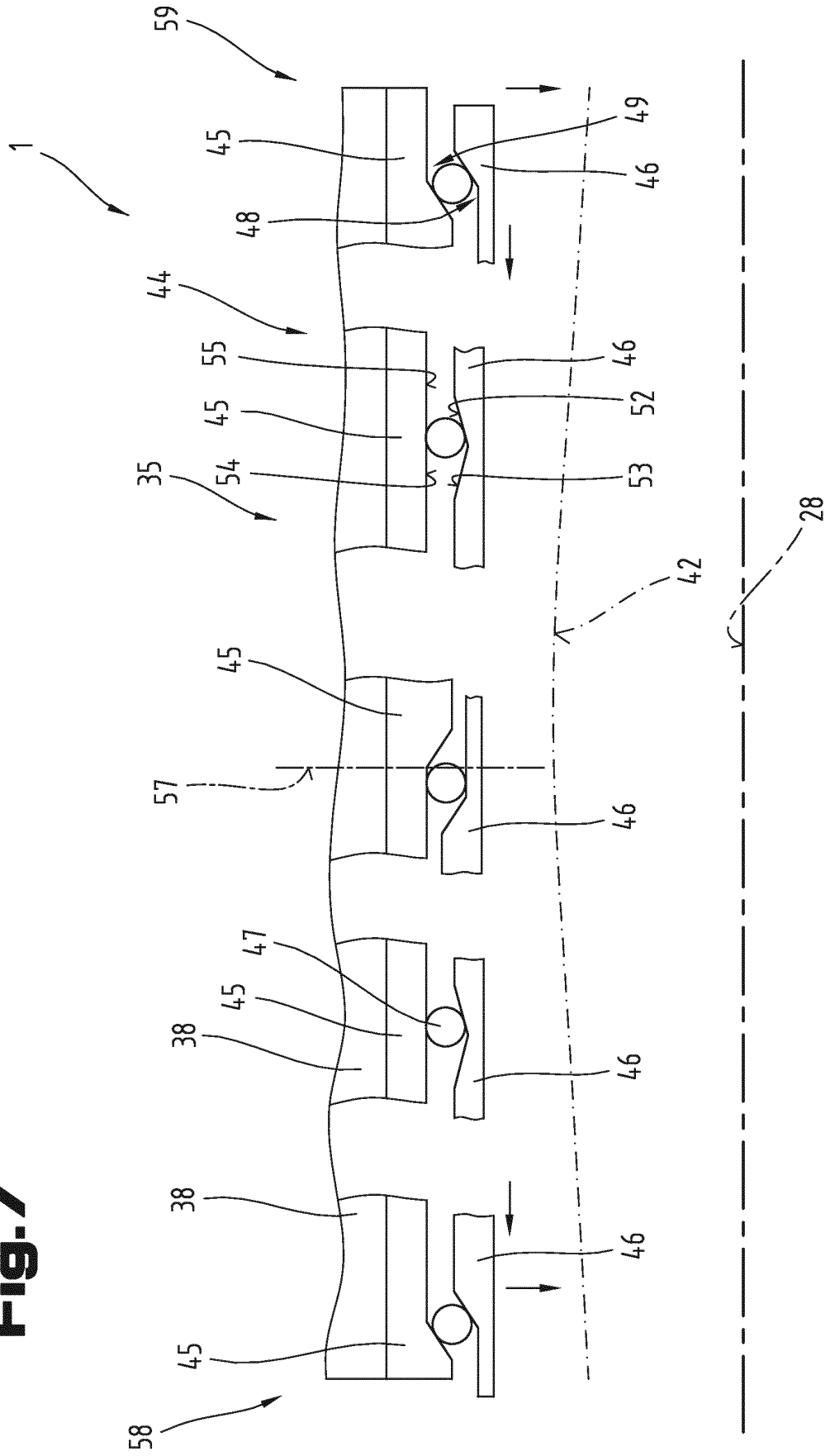


Fig.8

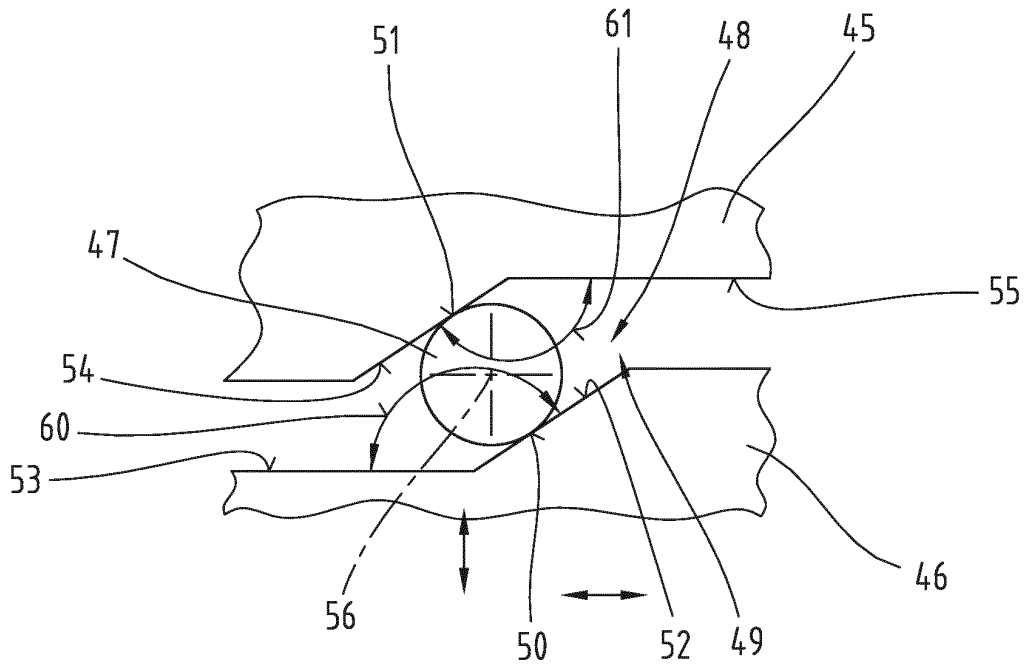
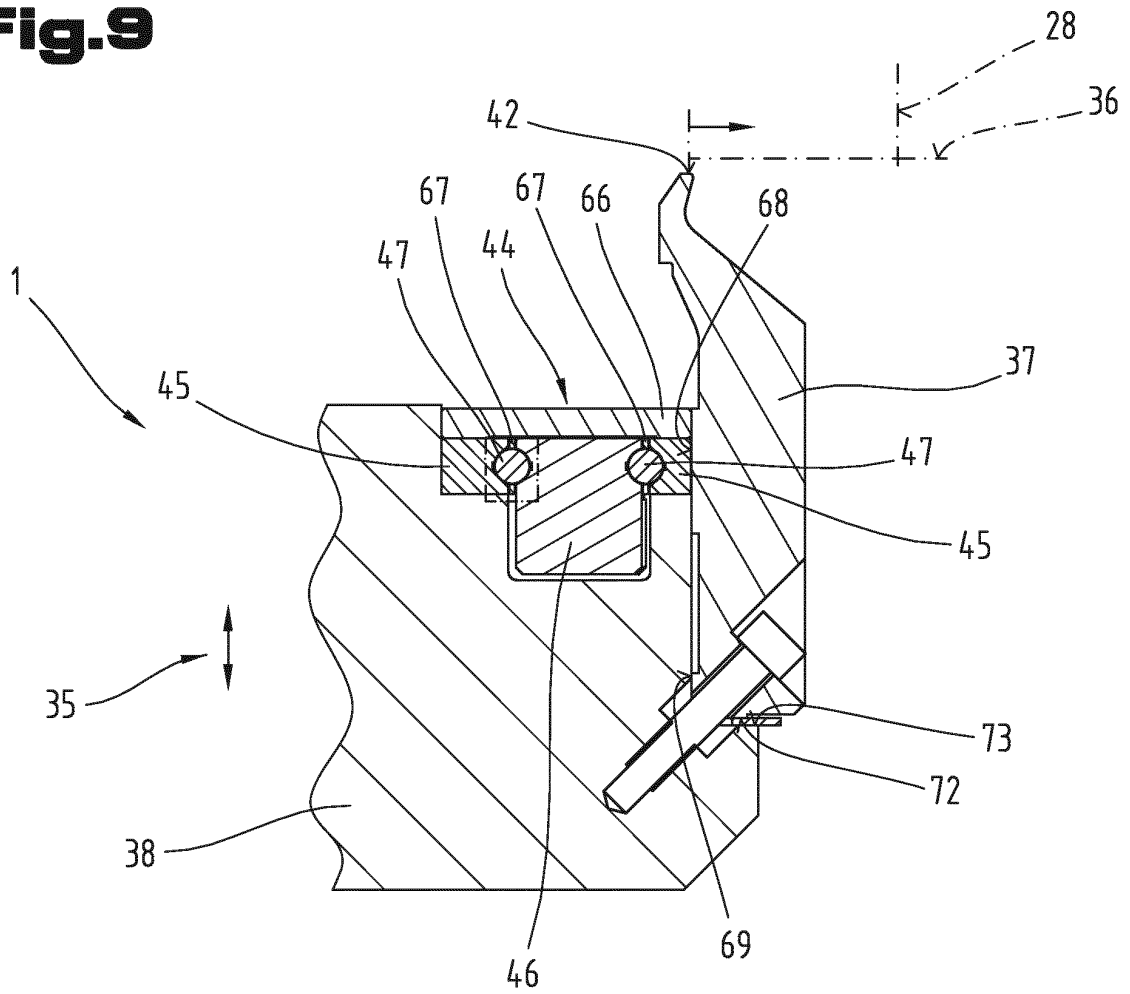


Fig.9



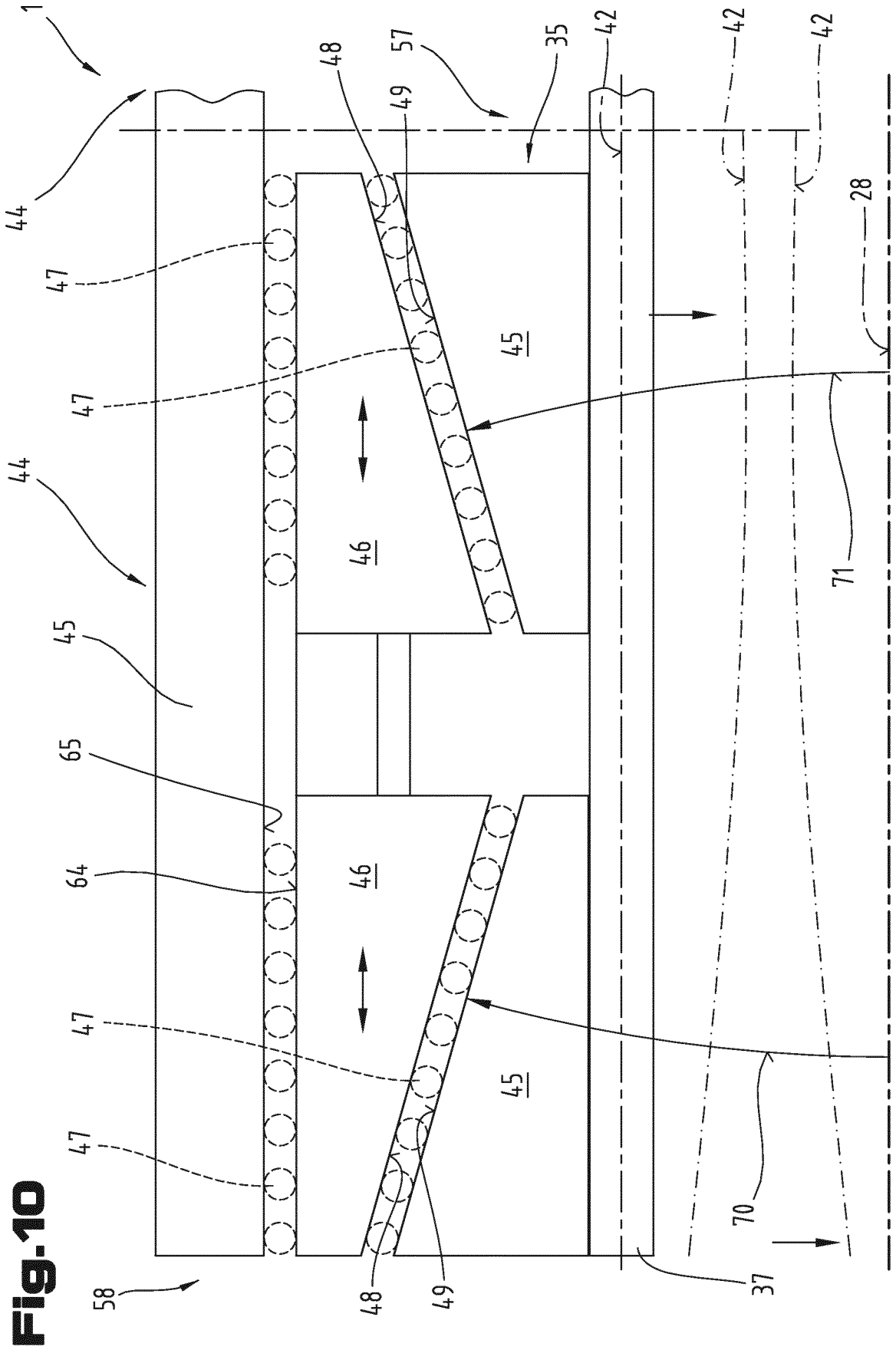
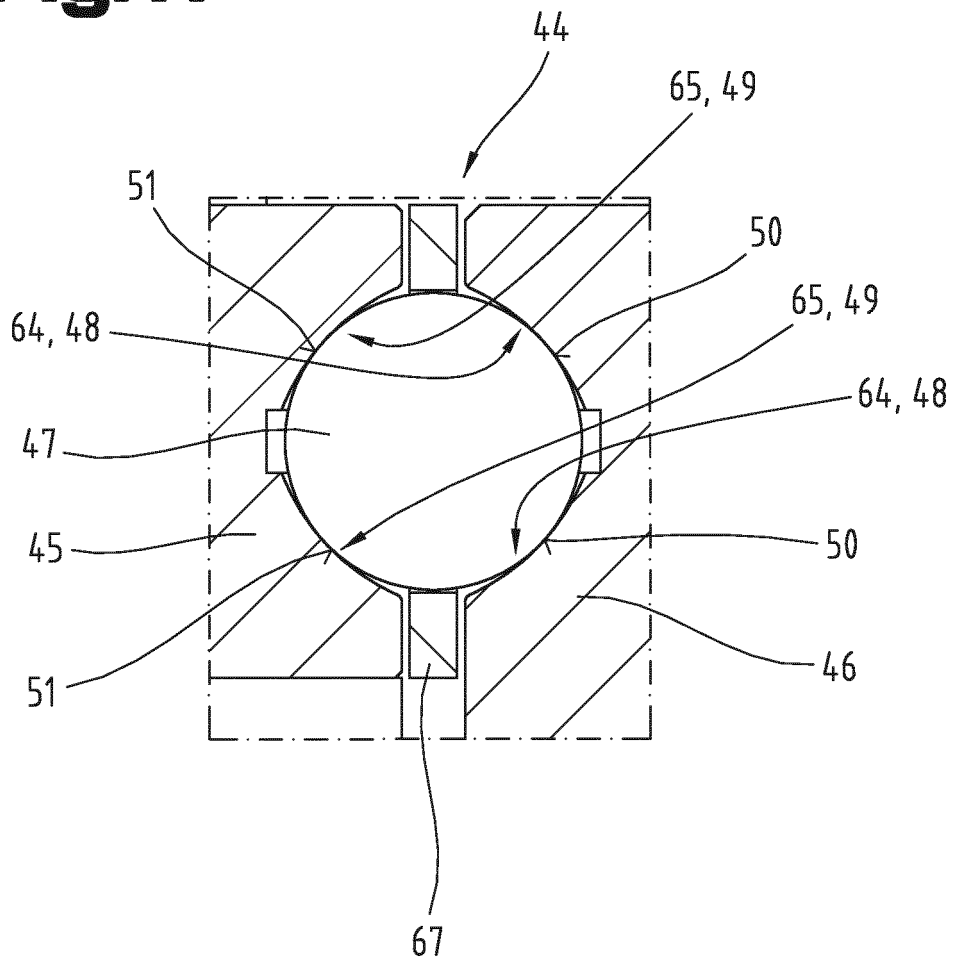


Fig. 10

Fig.11



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2127772 A2 [0003]
- EP 2017020 A2 [0004]
- DE 102006047108 A1 [0005]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Technischen Information - Technologie des Biegens.
Presstisch mit Bombierung. Oktober 2006, 13-16
[0002]