

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 064 110 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

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

07.05.2003 Patentblatt 2003/19

(51) Int Cl.7: **B21D 5/04**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP00/00124

(21) Anmeldenummer: **00904892.7**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 00/043140 (27.07.2000 Gazette 2000/30)

(22) Anmeldetag: **11.01.2000**

(54) **BIEGEMASCHINE FÜR FLACHMATERIAL**

BENDING MACHINE FOR FLAT MATERIAL

CINTREUSE POUR MATERIAU PLAT

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

(72) Erfinder:

• **KUTSCHKER, Wolfgang**

D-70034 Böblingen (DE)

• **PESOLD, Erwin**

D-71065 Sindelfingen (DE)

(30) Priorität: **19.01.1999 DE 19901797**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

03.01.2001 Patentblatt 2001/01

(74) Vertreter: **Hoeger, Stellrecht & Partner**

Uhlandstrasse 14 c

70182 Stuttgart (DE)

(73) Patentinhaber: **Reinhardt Maschinenbau GmbH**

71065 Sindelfingen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 039 322

DE-A- 2 825 591

DE-A- 4 206 417

EP 1 064 110 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Biegemaschine für Flachmaterial, umfassend ein Maschinengestell, eine am Maschinengestell angeordnete Unterwange mit einem unteren Einspannwerkzeug und eine am Maschinengestell angeordnete Oberwange mit einem oberen Einspannwerkzeug, mit welchen das Flachmaterial in einer Einspannebene fixierbar ist, eine untere Biege-
werkzeugbewegungseinrichtung, welche der Unter-
wange zugeordnet ist und mit welcher ein unterer Biege-
werkzeugträger mit einem unteren Biege-
werkzeug zum Biegen des Flachmaterials um eine obere Biege-
kante relativ zur Einspannebene zwischen einer Ruhe-
stellung und einer Vielzahl von Biegestellungen beweg-
bar ist, eine obere Biegewerkzeugbewegungseinrich-
tung, welche der Oberwange zugeordnet ist und mit wel-
cher ein oberer Biegewerkzeugträger mit einem oberen
Biegewerkzeug zum Biegen des Flachmaterials um eine
untere Biegekante relativ zur Einspannebene zwi-
schen einer Ruhestellung und einer Vielzahl von Biege-
stellungen bewegbar ist.

[0002] Eine derartige Maschine ist aus dem Stand der Technik, beispielsweise der DE-A-42 06 417 bekannt. Bei dieser besteht das Problem, daß einerseits das Ver-
schwenken einer das Biegewerkzeug tragenden Biege-
wange konstruktiv aufwendig ist, und andererseits auf-
grund des Freiraums die Art der möglichen Biegeope-
rationen begrenzt ist.

[0003] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrun-
de, eine Biegemaschine der gattungsgemäßen Art der-
art zu verbessern, daß die Art der möglichen Biegeope-
rationen möglichst wenig Beschränkungen unterliegt.

[0004] Diese Aufgabe wird bei einer Biegemaschine der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß da-
durch gelöst, daß ausgehend von einer Biegeanfangs-
stellung das nicht für eine Operation am Flachmaterial
eingesetzte Biegewerkzeug mit dem Biegewerkzeug-
träger in eine Ruhestellung bringbar ist, in welcher der
Biegewerkzeugträger nahe einer Frontfläche der jewei-
ligen Wange steht und zwischen der Einspannebene
und dem in der Ruhestellung stehenden Biegewerk-
zeug und dessen Biegewerkzeugträger ein von Maschi-
nenelementen der Biegemaschine freier Biegefreiraum
besteht, der sich über einen Winkelbereich von minde-
stens 110° um die jeweils wirksame Biegekante er-
streckt.

[0005] Der Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung ist
darin zu sehen, daß mit dieser ein Biegefreiraum zur
Verfügung steht, welcher bei den bekannten Maschinen
nicht existierte, und zwar weder in Richtung der Ein-
spannebene von den Einspannwerkzeugen weg noch
um die jeweils wirksame Biegekante.

[0006] Insbesondere ist es bei der erfindungsgemä-
ßen Lösung möglich, in einer von den Einspannwerk-
zeugen und dem Maschinengestell weg weisenden
Richtung innerhalb des die Einspannebene und den
Winkelbereich umfassenden Biegefreiraums mit weit

über die Einspannwerkzeuge überstehendem Flachma-
terial zu arbeiten, wobei die Erstreckung des Flachma-
terials in dieser Richtung lediglich durch die Umgebung
der Biegemaschine, das heißt zum Beispiel andere Ma-
schinen oder die Maschinenhalle, begrenzt ist.

[0007] Die erfindungsgemäße Lösung schafft aber
andererseits auch die Möglichkeit, durch den von Ma-
schinenelementen der Biegemaschine freien Biegefrei-
raum, zusätzliche Vorrichtungen, wie zum Beispiel
Handhabungsvorrichtungen, einsetzen zu können, die
nun die Möglichkeit haben, in dem Biegefreiraum unge-
hindert durch die Maschinenelemente der Biege-
maschine mit dem Flachmaterial in Wechselwirkung zu tre-
ten, zum Beispiel auf das Flachmaterial zuzugreifen, um
zusätzliche Funktionen, zum Beispiel eine Handha-
bung, ausführen zu können, ohne daß eine Kollisions-
gefahr mit dem agierenden Biegewerkzeug besteht.

[0008] Die erfindungsgemäße Biegemaschine weist
insbesondere für jedes der Biegewerkzeuge kein eine
Biegeoperation störendes Maschinenelement in einem
Winkelbereich von mindestens 110° auf, so daß mit je-
dem der beiden Biegewerkzeuge Biegeoperationen
durchführbar sind, die weit über einen rechten Winkel
hinausgehen und somit komplexe Biegeteile mit meh-
reren Biegungen in unterschiedliche Richtungen in ei-
nem Arbeitsgang herstellbar sind.

[0009] Ein derartiger Biegefreiraum läßt sich erfin-
dungsgemäß dann realisieren, wenn der Biegewerk-
zeugträger in der Ruhestellung nahe einer Frontfläche
der jeweiligen Wange steht, das heißt weitest möglich
von der Frontebene entfernt ist und in Richtung der je-
weiligen Wange angeordnet ist.

[0010] Vorzugsweise ist der Biegefreiraum dabei so
bemessen, daß er sich um die wirksame Biegekante
über einen Winkelbereich von mindestens 120° er-
streckt. Noch vorteilhafter ist es, wenn sich der Biege-
freiraum um die Biegekante über einen Winkelbereich
von mindestens 130° erstreckt.

[0011] Ein optimale Biegemöglichkeiten aufweisen-
des Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen
Biegemaschine sieht vor, daß die Biegewerkzeugbewe-
gungseinrichtung des in Ruhestellung stehenden Bie-
gewerkzeugs außerhalb des durch den Winkelbereich
definierten Biegefreiraums steht.

[0012] Hinsichtlich der Anordnung der Biegewerk-
zeugbewegungseinrichtung wurden bislang keine nä-
heren Angaben gemacht. Prinzipiell wäre es denkbar,
die erfindungsgemäße Biegemaschine so auszubilden,
daß die Biegewerkzeugbewegungseinrichtung im Be-
reich von Seitenständern des Maschinengestells ange-
ordnet ist.

[0013] Um jedoch eine möglichst schmalbauende
Maschine zu erhalten und insbesondere eine Maschine,
deren Erstreckung in Längsrichtung variabel ist, ist vor-
zugsweise vorgesehen, daß die Biegewerkzeugbewe-
gungseinrichtung für das jeweilige Biegewerkzeug zwi-
schen seitlichen Stirnflächen der Wangen angeordnet
ist. Eine derartige Anordnung der Biegewerkzeugbewe-

gungseinrichtung hat außerdem noch den Vorteil, daß diese ein gleichmäßigeres Abstützen des Biegewerkzeugs erlaubt, so daß dadurch auch - insbesondere bei langen Biegemaschinen - Probleme hinsichtlich des Durchbiegens des Biegewerkzeugs vermieden werden.

[0014] Darüber hinaus sieht ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Biegemaschine vor, daß die Biegewerkzeugbewegungseinrichtung für das jeweilige Biegewerkzeug in allen Biegestellungen des Biegewerkzeugs ausschließlich auf der Seite der Einspannebene steht, auf welcher die Biegeanfangsstellung des Biegewerkzeugs liegt. Durch eine derartige Anordnung der Biegewerkzeugbewegungseinrichtung wird erreicht, daß die Biegemaschine sehr kompakt ausgeführt werden kann, und insbesondere einen Frontraum vor den Einspannwerkzeugen, in welchen das zu biegende Blech übersteht, in möglichst geringem Maße durch die Biegewerkzeugbewegungseinrichtung tangiert wird, um einen möglichst großen Freiheitsgrad hinsichtlich der möglichen Biegeoperationen und/oder Manipulationsoperationen zu erhalten.

[0015] Noch vorteilhafter ist es insbesondere, wenn die Biegewerkzeugbewegungseinrichtung sich in allen Biegestellungen zwischen einer durch das Biegewerkzeug verlaufenden und senkrecht auf der Einspannebene stehenden Frontbegrenzungsebene und dem Maschinengestell erstreckt. Eine derartige Ausbildung der Biegewerkzeugbewegungseinrichtung hat den großen Vorteil, daß vor der Frontbegrenzungsebene keinerlei Element der Biegewerkzeugbewegungseinrichtung und auch des Maschinengestells vorhanden ist, so daß in diesem Bereich das Flachmaterial ungehindert überstehen, von anderen Maschinen übernommen oder in anderer Weise manipuliert werden kann. Darüber hinaus erlaubt ein derartiger Aufbau einer erfindungsgemäßen Biegemaschine auch die Möglichkeit, mehrere Maschinen in Form einer Produktionslinie aufeinanderfolgend anzuordnen, das heißt, daß die Möglichkeit besteht, daß das über die Frontbegrenzungsebene auf einer dem Maschinengestell gegenüberliegenden Seite überstehende Flachmaterial von einer anderen Maschine in einfacher Weise übernommen werden kann.

[0016] Bei dieser Lösung ist insbesondere bemerkenswert, daß das Biegewerkzeug selbst das Element ist, das auf einer dem Maschinengestell gegenüberliegenden Seite der Einspannwerkzeuge am weitesten über das Maschinengestell übersteht und alle übrigen Maschinenteile der Biegemaschine, insbesondere das Maschinengestell selbst und die Biegewerkzeugbewegungseinrichtung, auf der dem Maschinengestell zugewandten Seite der Frontbegrenzungsebene liegen.

[0017] Noch vorteilhafter ist die erfindungsgemäße Biegemaschine, wenn die Biegewerkzeugbewegungseinrichtung sich in allen möglichen Biegestellungen zwischen einer durch die Biegekante verlaufenden und senkrecht auf der Einspannebene stehenden Frontebene und dem Maschinengestell erstreckt. Da die Frontebene noch näher an dem Maschinengestell liegt als die

Frontbegrenzungsebene, ist in diesem Fall ein noch größerer freier Raum auf der dem Maschinengestell gegenüberliegenden Seite der Frontebene geschaffen, welcher sich einerseits für eine Vielzahl von Biegeoperationen und andererseits aber auch für eine Manipulation des gebogenen Flachmaterials ausnützen läßt.

[0018] Hinsichtlich der Ausbildung des Biegewerkzeugträgers selbst wurden im Zusammenhang mit den bisherigen Ausführungsbeispielen keine näheren Angaben gemacht. Besonders vorteilhaft ist es, wenn auch der Biegewerkzeugträger in allen möglichen Biegestellungen zwischen einer das Biegewerkzeug schneidenden und senkrecht zur Einspannebene verlaufenden Begrenzungsebene und der jeweiligen Wange liegt, da damit sichergestellt ist, daß selbst der Biegewerkzeugträger über diese Begrenzungsebene nicht übersteht und somit das Biegewerkzeug selbst das einzige Element der Biegemaschine ist, welches sich auf einer dem Maschinengestell abgewandten Seite der Einspannwerkzeuge am weitesten von diesen weg erstreckt.

[0019] Noch vorteilhafter ist es, wenn der Biegewerkzeugträger in allen möglichen Biegestellungen sich zwischen einer durch die Biegekante verlaufenden und senkrecht auf der Einspannebene stehenden Frontebene und dem Maschinengestell erstreckt, und somit noch näher an dem Maschinengestell angeordnet ist, so daß ausschließlich das Biegewerkzeug über die Frontebene auf der dem Maschinengestell gegenüberliegenden Seite übersteht.

[0020] Vorzugsweise sind dabei die Biegewerkzeuge identisch ausgebildet und jeweils mit einer für jedes Biegewerkzeug vorgesehenen identischen Biegewerkzeugbewegungseinrichtung angetrieben.

[0021] Besonders vorteilhaft ist es, wenn das nicht für eine Operation am Flachmaterial eingesetzte Biegewerkzeug stets in der Ruhestellung steht, so daß davon ausgegangen werden kann, daß das Biegewerkzeug dann, wenn es nicht eingesetzt ist stets keine Behinderung für ein Biegen mit dem anderen Biegewerkzeug darstellt.

[0022] Diese Lösung umfaßt all die Anwendungsfälle, bei denen bei Einsatz eines der Biegewerkzeuge das andere Biegewerkzeug stets in der Ruhestellung steht. Diese Lösung schließt aber auch nicht aus, daß gegebenenfalls zu besonderen Operationen, beispielsweise zu Falzoperationen oder anderen speziellen Biegeoperationen oder Manipulationsoperationen beide Biegewerkzeuge eingesetzt werden und gleichzeitig oder unmittelbar kurz aufeinanderfolgend an dem Flachmaterial angreifen.

[0023] Hinsichtlich der Ausbildung der Biegewerkzeugbewegungseinrichtung im einzelnen wurden bislang keine näheren Angaben gemacht. So kann prinzipiell die Biegewerkzeugbewegungseinrichtung alle denkbaren und bislang bei Biegemaschinen eingesetzten Realisierungsformen erfassen, welche die erfindungsgemäßen Forderungen erfüllen. Eine besonders vorteilhafte Ausführung der Biegewerkzeugbewe-

gungseinrichtung sieht vor, daß diese eine Vielzahl von in einem vom Biegewerkzeug zugewandten Bereich des Biegewerkzeugträgers angreifenden und in einer Richtung parallel zur Längsrichtung der Biegekante in festen Abständen voneinander angeordneten Halteelementen aufweist, welche den Biegewerkzeugträger gegenüber dem Maschinengestell abstützen. Eine derartige Ausbildung der Abstützung des Biegewerkzeugträgers relativ zum Maschinengestell hat den Vorteil, daß damit die Stabilität des Biegewerkzeugträgers selbst nicht - wie beispielsweise bei Biegemaschinen mit Seitenständern und in diesen angeordneten Biegewerkzeugbewegungseinrichtungen - so ausgelegt sein muß, daß dieser als sich frei zwischen den Seitenständern erstreckendes Teil den Biegekräften Stand hält und trotzdem eine geringe Durchbiegung aufweist. Vielmehr bietet diese Lösung des Vorsehens von im Abstand voneinander angeordneten Halteelementen die Möglichkeit, den Biegewerkzeugträger an einer Vielzahl von Stellen in seiner Längsrichtung am Maschinengestell abzustützen, so daß der Biegewerkzeugträger lediglich so stabil ausgebildet sein muß, daß er über die Distanzen zwischen den einzelnen Halteelementen eine ausreichende Verformungsstabilität aufweist.

[0024] Die Halteelemente können jedoch nicht nur dazu eingesetzt werden, daß die Stabilität des Biegewerkzeugträgers selbst reduziert werden kann. Vielmehr lassen sich die Halteelemente vorteilhafterweise auch dazu einsetzen, als Führungen für eine definierte Bewegung eines Angriffspunktes derselben am Biegewerkzeugträger zu dienen und somit auch zur Festlegung der Bahn beizutragen, auf welcher sich das Biegewerkzeug beim Durchlaufen der einzelnen Biegestellungen bewegt.

[0025] Vorzugsweise sind die Halteelemente so ausgebildet, daß sie den Angriffspunkt auf einer vorgegebenen Bahn führen, die, überlagert mit anderen Bewegungen, zu der Bahn beiträgt, auf welcher sich das Biegewerkzeug bewegt.

[0026] Eine derartige Führung des Biegewerkzeugträgers läßt sich mechanisch besonders einfach dann ausbilden, wenn die Halteelemente gelenkig an dem Biegewerkzeugträger angreifen. Zusätzlich ist es von Vorteil, wenn die Halteelemente gelenkig gegenüber dem Maschinengestell gelagert sind.

[0027] Besonders günstig ist es, wenn die Halteelemente Lenker darstellen, die einerseits gelenkig am Maschinengestell und andererseits gelenkig am Biegewerkzeugträger angreifen, so daß sich über die Lenker eine Bahnbewegung des Angriffspunktes derselben am Biegewerkzeugträger in einfacher Weise definieren läßt und außerdem über die Lenker in einfacher Weise große Kräfte von dem Biegewerkzeugträger auf das Maschinengestell übertragen werden können, um dem Biegewerkzeugträger die ausreichende Formstabilität beim Biegen zu verleihen.

[0028] Besonders günstig läßt sich ein derartiger Angriffspunkt wählen, wenn die Halteelemente an der

Wange angreifen, welcher das jeweilige Biegewerkzeug zugeordnet ist.

[0029] Neben einer derartigen Anordnung einer Vielzahl von Halteelementen sind weitere Maßnahmen notwendig, um den Biegewerkzeugträger so zu bewegen, daß das Biegewerkzeug letztlich die erfindungsgemäß geforderte Bahn präzise beschreibt.

[0030] Besonders günstig läßt sich dies auch im Hinblick auf die Stabilität des Biegewerkzeugträgers selbst dann realisieren, wenn die Biegewerkzeugträgerbewegungseinrichtung eine Vielzahl von in Richtung parallel zur Längsrichtung der Biegekante aufeinanderfolgend angeordneten Biegewerkzeugträgerantriebseinheiten zum Bewegen des Biegewerkzeugs zwischen der Biegeanfangsstellung und der Biegeendstellung aufweist.

[0031] Da bei der erfindungsgemäßen Biegemaschine das Biegewerkzeug zweckmäßigerweise auch in einer Ruhestellung positionierbar ist, wäre es beispielsweise denkbar, durch Bewegen der gesamten Biegewerkzeugbewegungseinrichtung zwischen einer Biegeanfangsstellung und der Ruhestellung die Ruhestellung zu erreichen. Besonders günstig ist es dabei jedoch, wenn das Biegewerkzeug durch die Biegewerkzeugträgerantriebseinheiten auch zwischen der Ruhestellung und der Biegeanfangsstellung bewegbar ist.

[0032] Zum Bewegen des Biegewerkzeugträgers ist vorzugsweise vorgesehen, daß die Biegewerkzeugträgerantriebseinheiten an dem Biegewerkzeugträger in einem Angriffspunkt angreifen und diesen zwischen der Biegeanfangsstellung und der Biegeendstellung auf einer definiert vorgegebenen Bahn bewegen. Durch Überlagerung dieser definiert vorgegebenen Bahn mit zusätzlichen Bahnbewegungen, beispielsweise den durch die Halteelemente vorgegebenen Bahnbewegungen, läßt sich die erfindungsgemäß erforderliche Bewegung des Biegewerkzeugs auf der definiert vorgegebenen Bahn zweckmäßig erreichen.

[0033] Prinzipiell wäre es beispielsweise denkbar, die Biegewerkzeugträgerantriebseinrichtung so auszubilden, daß sie den Angriffspunkt auf der Bahn in Form einer numerisch gesteuerten Bahnbewegung führt. Dies ist jedoch einerseits vom Steuerungsaufwand her aufwendig und andererseits auch hinsichtlich der für die Bahnbewegung zu erzeugenden Kräfte.

[0034] Aus diesem Grund ist vorzugsweise vorgesehen, daß die Bahn durch eine Schwenkbewegung um eine maschinengestellfeste Schwenkachse vorgebar ist.

[0035] Im einfachsten Fall sind dabei die Biegewerkzeugträgerantriebseinheiten so ausgebildet, daß sie zur Durchführung der Bahnbewegungen durch einen Antrieb antreibbar sind.

[0036] Dabei wird auch für eine Vielzahl von Biegewerkzeugträgerantriebseinheiten ein einziger Antrieb genügen. Besonders vorteilhaft ist es jedoch wenn, jede der Biegewerkzeugträgerantriebseinheiten durch einen eigenen Antrieb antreibbar ist.

[0037] Hinsichtlich der Ausbildung der Biegewerk-

zeugträgerantriebseinheiten selbst wurden keine näheren Angaben gemacht. So sieht ein besonders vorteilhaftes Ausführungsbeispiel vor, daß jede der Biege-
werkzeugträgerantriebseinheiten einen schwenkbar
antreibbaren Antriebsarm umfaßt, welcher an einem er-
sten Ende um eine maschinengestellfeste Achse
schwenkbar ist und an einem zweiten Ende über ein
Kniegelenk schwenkbar mit dem Biegewerkzeugträger
verbunden ist. Eine derartige Ausbildung der Biege-
werkzeugträgerantriebseinheiten hat den Vorteil, daß
sich dadurch in einfacher Art und Weise eine definier-
bare Bewegung des Biegewerkzeugträgers zur Festle-
gung der Bahn des Biegewerkzeugs realisieren läßt.

[0038] Eine besonders vorteilhafte kinematische An-
ordnung sieht vor, daß jede der Biegewerkzeugträger-
antriebseinheiten ein Kniehebelantriebssystem zum
Bewegen des Biegewerkzeugträgers aufweist, da mit
einem derartigen Kniehebelantriebssystem in einfacher
Weise komplexe Bewegungen durch Einstellung der
Längen der Kniehebel erzeugbar sind.

[0039] Um die Bahn des Biegewerkzeugs relativ zum
Maschinengestell günstig definieren zu können, ist vor-
zugsweise vorgesehen, daß ein erster Hebel des Knie-
hebelantriebssystems um eine maschinengestellfeste
Achse schwenkbar ist.

[0040] Dabei könnte ein Antreiben des Kniehebelan-
triebssystems grundsätzlich beliebig erfolgen, dadurch,
daß an einem der Hebel des Kniehebelantriebssystems
der Antrieb angreift. Besonders günstig ist es, wenn der
schwenkbar antreibbare Antriebsarm den ersten Hebel
des Kniehebelantriebssystems bildet.

[0041] Hinsichtlich der Ausbildung des zweiten He-
bels wäre es denkbar, hierfür einen besonderen zweiten
Hebel vorzusehen, der seinerseits wiederum auf den
Biegewerkzeugträger wirkt. Mechanisch günstig ist je-
doch eine Lösung, bei welcher der Biegewerkzeugträger
mindestens einen Teil eines zweiten Hebels des
Kniehebelantriebssystems bildet.

[0042] Um hinsichtlich der Festlegung der Bewegung
des Biegewerkzeugträgers nicht ausschließlich auf
Schwenkbewegungen festgelegt zu sein, sieht eine be-
sonders günstige Lösung der erfindungsgemäßen Bie-
gewerkzeugträgerantriebseinheit vor, daß der Antriebs-
arm hinsichtlich seines Abstandes zwischen dem ersten
Ende und dem zweiten Ende längenvariabel ausgebil-
det ist. Damit läßt sich zusätzlich zu den Schwenkbe-
wegungen noch eine zusätzliche Translationsbewe-
gung erzeugen.

[0043] Diese Translationsbewegung kann dazu ein-
gesetzt werden, die für das Biegewerkzeug vorgesehe-
ne Bahn von der Biegeanfangsstellung zur Biegeend-
stellung noch zusätzlich mit Bahnkorrekturen zu verse-
hen.

[0044] Besonders günstig ist jedoch eine Lösung, bei
welcher die Längenvariabilität des Antriebsarms dazu
eingesetzt wird, das Biegewerkzeug zwischen der Bie-
geanfangsstellung und der Ruhestellung hin und her zu
bewegen.

[0045] Hierzu ist es zweckmäßig, daß der Antriebs-
arm über einen Antrieb längenvariabel einstellbar ist.
Ein derartiger Antrieb kann prinzipiell ein separater An-
trieb sein, mit welchem zu jeder Zeit die Länge des An-
triebsarms einstellbar ist. Dies wäre insbesondere dann
von Vorteil, wenn durch die Längeneinstellung auch
noch Bahnkorrekturen bei der Bewegung der Bahn des
Biegewerkzeugs zwischen der Biegeanfangsstellung
und der Biegeendstellung erfolgen sollen.

[0046] Konstruktiv besonders einfach ist es jedoch,
wenn der Antrieb zum Verschwenken des Antriebsarms
auch als Antrieb zum Längeneinstellen des Antriebs-
arms dient, so daß die Längeneinstellung - beispiels-
weise zum Bewegen des Biegewerkzeugs zwischen der
Ruhestellung und der Biegeanfangsstellung - und das
Bewegen des Biegewerkzeugs auf der gewünschten
Bahn durch einen Antrieb realisierbar sind.

[0047] Die Längeneinstellung des Antriebsarms
könnte prinzipiell beispielsweise durch eine Spindelver-
stellung oder jeden anderen Verstellmechanismus er-
folgen. Eine besonders günstige Lösung sieht jedoch
vor, daß der Antriebsarm aufgrund eines Kniehebelme-
chanismus längenvariabel ist.

[0048] Eine Realisierungsform eines derartigen Knie-
hebelmechanismus sieht vor, daß der Antriebsarm ei-
nen sich von dem ersten Ende bis zu einem Mittenge-
lenk erstreckenden Teilarm und einen sich von dem Mit-
tengelenk bis zu dem zweiten Ende erstreckenden Teil-
arm umfaßt.

[0049] Mit einem derartigen Kniehebelmechanismus
ist die Längeneinstellung des Antriebsarms besonders
einfach dann realisierbar, wenn der Kniehebelmecha-
nismus zur Festlegung unterschiedlicher Längen des
Antriebsarms in unterschiedlichen Streckstellungen
festlegbar ist.

[0050] Eine derartige Festlegung unterschiedlicher
Streckstellungen kann im einfachsten Fall durch Blok-
kierung der Bewegung der Teilarme relativ zueinander
oder auch durch eine Blockierung des Mittengelenks in
unterschiedlichen Stellungen erfolgen.

[0051] Um diese Streckstellungen gesteuert festle-
gen zu können, ist vorzugsweise vorgesehen, daß zu
deren Festlegung der Kniehebelmechanismus durch ei-
ne Blockiereinrichtung blockierbar ist, welche vorzugs-
weise entweder auf die Teilarme selbst oder auf das Mit-
tengelenk wirkt.

[0052] Hinsichtlich der Erzeugung der Schwenkbe-
wegungen des Antriebsarms wurden bislang keine nä-
heren Angaben gemacht. Beispielsweise wäre es denk-
bar, den Antriebsarm auf einer Welle anzuordnen und
über diese die Schwenkbewegung desselben einzulei-
ten. Eine besonders günstige Lösung sieht jedoch vor,
daß zum Verschwenken des Antriebsarms ein Schwen-
kantrieb an dem ersten Teilarm des Kniehebelmecha-
nismus angreift.

[0053] Vorzugsweise ist der Schwenkantrieb so aus-
gebildet, daß er an dem Mittengelenk angreift.

[0054] Eine mechanisch besonders günstige Lösung,

bei welcher der Biegewerkzeugträger mit als zweiter Hebel des Kniehebelantriebssystems wirkt, sieht vor, daß der Biegewerkzeugträger mit sich in Richtung des Antriebsarms erstreckenden Armfortsätzen versehen ist, von denen jeder mit dem Biegewerkzeugträger den zweiten Hebel des Kniehebelantriebssystems bildet. Besonders günstig ist es dabei, wenn die Armfortsätze starr mit dem Biegewerkzeugträger verbunden sind und somit jeweils mit diesem eine Einheit bilden.

[0055] Hinsichtlich der Anordnung der Biegewerkzeugbewegungseinrichtung wurden bislang keine näheren Angaben gemacht. So sieht ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel vor, daß die Biegewerkzeugbewegungseinrichtung zumindest teilweise an der Wange angreift, welcher das Biegewerkzeug zugeordnet ist. Ein derartiger Angriff an der Wange, der das Biegewerkzeug zugeordnet ist, hat den Vorteil, daß damit die Möglichkeit besteht, die Führung des Biegewerkzeugs zum Teil mindestens möglichst nahe den Einspannwerkzeugen abzustützen. Erfolgt dies über ein bereits beschriebenes Halteelement, so ist vorzugsweise vorgesehen, daß jedes der Halteelemente an der jeweiligen Wange angreift.

[0056] Eine weitere vorteilhafte Abstützung der Biegewerkzeugbewegungseinrichtung erfolgt vorzugsweise dadurch, daß die Biegewerkzeugträgerantriebseinheit an dem Wangenträger der jeweiligen Wange angeordnet ist und somit ebenfalls in geeigneter Weise raumsparend an dem Maschinengestell positioniert ist.

[0057] Da durch die Verwendung eines Kniehebelmechanismus die Bewegung des Kniegelenks relativ zum ersten Teilarm und auch zum Maschinengestell nicht festlegbar ist, ist vorzugsweise vorgesehen, daß das Kniegelenk bei der Längenveränderung des Antriebsarms längs einer festgelegten Bahn bewegbar ist.

[0058] Dadurch ist die Möglichkeit geschaffen, das Kniegelenk definitiv zu führen und somit auch die Bewegung des Biegewerkzeugs exakt vorzugeben.

[0059] Im einfachsten Fall ist dabei vorgesehen, daß die Bahn geradlinig verläuft.

[0060] Die Realisierung der Führung des Kniegelenks längs einer Bahn läßt sich besonders einfach dadurch erreichen, daß an dem Kniegelenk ein Bahnfolger angeordnet ist, welcher längs einer die Bahn vorgebenden Kulisser verläuft, wobei vorzugsweise die Kulisser am Maschinengestell angeordnet ist.

[0061] Um vorteilhafterweise mittels der Bahn unterschiedliche Positionen des Biegewerkzeugs festlegen zu können, ist vorgesehen, daß die Kulisser in unterschiedliche Positionen relativ zum Maschinengestell verstellbar ist.

[0062] Besonders vorteilhaft läßt sich die Führung des Kniegelenks längs der Bahn dazu einsetzen, die Bewegung zwischen der Ruhestellung und der Biegeanfangsstellung des Biegewerkzeugs festzulegen. Aus diesem Grund ist vorzugsweise vorgesehen, daß der Bahnfolger beim Bewegen des Biegewerkzeugs von der Ruhestellung in die Biegeanfangsstellung längs der

Kulisser bewegbar ist.

[0063] Nach Erreichen der Biegeanfangsstellung ist in einem besonders vorteilhaften Fall eine weitere Führung des Kniegelenks mittels der Kulisser nicht mehr erforderlich, da vorzugsweise die Biegeanfangsstellung dann erreicht ist, wenn der Kniehebelmechanismus in seiner durch die Blockiereinrichtung festlegbaren Streckstellung steht. Aus diesem Grund ist vorzugsweise vorgesehen, daß der Bahnfolger bei den auf die Biegeanfangsstellung folgenden Biegestellungen von der Kulisser abhebt.

[0064] Um insbesondere langgestrecktes Flachmaterial mit einer erfindungsgemäßen Biegemaschine bearbeiten zu können, ist vorzugsweise vorgesehen, daß das Maschinengestell an mindestens einer seiner Querseiten zum Einführen von Flachmaterial in Längsrichtung der Biegekante und zwischen die Oberwange und die Unterwange seitlich offen ausgebildet ist. Eine derartige Ausbildung des Maschinengestells ist insbesondere für von einem Coil abgezogenes Flachmaterial oder für lange, seitlich zuzuführende Flachmaterialteile in einer Fertigungslinie vorteilhaft.

[0065] Für eine derartige seitlich offene Ausbildung des Maschinengestells ist es grundsätzlich ausreichend, wenn eine in Richtung der Einspannebene verlaufende und quer zur Biegekante begrenzte Öffnung vorhanden ist, welche größer ist als eine Erstreckung des zuzuführenden Flachmaterials in dieser Richtung. Besonders günstig ist es jedoch, wenn das Maschinengestell im Bereich der Einspannwerkzeuge zum Einführen von Flachmaterial auch zwischen die Einspannwerkzeuge offen ausgebildet ist, so daß auch Flachmaterial, das quer zur Biegekante eine größere Erstreckung aufweist als beispielsweise der Abstand zwischen einer Führung von Oberwange und Unterwange relativ zueinander und der Biegekante seitlich bereits zwischen die Einspannwerkzeuge eingeführt werden kann.

[0066] Eine derartige Ausbildung des Maschinengestells wäre auch denkbar, wenn das Maschinengestell Seitenständer aufweist, in diesem Fall wäre es lediglich erforderlich, daß die Seitenständer mit entsprechenden Öffnungen versehen sind.

[0067] Besonders günstig ist es jedoch, wenn das Maschinengestell seitenständerfrei ausgebildet ist.

[0068] Eine besonders vorteilhafte Ausbildung des Maschinengestells sieht vor, daß dieses sich im wesentlichen nur zwischen seitlichen Stirnflächen der Oberwange und der Unterwange erstreckt.

[0069] Eine vorteilhafte Art der Ausbildung des Maschinengestells sieht vor, daß das Maschinengestell mindestens zwei in einer Richtung parallel zu der Längsrichtung der Biegekante aufeinanderfolgend verlaufend angeordnete Gestelleinheiten aufweist, welche die Unterwange und die Oberwange relativ zueinander bewegbar halten. Eine derartige Lösung ist insbesondere im Hinblick auf die rationelle Herstellung von Biegemaschinen mit unterschiedlich großer Länge der Oberwangen und der Unterwangen von Vorteil, da die

Zahl der Gestelleinheiten mit der Länge von Unterwange und Oberwange von Biegemaschine zu Biegemaschine variieren kann.

[0070] Vorzugsweise sind dabei zwischen den Gestelleinheiten Zwischenräume angeordnet. Diese Zwischenräume können beispielsweise auch dazu eingesetzt werden, Handhabungsvorrichtungen für das Flachmaterial beim Biegen vorzusehen, die in die Zwischenräume eingreifen und damit in einfacher Weise so ausgebildet sein können, daß sie das Flachmaterial vorteilhaft greifen und zum Biegen positionieren können.

[0071] Hinsichtlich der Ausbildung der Gestelleinheiten selbst ist es günstig, wenn jede Gestelleinheit eine Führung für eine definierte Bewegung der Unterwange und der Oberwange relativ zueinander aufweist, so daß die Führung von Oberwange und Unterwange relativ zueinander jeweils an jeder der Gestelleinheiten erfolgt. Insbesondere läßt sich durch die Vielzahl der Gestelleinheiten auch die Unterwange und die Oberwange konstruktiv vorteilhaft ausbilden, da die Gestelleinheiten jeweils eine Stabilisierung von Unterwange und Oberwange relativ zueinander darstellen, so daß die Stabilität der Unterwange und der Oberwange in Längsrichtung der Biegekante weit weniger groß sein muß, als bei Maschinen, bei welchen sich Unterwange und Oberwange freitragend zwischen Seitengestelleinheiten des Maschinengestells erstrecken.

[0072] Die Führung von Unterwange und Oberwange relativ zueinander kann beliebig ausgebildet sein. Beispielsweise wäre eine Linearführung zum Bewegen der Unterwange und der Oberwange relativ zueinander denkbar.

[0073] Konstruktiv besonders einfach ist es jedoch, wenn die Unterwange und die Oberwange relativ zueinander um eine Schwenkachse verschwenkbar sind.

[0074] Vorzugsweise liegt dabei die Schwenkachse so, daß sie in einem Abstand von den Einspannwerkzeugen auf einer dem Biegewerkzeug gegenüberliegenden Seite desselben angeordnet ist.

[0075] Eine besonders vorteilhafte konstruktive Lösung ergibt sich dann, wenn jede Gestelleinheit einen Unterwangenträger und einen Oberwangenträger aufweist, die durch die Führung relativ zueinander bewegbar sind und jeweils die Unterwange bzw. die Oberwange tragen, so daß die Führung in ausreichend großem Abstand von Unterwange und Oberwange angeordnet werden kann.

[0076] Um aus den einzelnen Gestelleinheiten ein zusammenhängendes Maschinengestell zu bilden, sind diese miteinander zu verbinden, obwohl sie bereits über eine durchgehende Unterwange und eine durchgehende Oberwange eine Verbindung miteinander aufweisen. Vorzugsweise ist daher vorgesehen, daß die Unterwangenträger der Gestelleinheiten starr miteinander verbunden sind, wobei vorzugsweise zusätzlich zur Unterwange noch eine durchgehende starre Verbindung zwischen den Oberwangenträgern der Gestelleinheiten vorgesehen ist.

[0077] Hinsichtlich des Antriebs zur Bewegung von Unterwange und Oberwange relativ zueinander ist es erforderlich, daß mindestens eine der Gestelleinheiten einen Antrieb für eine Relativbewegung der Unterwange und der Oberwange zueinander aufweist. Dieser Antrieb würde prinzipiell ausreichen.

[0078] Besonders günstig ist es jedoch, wenn das Maschinengestell aus einzelnen Modulen aufgebaut ist und insbesondere jede der Gestelleinheiten einen Antrieb für die Relativbewegung der Unterwange und der Oberwange aufweist.

[0079] Hinsichtlich der Zuordnung der Biegewerkzeugträgerantriebseinheiten zu dem Maschinengestell wurden bislang keine näheren Angaben gemacht, so sieht eine vorteilhafte Ausführung vor, daß jeder der Gestelleinheiten eine Biegewerkzeugträgerantriebseinheit für das jeweilige Biegewerkzeug zugeordnet ist.

[0080] Um ausreichend Raum für zwischen der Oberwange und die Unterwange einzulegendes Flachmaterial zu erhalten, ist vorzugsweise vorgesehen, daß die Gestelleinheiten an der Oberwange und der Unterwange auf einer den Einspannwerkzeugen abgewandten Seite angreifen.

[0081] Besonders günstig läßt sich mit einem Maschinengestell aus mindestens zwei derartiger Gestelleinheiten ein seitenständerfrei ausgebildetes Maschinengestell dadurch herstellen, daß die Gestelleinheiten zwischen seitlichen Stirnflächen der Oberwange und der Unterwange angeordnet sind und somit das Maschinengestell zwangsläufig auch im Bereich mindestens einer Querseite offen ist, um von dieser her Flachmaterial zwischen die Oberwange und die Unterwange einzuschieben.

[0082] Besonders günstig für eine einfache Biegekinnematik ist es, wenn das Biegewerkzeug eine Biegeanase mit einer gewölbten Druckfläche zum Beaufschlagen einer Seite des Flachmaterials aufweist.

[0083] Ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel sieht vor, daß das Biegewerkzeug durch die Biegewerkzeugbewegungseinrichtung zwischen einer Biegeanfangsstellung und einer Biegeendstellung auf einer Bahn um die jeweilige Biegekante bewegbar ist, welche definiert derart vorgegeben ist, daß sich die gewölbte Druckfläche und die beaufschlagte Seite des Flachmaterials relativ zueinander in Form eines im wesentlichen gleitfreien Abwälzens aufeinander bewegen.

[0084] Der Vorteil dieser Lösung ist darin zu sehen, daß durch das Verwenden einer gewölbten Druckfläche und das Abwälzen der gewölbten Druckfläche auf der beaufschlagten Seite des Flachmaterials einerseits flachmaterialschonende Biegeoperationen bei technisch einfach ausführbaren Bewegungen des Biegewerkzeugs realisierbar sind.

[0085] Der Vorteil dieser Lösung ist außerdem darin zu sehen, daß im wesentlichen kein relatives Gleiten des Biegewerkzeugs zum Flachmaterial erfolgt, wobei die hierzu erforderliche Bewegung des Biegewerkzeugs konstruktiv einfach realisierbar ist.

[0086] Prinzipiell wäre es denkbar, das Biegewerkzeug beispielsweise mittels numerischer Wegsteuerungen auf der für die erfindungsgemäße Lösung vorgesehenen Bahn zu bewegen. Eine derartige Lösung hat jedoch den Nachteil, daß große Kräfte zum Bewegen des Biegewerkzeugs erzeugt und exakt gesteuert werden müssen.

[0087] Aus diesem Grund ist vorzugsweise vorgesehen, daß die Bahn des Biegewerkzeugs durch eine mechanische Bahnführung definiert vorgegeben ist, so daß keine präzise Bahnsteuerung des Biegewerkzeugs unter Zuhilfenahme großer Kräfte notwendig ist, sondern lediglich ein Antrieb des Biegewerkzeugs dergestalt, daß es der Bahnführung folgt.

[0088] Die Bahnführung kann in unterschiedlichster Art realisiert sein. Beispielsweise wäre es denkbar, hierzu eine Kulissenbahn zu schaffen, der ein Bahnfolger folgt. Eine derartige Kulissenbahn ist einerseits aufwendig herzustellen und andererseits mit erheblicher Baugröße verbunden.

[0089] Aus diesem Grund sieht ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel vor, daß die Bahn des Biegewerkzeugs durch mindestens eine Schwenkbewegung vorgegeben ist. Eine Schwenkbewegung hat den großen Vorteil, daß sich diese in einfacher Weise auch für große Kräfte geeignet realisieren läßt und insbesondere in einfacher Art und Weise ohne großen mechanischen Aufwand mit geringeren Verschleißerscheinungen behaftet ist, als eine Führung mittels einer Kulissenbahn.

[0090] Besonders günstig läßt sich die erfindungsgemäße Bahn dann realisieren, wenn die Bahn des Biegewerkzeugs durch Überlagerung mindestens zweier Schwenkbewegungen vorgegeben ist, wobei hinsichtlich des Vorteils der Schwenkbewegungen gegenüber Kulissenführungen auf die vorstehenden Ausführungen Bezug genommen wird.

[0091] Hinsichtlich der Ausbildung und Ausrichtung der Biegenase wurden bislang keine näheren Angaben gemacht.

[0092] So sieht ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel vor, daß die Biegenase mit einer Biegenasenspitze in allen Biegestellungen mindestens einem der Einspannwerkzeuge zugewandt steht, wobei bei einer derartigen Ausrichtung der Biegenase lediglich einfache Bewegungen derselben erforderlich sind, um in erfindungsgemäßer Weise das Flachmaterial zu biegen.

[0093] Die Art, wie sich die gewölbte Druckfläche und die vom Werkzeug beaufschlagte Seite des Flachmaterials relativ zueinander bewegen sollen wurde im Zusammenhang mit der bisherigen Erläuterung der Erfindung nicht im einzelnen spezifiziert. So wäre es beispielsweise denkbar, das Abwälzen so zu gestalten, daß eine Kontaktlinie zwischen der Druckfläche und der beaufschlagten Seite des Flachmaterials von der Biegekannte weg wandert.

[0094] Besonders günstig läßt sich die Bewegung der erfindungsgemäßen Biegenase dann realisieren, wenn sich beim Durchlaufen der Biegestellungen von der Bie-

geanfangsstellung zur Biegeendstellung eine Kontaktlinie zwischen der Druckfläche und der beaufschlagten Seite des Flachmaterials auf der beaufschlagten Seite des Flachmaterials in Richtung der Biegekannte bewegt. Diese Lösung hat den großen Vorteil, daß bezogen auf die Einspannwerkzeuge kein Verschwenken der Biegenase selbst um große Schwenkwinkel erforderlich ist, um die erfindungsgemäße Bedingung des im wesentlichen gleitfreien Abwälzens auf der beaufschlagten Seite des Flachmaterials zu erfüllen.

[0095] Hinsichtlich der Ausbildung der Druckfläche selbst wurden bislang im einzelnen keine näheren Angaben gemacht. So sieht ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel vor, daß die Druckfläche eine in der Biegeanfangsstellung dem jeweiligen Einspannwerkzeug nächstliegende Scheitellinie aufweist und sich ausgehend von dieser Scheitellinie von dem Einspannwerkzeug weg erstreckt. Eine derartige Ausbildung der Druckfläche der Biegenase äußert sich ebenfalls in einer einfachen Möglichkeit, das Biegen von Flachmaterial mit möglichst einfachen Bewegungen des Biegewerkzeugs präzise durchführen zu können.

[0096] Eine besonders vorteilhafte Ausbildung der Druckfläche sieht vor, daß diese eine dem Biegewerkzeugträger abgewandt liegende vordere Teildruckfläche aufweist, die von der Scheitellinie weg verläuft. Eine derartige Art der Druckfläche eignet sich insbesondere für das Durchführen von Biegungen des Flachmaterials um Winkel von bis zu 90°. Noch vorteilhafter ist es, wenn die Druckfläche eine dem Biegewerkzeugträger zugewandte hintere Teildruckfläche aufweist, die der vorderen Teildruckfläche gegenüberliegend von der Scheitellinie weg verläuft. Eine derartige Ausbildung der Druckfläche hat den Vorteil, daß sich insbesondere auch große Biegewinkel, insbesondere Biegewinkel von mehr als 90°, unter einfacher Bewegung des Biegewerkzeugs realisieren lassen.

[0097] Vorzugsweise ist im Rahmen der erfindungsgemäßen Lösung vorgesehen, daß in der Biegeanfangsstellung die Kontaktlinie zwischen der Druckfläche und der beaufschlagten Seite des Flachmaterials im Bereich der vorderen Teildruckfläche liegt und sich beim Biegen in Richtung der Scheitellinie bewegt.

[0098] Besonders günstig ist es dabei, wenn die Biegenase in eine derartige Biegeendstellung bewegbar ist, in welcher die Kontaktlinie im Bereich der hinteren Teildruckfläche liegt, so daß eine möglichst große Druckfläche beim Biegevorgang einsetzbar ist und insbesondere mit einer einfachen Bewegungskinetik ein Biegen des Flachmaterials um mehr als 90° bewegbar ist.

[0099] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung sowie der zeichnerischen Darstellung einiger Ausführungsbeispiele:

[0100] In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer erfin-

- dungsgemäßen Biegemaschine;
- Fig. 2 eine Darstellung einer Gestelleinheit, teilweise geschnitten in einer senkrecht zur Biegekante verlaufenden Ebene bei gespanntem Flachmaterial;
- Fig. 3 eine Darstellung ähnlich Fig. 2 bei auseinanderbewegten Einspannwerkzeugen;
- Fig. 4 eine Vorderansicht in Richtung des Pfeils X in Fig. 2;
- Fig. 5 eine vergrößerte ausschnittsweise Darstellung von Unterwange, Oberwange, Biege-
werkzeug, Biegewerkzeugträger und Biege-
werkzeugbewegungseinrichtung bei in Ru-
hestellung stehendem Biegewerkzeug;
- Fig. 6 eine Darstellung ähnlich Fig. 5 bei in einer
Biegeanfangsstellung stehendem Biege-
werkzeug;
- Fig. 7 eine Darstellung ähnlich Fig. 5 bei in einer auf
die Biegeanfangsstellung folgenden Biege-
stellung befindlichem Biegewerkzeug;
- Fig. 8 eine Darstellung ähnlich Fig. 5 bei in Biege-
endstellung stehendem Biegewerkzeug;
- Fig. 9 eine vergrößerte ausschnittsweise Darstel-
lung einzelner Biegestellungen bei einem er-
sten Abstand von der Biegekante;
- Fig. 10 eine Darstellung der Biegewerkzeugbewe-
gungseinrichtung ähnlich Fig. 6 der Biegean-
fangsstellung bei dem ersten Abstand von
der wirksamen Biegekante gemäß Fig. 9;
- Fig. 11 eine Darstellung ähnlich Fig. 10 bei einem
zweiten Abstand von der wirksamen Biege-
kante; und
- Fig. 12 eine Darstellung einzelner Biegestellungen
bei dem zweiten Abstand von der wirksamen
Biegekante gemäß Fig. 11.

[0101] Ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsge-
mäßigen Biegemaschine, dargestellt in Fig. 1 bis 3, um-
faßt ein als Ganzes mit 10 bezeichnetes Maschinenge-
stell, welches eine Vielzahl von Gestelleinheiten 12a bis
12c aufweist, die in einer Längsrichtung 14 aufeinander-
folgend so angeordnet sind, daß zwischen den einzel-
nen Gestelleinheiten 12a und 12b sowie 12b und 12c
jeweils Zwischenräume 16a, 16b verbleiben.

[0102] Die Gestelleinheiten 12 sind fest miteinander
verbunden, beispielsweise durch auf einer Grundfläche
16 für die Biegemaschine aufliegende und sich in der

Längsrichtung 14 erstreckende Längsträger 18a, b, auf
welchen die einzelnen Gestelleinheiten sitzen und wel-
che sich auch über die Zwischenräume 16 hinweg-
strecken.

[0103] Jede der Gestelleinheiten 12 umfaßt, wie in
Fig. 1 bis 3 erkennbar, einen Unterwangenträger 20,
welcher auf den Längsträgern 18 ruht und sich über die-
sen mit einem Unterwangenträgerkörper 22 erhebt, an
welchem eine sich in der Längsrichtung 14 über alle Ge-
stelleinheiten 12 erstreckende Unterwange 24 gehalten
ist, die ihrerseits ein unteres Einspannwerkzeug 26
trägt.

[0104] Der Unterwangenkörper 22 ist dabei so aufge-
baut, daß dieser zwischen der Unterwange 24 und dem
vorderen Längsträger 18a eine Frontwand 28 aufweist,
die in Richtung einer dieser gegenüberliegenden Rück-
wand 30 zurückspringend ausgebildet ist und so zwisch-
en der Unterwange 24 und dem vorderen Längsträ-
ger 18a einen frei zugänglichen Frontraum 32 schafft.
Vorzugsweise weist die Frontwand 28 einen unteren
Bereich 34 auf, der gegenüber einem Bodenteil 36 des
Unterwangenträgerkörpers 22 um einen Winkel von we-
niger als 90° geneigt ist und sich somit ausgehend von
dem vorderen Längsträger 18a in Richtung der Rück-
wand 30 verlaufend erhebt und dann in einen oberen
Bereich 38 übergeht, in welchem die Frontwand 28 wie-
derum von der Rückwand 30 weg in Richtung der Un-
terwange 24 verläuft, bis zu einem die Unterwange 24
aufnehmenden Ausschnitt 40 des Unterwangenträger-
körpers 22. Vorzugsweise ist der Unterwangenträger-
körper 22 noch mit einem Oberteil 42 versehen, welches
eine Auflage 44 für zu biegendes Flachmaterial 46 trägt.

[0105] Ferner ist der Unterwangenträger 20 noch mit
zwei im Abstand voneinander angeordneten Seiten-
wänden 48 und 50 versehen, die über die Rückwand 30
und vorzugsweise auch das Oberteil 42 überstehen und
in einem überstehenden Bereich 52 ein Schwenklager
54 tragen, mit welchem ein Oberwangenträger 60
schwenkbar gegenüber dem Unterwangenträger 20 ge-
lagert ist.

[0106] Der Oberwangenträger 60 umfaßt einen Ober-
wangenträgerkörper 62, welcher seinerseits eine Ober-
wange 64 mit einem oberen Einspannwerkzeug 66
trägt, wobei die Oberwange 64 mit dem oberen Ein-
spannwerkzeug 66 auf einer der Unterwange 24 mit
dem unteren Einspannwerkzeug 26 gegenüberliegen-
den Seite eines Werkstückaufnahme-raums 70 liegt, in
welchem das Flachmaterial 46 positionierbar ist, um
dieses zwischen dem oberen Einspannwerkzeug 66
und dem unteren Einspannwerkzeug 26 zum Biegen
einzuspannen.

[0107] Der Oberwangenträgerkörper 62 ist dabei vor-
zugsweise so ausgebildet, daß er ein Unterteil 72 auf-
weist, welches sich auf einer dem Oberteil 42 des Un-
terwangenträgerkörpers 22 gegenüberliegenden Seite
des Werkstückaufnahme-raums 70 erstreckt, und eine
Frontwand 74, welche sich in einem spitzen Winkel zum
Unterteil 72 verlaufend über diesem erhebt und bis zu

einer Rückwand 76 verläuft, welche das Unterteil 72 mit der Frontwand 74 verbindet.

[0108] Ferner umfaßt der Oberwangenträgerkörper 62 noch einander gegenüberliegende Seitenwände 78, 80, welche sich über den Oberwangenträgerkörper 62 hinaus erstrecken, dabei zwischen den Seitenwänden 48, 50 in ihrem über den Unterwangenträgerkörper 22 hinausgehenden Bereich verlaufen und an dem Schwenklager 54 angreifen, um damit den gesamten Oberwangenträgerkörper 62 um eine Schwenkachse 82 des Schwenklagers 54 gegenüber dem Unterwangenträgerkörper 22 schwenkbar zu lagern.

[0109] Vorzugsweise erstrecken sich die Seitenwände 78 und 80 mit unteren Bereichen 84 in Richtung des hinteren Längsträgers 18b und halten ein Lager 86, an welchem ein Antrieb 90 angreift, der seinerseits mittels eines Lagers 92 in dem Unterwangenträgerkörper 22 gelagert ist und beispielsweise mittels einer Antriebsstange 88 auf das Lager 86 wirkt.

[0110] Der Antrieb 90 dient dabei dazu, den Oberwangenträgerkörper 62 relativ zum Unterwangenträgerkörper 22 um die Schwenkachse 82 zu verschwenken und somit die Oberwange 64 mit dem oberen Einspannwerkzeug 66 von der Unterwange 24 mit dem unteren Einspannwerkzeug 26 weg zu bewegen, um die Einspannung des Flachmaterials 46 zu lösen und dieses oder weiteres Flachmaterial nachfolgend wieder zwischen den Einspannwerkzeugen 26, 66 einzuspannen.

[0111] Vorzugsweise ist dabei der Antrieb 90 als Betätigungszyylinder ausgebildet, welcher entweder hydraulisch oder pneumatisch betätigbar ist.

[0112] Wie in Fig. 1 und 4 dargestellt, erstrecken sich sowohl die Unterwange 24 als auch die Oberwange 64 in der Längsrichtung 14 über die gesamte Länge der Biegemaschine in dieser Richtung und dabei vorzugsweise jeweils über die äußeren Gestelleinheiten 12a und 12c hinaus, so daß sämtliche Gestelleinheiten 12a, 12b und 12c innerhalb seitlicher Stirnflächen 94 der Unterwange 24 und 96 der Oberwange 64 liegen, und der Werkstückaufnahme- und -abgabe- und auch direkt zwischen die Einspannwerkzeuge 26, 66, beispielsweise mit einem frontseitig überstehenden und umzubiegenden Abschnitt 102 zuführbar ist.

[0113] Zum Biegen des umzubiegenden Abschnitts 102 des Flachmaterials 46 erfolgt ein Einspannen desselben zwischen die Einspannwerkzeuge 26, 66, wobei jedes der Einspannwerkzeuge 26, 66 eine sich parallel zur Längsrichtung 14 erstreckende Biegekante 104 bzw. 106 festlegt, um welche dann, wenn diese wirksam ist, der umzubiegende Abschnitt 102 des Flachmateri-

als 46 umbiegbar ist.

[0114] Ein Umbiegen des umzubiegenden Abschnitts 102 erfolgt, wie in Fig. 2 dargestellt, beispielsweise mittels eines unteren Biegewerkzeugs 110, welches an einem unteren Biegewerkzeugträger 112 gehalten ist, wobei sich das untere Biegewerkzeug 110 in der Längsrichtung 14 erstreckt und der untere Biegewerkzeugträger 112 sich vorzugsweise in Längsrichtung 14 über die gesamte Länge der Unterwange 24 erstreckt.

[0115] Zum Biegen ist dabei das untere Biegewerkzeug 110, ausgehend von einer in Fig. 5 dargestellten Ruhestellung, in welcher das Biegewerkzeug 110 in einer gegenüber der Biegekante 104 des unteren Einspannwerkzeugs 26 zurückgezogenen Ruhestellung steht, in Richtung einer Einspannebene 114 für das Flachmaterial 46 zunächst in eine in Fig. 6 dargestellte Biegeanfangsstellung bewegbar, in welcher das Biegewerkzeug 110 an einer Unterseite 116 des Flachmaterials 46 anliegt und dann weiter in in Fig. 7 und Fig. 8 dargestellte Biegestellungen bewegbar, wodurch ein Umbiegen um die wirksame Biegekante 106 des oberen Einspannwerkzeugs bis zu der in Fig. 8 beispielhaft dargestellten Biegeendstellung erfolgt.

[0116] Zur Bewegung des unteren Biegewerkzeugs 110 ist eine als Ganzes mit 120 bezeichnete Biegewerkzeugbewegungseinrichtung vorgesehen. Die Biegewerkzeugbewegungseinrichtung umfaßt, wie in Fig. 1 bis 8 dargestellt, eine Vielzahl von in der Längsrichtung 14 im Abstand voneinander angeordneten Haltelenkern 122, die im Bereich eines ersten Endes 124 mittels eines Schwenklagers 126 an der Unterwange schwenkbar gelagert sind und im Bereich eines zweiten Endes 128 mittels eines Schwenklagers 130 in einem nahe dem Biegewerkzeug 110 liegenden Bereich 132 des unteren Biegewerkzeugträgers 112.

[0117] Vorzugsweise liegt das erste Ende 124 jedes der Haltelenker 122 in einer Ausnehmung 134 der Unterwange 24 so, daß der Haltelenker 122 zumindest mit seinem zweiten Ende 128 über die Ausnehmung 134 übersteht und in eine Ausnehmung 136 in dem Bereich 132 des Biegewerkzeugträgers 112 eingreift, wobei das zweite Ende 128 lagernde Schwenklager 130 vorzugsweise ebenfalls in der Ausnehmung 136 angeordnet ist.

[0118] Damit liegt der Haltelenker 122 jeweils mit seinen Enden 124 und 128 in den Ausnehmungen 134 bzw. 136 der Unterwange 24 bzw. des Biegewerkzeugträgers 112 und der Haltelenker 122 erstreckt sich mit einem mittigen, zwischen den Enden 124 und 128 liegenden Bereich 138 über einen Zwischenraum 140 zwischen der Unterwange 24 und dem unteren Biegewerkzeugträger 112.

[0119] Durch die Schwenklager 126 und 130 wird ein durch eine Schwenkachse 142 des Schwenklagers 130 definierter Angriffspunkt des jeweiligen Haltelenkers 122 an dem Biegewerkzeugträger 112 auf einer Bahn 144 um eine Schwenkachse 146 des Schwenklagers 126 herumgeführt, wobei die Bahn 144 eine Kreisbahn bezüglich einem maschinengestellfesten Mittelpunkt

darstellt.

[0120] Vorzugsweise sind die Haltelenker 122 über die gesamte Länge des Biegewerkzeugträgers 112 verteilt in konstanten Abständen voneinander angeordnet und lagern diesen beweglich gegenüber der Unterwan- 5 ge 24, wobei die Vielzahl von Haltelenkern 122 dem Biegewerkzeugträger 112 in dem Bereich 132 aufgrund der vielfachen Abstützung gegenüber der Unterwan- 10 ge 24 eine verbesserte Durchbiegesteifigkeit gegen ein Durchbiegen des Biegewerkzeugträgers 112 mit teilwei- 15 ser Vergrößerung des Zwischenraums 140 darstellt, so daß dadurch der gesamte Biegewerkzeugträger 112 unter Aufrechterhaltung eines konstanten Zwischenraums 140 zwischen diesem und der Unterwan- 20 ge 24 gehalten wird und somit die Unterwan- 25 ge 24 aufgrund ihrer eigenen Biegesteifigkeit gegen ein Durchbiegen den Biegewerkzeugträger 112 eben- falls stabilisiert.

[0121] Vorzugsweise beträgt der Abstand zwischen aufeinanderfolgenden Haltelenkern 122 in Längsrich- 20 tung 14 weniger als 50cm.

[0122] Zum Bewegen des Biegewerkzeugträgers 112 umfaßt die Biegewerkzeugbewegungseinrichtung 120 noch außerdem mehrere Biegewerkzeugträgeran- 25 triebseinheiten 150, wobei vorzugsweise jeweils eine Biegewerkzeugträgerantriebseinheit 150 einer der Ge- stelleinheiten 12 zugeordnet ist.

[0123] Jede Biegewerkzeugträgerantriebseinheit 150 umfaßt, wie in Fig. 6 bis 8 dargestellt, ein Kniehebelan- 30 triebssystem 152, das seinerseits durch einen ersten Hebel bildenden Antriebsarm 154 und einen mit diesem über ein Kniegelenk 156 verbundenen einen zweiten Hebel bildenden Arm 158 gebildet ist.

[0124] Der Antriebsarm 154 ist seinerseits in einem ersten Lagerbereich 160 über ein Schwenklager 162 um 35 eine Achse 164 schwenkbar gegenüber dem Unterwan- genträgerkörper 22 gelagert, wobei das Schwenklager 162 an dem Unterwangenträgerkörper 22 angreift, so daß die Schwenkachse 164 feststehend gegenüber dem Unterwangenträgerkörper 22 und somit gegenüber 40 dem Maschinengestell angeordnet ist.

[0125] Ferner ist der Antriebsarm 154 in einem zwei- 45 ten Lagerbereich 166 über das Kniegelenk 156 schwenkbar mit dem Arm 158 verbunden, welcher sich von dem Kniegelenk 156 bis zur Schwenkachse 142 des Schwenklagers 130 erstreckt. Der Arm 158 wird da- bei teilweise durch einen sich von der Schwenkachse 142 in Richtung des Kniegelenks 156 erstreckenden 50 Abschnitt 168 des unteren Biegewerkzeugträgers 112 gebildet und einen sich an diesen Abschnitt 168 an- schließenden Armfortsatz 170.

[0126] Durch den Antriebsarm 154 ist der durch das Kniegelenk 156 definierte Angriffspunkt am Arm 158 auf einer Kreisbahn 172 um die Achse 164 bewegbar und 55 dadurch eine Bewegung des unteren Biegewerkzeugs 110 festlegbar, welche außerdem auch durch die Bahn 144 des Angriffspunkts 142 der Haltelenker 122 am Bie- gewerkzeugträger 112 und der Hebellänge zwischen

dem Kniegelenk 156 und dem Angriffspunkt 142 sowie dem Abstand des Biegewerkzeugs 110 von dem An- griffspunkt 142 festgelegt ist.

[0127] Ferner ist der Antriebsarm 154 durch Variation eines Abstandes zwischen dem Schwenklager 162 und dem Kniegelenk 156 längenvariabel ausgebildet, und zwar durch einen Kniehebelmechanismus 182, welcher durch einen sich vom ersten Lagerbereich 160 bis zu einem Mittengelenk 184 des Antriebsarms 154 erstrek- 10 kenden ersten Teilarm 186 gebildet ist, und einen sich vom Mittengelenk 184 bis zum Kniegelenk 156 des Kniehebelantriebssystems 152 erstreckenden zweiten 15 Teilarm 188.

[0128] Zum Antrieb des Antriebsarms 154 greift an dem Mittengelenk 184 desselben ein Schwenkantrieb 190 an, welcher beispielsweise als Stellzylinder 192 20 ausgebildet ist und über eine Betätigungsstange 194 auf das Mittengelenk 184 wirkt, wobei die Betätigungs- stange vorzugsweise ebenfalls gelenkig am Mittenge- lenk 184 angreift.

[0129] Zusätzlich ist das Kniegelenk 156 mit einem Bahnfolger 196 in Form einer Rolle versehen, welcher in allen Kniegelenkstellungen des Kniehebelmechanis- 25 mus 182 bis zum Erreichen einer Streckstellung an ei- ner als Ganzes mit 198 bezeichneten Kulissenbahn an- legbar ist, wobei die Kulissenbahn 198 durch eine Lauf- schiene gebildet ist, gegen welche der als Rolle ausge- bildete Bahnfolger 196 anlegbar und längs einer Ober- 30 fläche 200, vorzugsweise als Ebene ausgebildet, in Längsrichtung 202 der Kulissenbahn 198 bewegbar ist. Die Kulissenbahn 198 ist ihrerseits wieder an einem der Frontwand 28 des Unterwangenträgerkörpers 22 zuge- wandten Ende über ein Gelenk 204 schwenkbar an dem Unterwangenträgerkörper 22 gelagert und andererseits 35 über einen Einstellantrieb 206 in Richtung des Bahnfol- gers 196 oder von diesem weg verstellbar, so daß je nach Einstellung der Kulissenbahn 198 der Bahnfolger 196 in unterschiedlichen Stellungen des Kniehebelan- triebssystems 152 an der Kulissenbahn 198 zur Anlage 40 kommt, wenn von einer definierten Längeneinstellung des Antriebsarms 154 ausgegangen wird.

[0130] Ferner ist zur Längeneinstellung des Antriebs- arms 154 eine als Ganzes mit 208 bezeichnete Blok- 45 kiereinrichtung vorgesehen, welche in der Lage ist, den zur Längeneinstellung des Antriebsarms 154 vorgese- henen Kniehebelmechanismus 182 in unterschiedli- chen Streckstellungen zu blockieren.

[0131] Vorzugsweise umfaßt die Blockiereinrichtung 208 einen Blockierhebel 210, welcher um die Schwenk- 50 achse 164 relativ zum ersten Teilarm 186 verschwenk- bar an diesem gelagert ist. Der Blockierarm 210 umfaßt ferner einen sich in Richtung des ersten Teilarms 186 und über diesen und das Mittengelenk 184 hinaus er- streckenden Blockierfinger 212, welcher an dem zwei- 55 ten Teilarm 188 anlegbar ist.

[0132] Ferner umfaßt der Blockierarm 210 einen sich auf einer dem Blockierfinger 212 entgegengesetzten Seite über die Schwenkachse 164 hinauserstreckenden

Antriebsarm 214, der seinerseits mit einem Stellantrieb 216 verbunden ist, wobei der Stellantrieb 216 auf einen Tragarm 218 wirkt, der einstückig mit dem ersten Teilarm 186 verbunden ist, sich jedoch in entgegengesetzter Richtung zum ersten Teilarm über das Schwenklager 162 hinauserstreckt und parallel zum Antriebsarm 214 des Blockierarms 210 verläuft. Der Stellantrieb 216 dient dazu, den Blockierfinger 212 relativ zum ersten Teilarm 186 in unterschiedliche Stellungen zu verschwenken, so daß der Blockierfinger 212 in unterschiedlichen Streckstellungen des zweiten Teilarms 188 relativ zum ersten Teilarm 186 an dem zweiten Teilarm 188 zur Anlage kommt und eine über diese Streckstellung hinausgehende Streckstellung des zweiten Teilarms 188 relativ zum ersten Teilarm 186 blockiert.

[0133] In einer ersten Streckstellung, beispielsweise dargestellt in den Figuren 6 bis 8, verläuft eine Verbindungslinie 220 zwischen dem Schwenklager 162 und dem Mittengelenk 184 in einem Winkel von weniger als 180° zu einer Verbindungslinie 222 zwischen dem Mittengelenk 184 und dem Kniegelenk 156, so daß der Antriebsarm 154 eine durch den Abstand zwischen dem Schwenklager 162 und dem Kniegelenk 156 definierte Länge aufweist, die kleiner ist als die maximale durch den Kniehebelmechanismus 182 einstellbare Länge, welche dann gegeben ist, wenn die Verbindungslinie 220 zwischen dem Schwenklager 162 und dem Mittengelenk 184 mit der Verbindungslinie 222 zwischen dem Mittengelenk 184 und dem Kniegelenk 156 fluchtet.

[0134] Diese zweite Streckstellung ist beispielsweise in Fig. 2 dargestellt.

[0135] Die Blockiereinrichtung 208 des Kniehebelmechanismus 182 ist ferner so angeordnet, daß die Stellung der Blockiereinrichtung 208 ein Einknicken des Kniehebelmechanismus in eine Knickstellung beim Bewegen des Mittengelenks 184 in Richtung des Schwenkantriebs 190 nicht verhindert, so daß beim Bewegen des Mittengelenks 184 in Richtung des Schwenkantriebs 190 eine in Fig. 5 dargestellte minimale Länge des Antriebsarms 154 erreichbar ist.

[0136] Bei der in Fig. 5 dargestellten minimalen Länge des Antriebsarms, bei welcher die Verbindungslinien 220 und 222 einen Winkel von vorzugsweise kleiner 90° miteinander einschließen, steht das untere Biegewerkzeug 110 in seiner maximal zurückgezogenen oder Ruhestellung, in welcher das Biegewerkzeug 110 vorzugsweise in einer hierfür vorgesehenen Vertiefung 224 liegt, welche für die Aufnahme des Biegewerkzeugs 110 in der Ruhestellung in der Unterwange 24 vorgesehen ist. In der Ruhestellung sind gleichzeitig die Haltelenker 122 in einer gegenüber der Unterwange 24 und auch dem Biegewerkzeugträger 112 stark geneigten Stellung, so daß der untere Biegewerkzeugträger 112 mit seinem sich über die Unterwange 24 erstreckenden Bereich möglichst nahe derselben liegt. Ferner ist in der Ruhestellung das Kniegelenk 156 über den Bahnfolger 196 auf der Kulissenbahn 198 abgestützt, wobei durch die Abstützung des Bahnfolgers 196 auf der Kulissen-

bahn 198 das Einknicken des Kniegelenkmechanismus 182 durch Verschwenken des ersten Teilarms 186, insbesondere durch Zug am Mittengelenk 184 aufgrund keiner Stabilisierung des Kniehebelmechanismus 182 gegen ein derartiges Einknicken erfolgt.

[0137] Wird nun ausgehend von der in Fig. 5 dargestellten Ruhestellung durch den Schwenkantrieb 190 durch Verschwenken des ersten Teilarms 186 um die Schwenkachse 164 der Kniehebelmechanismus 182 in Richtung seiner gestreckten Stellung bewegt, so wandert der Bahnfolger 196 entlang der Kulissenbahn 198 unter Streckung des Kniehebelmechanismus 182 in Richtung der Unterwange 24, wobei der Bahnfolger 196 dadurch in Anlage an der Kulissenbahn 198 gehalten wird, daß zusätzlich ein Kraftspeicher 230, vorzugsweise ein federelastisches Element, an dem Arm 158 angreift und diesen vorzugsweise im Bereich des Armfortsatzes 170 derart beaufschlagt, daß der Bahnfolger 196 an der Kulissenbahn 198 so lange in Anlage gehalten wird, so lange der Kniehebelmechanismus 182 seine Streckstellung noch nicht erreicht hat. Hierdurch wandert, wie in Fig. 6 dargestellt, das Biegewerkzeug 110 aus der Vertiefung 224 heraus in Richtung der Einspannebene 114 und kommt dabei, wie in Fig. 6 dargestellt, an dem in der Einspannebene 114 liegenden und durch die Einspannwerkzeuge 26, 66 fixierten Flachmaterial 46 zur Anlage, wobei die Biegeanfangsstellung dann erreicht ist, wenn das Biegewerkzeug 110 die Unterseite 116 des Flachmaterials 46 berührt.

[0138] Die Kulissenbahn 198 wird vorzugsweise durch den Stellantrieb 206 so eingestellt, daß in der Biegeanfangsstellung der Bahnfolger 196 noch auf der Kulissenbahn 198 aufliegt, außerdem aber in der Biegeanfangsstellung die durch die Blockiereinrichtung 208 vorgegebene Streckstellung des Kniehebelmechanismus 182 erreicht ist, so daß der Antriebsarm 154 die für die Biegeoperation und somit die Bahn des Biegewerkzeugs vorgesehene maximale Länge aufweist.

[0139] Durch das Blockieren des Kniehebelmechanismus 182 in der durch die Blockiereinrichtung 208 vorgegebenen Streckstellung führt ein weiteres Bewegen des ersten Teilarms 186 in der Schwenkrichtung 226 zu einem Verschwenken des Antriebsarms 154 in Schwenkrichtung 226 insgesamt, wodurch dann nach Erreichen der Biegeanfangsstellung des Biegewerkzeugs 110 auch der Bahnfolger 196 von der Kulissenbahn 198 abhebt und sich entsprechend der Bahn 172 des Kniegelenks 156 bewegt und zwar gegen die Wirkung des Kraftspeichers 230. Dadurch bewegt sich das Biegewerkzeug 110 in die nachfolgenden Biegestellungen und wirkt gegen die Unterseite 116 des Flachmaterials 46 in der Weise, daß dies in einer ersten Biegerichtung 232 aus der Einspannebene 114 heraus nach oben, das heißt in Richtung der Oberwange 64 gebogen wird.

[0140] Das Biegen des Flachmaterials 46 kann dabei, wie in Fig. 8 dargestellt, so lange erfolgen, bis das Flachmaterial 46, wie in Fig. 8 dargestellt, auf einer in einem

spitzen Winkel zur Einspannebene 114 verlaufenden schrägen Frontfläche 234 des oberen Einspannwerkzeugs 66 anliegt.

[0141] Beim Überführen des Biegewerkzeugs 110 von der Ruhestellung in die Biegeanfangsstellung durch Überführen des Kniehebelmechanismus 182 von der eingeknickten Stellung in die Streckstellung werden gleichzeitig die Haltelenker 122 von ihrer zurückgeschwenkten Stellung, in welcher die Schwenkachse 142 den größten Abstand von dem unteren Einspannwerkzeug 26 aufweist, in ihre vorgeschwenkte Stellung längs der Bahn 144 bewegt, wobei in der vorgeschwenkten Stellung die Schwenkachse 142 nahe des unteren Einspannwerkzeugs 26 liegt. Nach Erreichen der Biegeanfangsstellung erfolgt nur noch eine im wesentlichen geringfügige weitere Bewegung der Haltelenker 122 in Richtung des unteren Einspannwerkzeugs 26 so lange, bis das Kniehebelantriebssystem 152 seine maximale Streckstellung erreicht hat und nachfolgend noch wieder eine geringfügige Bewegung zurück nach Verlassen der maximalen Streckstellung des Kniehebelantriebssystems 152. Im wesentlichen erfolgt jedoch nach Erreichen der Biegeanfangsstellung, dargestellt in Fig. 6, aufgrund des Bewegens des Kniegelenks 156 auf der Bahn 172 ein Schwenken des Biegewerkzeugträgers 112 um die Schwenkachse 142, so daß das im Abstand von der Schwenkachse 142 auf einer dem Kniegelenk 156 gegenüberliegenden Seite derselben angeordnete Biegewerkzeug 110 ebenfalls in eine entsprechende Bewegung auf einer Kreisbahn um die allerdings nicht maschinengestellfest angeordnete Schwenkachse 142 zum Erreichen der weiteren Biegestellungen durchführt.

[0142] Das Durchführen einer Biegeoperation ist nochmals im einzelnen in Fig. 9 erläutert. Wie in Fig. 9 dargestellt, weist das Biegewerkzeug 110 einen Hals 240 auf, welcher sich an den Biegewerkzeugträger 112 anschließt. Der Hals 240 trägt seinerseits eine Biegenase 242, welche zur eigentlichen Durchführung der Biegeoperation dient. Die Biegenase 242 erstreckt sich ausgehend von dem Hals 240 so in Richtung der Einspannwerkzeuge 26, 66, daß eine Biegenasenspitze 244 stets mindestens einem der Einspannwerkzeuge 26, 66 zugewandt ist und sich ausgehend von der Biegenasenspitze die Biegenase 242 von dem jeweiligen Einspannwerkzeug 26 und/oder 66 wegerstreckt. Ferner trägt die Biegenase 242 eine als Ganzes mit 246 bezeichnete Druckfläche, mit welcher die Unterseite 116 des Flachmaterials 46 beaufschlagbar ist. Die Druckfläche 246 umfaßt dabei eine dem Biegewerkzeugträger 112 abgewandt angeordnete obere Teildruckfläche 248, mit welcher die Biegenase 242 in der Biegeanfangsstellung zuerst die Unterseite 116 des Flachmaterials 46 berührt. Die vordere Teildruckfläche 248 verläuft gebogen bis zu einer an der Biegenasenspitze 244 liegenden Scheitellinie 250. Ausgehend von der Scheitellinie 250 erstreckt sich dann noch eine hintere Teildruckfläche 252 der Druckfläche 246 auf einer dem Biegewerkzeugträger 112 zugewandten Seite der

Biegenase 242 von der Biegenasenspitze 244 weg.

[0143] Die Anlage der Biegenase 242 an der in diesem Fall Unterseite 116 des Flachmaterials 46 ist eine im wesentlichen linienförmige Anlage, welche durch eine Kontaktlinie 254 vorgegeben ist, die sich in parallel zur Längsrichtung 14 und somit auch in Längsrichtung des Biegewerkzeugs 110 erstreckt. In der Biegeanfangsstellung liegt, wie in Fig. 9 dargestellt, die Kontaktlinie 254 auf der vorderen Teildruckfläche 248 an, und zwar in einem maximalen Abstand von der Scheitellinie 250. Wird nun ausgehend von der Biegeanfangsstellung das Flachmaterial 46 aus der Einspannebene 114 herausgebogen, so wandert die Kontaktlinie 254 auf der vorderen Teildruckfläche 248 in Richtung der Scheitellinie 250 und fällt dann mit der Scheitellinie 250 zusammen, wenn das Flachmaterial 46 beispielsweise um einen Winkel in der Größenordnung von 90° aus der Einspannebene 114 herausgebogen wurde. Bei einem weiteren Biegen des Flachmaterials 46 über diesen Winkel hinweg läuft die Kontaktlinie 254 über die Scheitellinie 250 hinweg und wandert dann auf die hintere Teildruckfläche 252, an welcher sie in allen Biegestellungen anliegt, in denen ein Umbiegen des Flachmaterials 46 gegenüber der Einspannebene 114 um einen Winkel von mehr als 90° erfolgt ist.

[0144] Um sicherzustellen, daß beim Wandern der Kontaktlinie 254 von der Biegeanfangsstellung, in welcher die Kontaktlinie 254 mit 254(o) bezeichnet ist, bis zur Biegeendstellung, in welcher die Kontaktlinie mit 254(n) bezeichnet ist, ein Abwälzen der Biegenase 252 auf der Unterseite 116 des Flachmaterials erfolgt, ist bei der Bewegung der Biegenase 242 zu berücksichtigen, daß die Kontaktlinie 254 bezogen auf eine Endkante 256 des Flachmaterials 46 in Richtung der Biegekante, in diesem Fall der Biegekante 106 wandert, wenn sich die Biegenase 242 ohne Relativgleitbewegung auf der Unterseite 116 des Flachmaterials 46 ausschließlich abwälzen soll. Diese Bewegung der Kontaktlinie 254 relativ zur Endkante 256 ist bei der Bewegungsbahn 260, welche die Biegenase 242 bei Durchlaufen der einzelnen Biegestellungen durchläuft, zu berücksichtigen, so daß die Bahn 260 in Anpassung an die Querschnittsform der Biegenase 242 von einer Kreisbahn abweicht.

[0145] Die Festlegung der Bahn 260, mit welcher sich die Biegenase 242 von der Biegeanfangsstellung bis zu der Biegeendstellung bewegt, erfolgt durch geeignete Festlegung der Abmessungen des Kniehebelantriebssystems 152, insbesondere der Längen des Antriebsarms 154 und des Arms 158 sowie der Dimensionierung der Haltelenker 122 sowie des Abstands der Biegenase 242 von der Schwenkachse 142.

[0146] Die Blockiereinrichtung 208 erlaubt, wie bereits beschrieben, unterschiedliche Streckstellungen des Kniehebelmechanismus 182 einzustellen, wie in Fig. 10 und 11 nochmals anschaulich dargestellt ist.

[0147] In der ersten, in Fig. 10 dargestellten Streckstellung ist der Kniehebelmechanismus 182 nicht in seiner maximalen Streckstellung, sondern weist eine Län-

ge auf, die geringer als die maximal mögliche Länge ist, während beispielsweise in der zweiten, in Fig. 11 dargestellten Streckstellung, die Länge des Kniehebelmechanismus 182 maximal ist.

[0148] Entsprechend der jeweiligen Streckstellung des Kniehebelmechanismus 182 ist aber auch eine Einstellung der Kulissenbahn 198 erforderlich, längs welcher sich der Bahnfolger 196 bis zum Erreichen der Streckstellung bewegt, da bei Erreichen der jeweils durch die Blockiereinrichtung 208 vorgegebenen Streckstellung das Biegewerkzeug 110 jeweils in der Biegeanfangsstellung stehen soll. Aus diesem Grund ist bei der zweiten Streckstellung des Kniehebelmechanismus 182 die Kulissenbahn 198 mit dem Stellantrieb 206 so eingestellt, daß diese näher an dem oberen Bereich 38 der Frontwand 28 des Unterwangenträgerkörpers 22 liegt als in der ersten Streckstellung.

[0149] Dadurch besteht die Möglichkeit, das Biegewerkzeug 110 mit der Biegenase 242 in größerem Abstand von der Biegekante 106 an der Unterseite 116 des Flachmaterials 46 in der Biegeanfangsstellung anzulegen, wie in Fig. 12 dargestellt.

[0150] Erfolgt somit ein Biegen des Flachmaterials 46 in der zweiten Streckstellung des Kniehebelmechanismus 182 so wirkt die Biegenase 242 mit ihrer Druckfläche 246 in einem größeren Abstand von der wirksamen Biegekante 106 auf das Flachmaterial 46, was insbesondere bei größeren Materialdicken von Vorteil ist.

[0151] Die erfindungsgemäße Biegemaschine umfaßt jedoch nicht nur das untere Biegewerkzeug 110 und den unteren Biegewerkzeugträger 112 mit einer zugeordneten Biegewerkzeuggestaltungseinrichtung 120, sondern auch noch zusätzlich ein oberes Biegewerkzeug 310, welches an einem oberen Biegewerkzeugträger 312 gehalten ist, wobei das obere Biegewerkzeug 310 durch eine Biegewerkzeuggestaltungseinrichtung 320 bewegbar ist, die in gleicher vorzugsweise identischer Weise ausgebildet ist, wie die Biegewerkzeuggestaltungseinrichtung 120.

[0152] Insbesondere umfaßt die Biegewerkzeuggestaltungseinrichtung 320 ebenfalls Haltelenker 322, die in gleicher Weise wie die Haltelenker 122 funktionieren, und in diesem Fall an der Oberwange 64 angreifen. Darüber hinaus sind auch die Biegewerkzeugträgerantriebseinheiten 350 in gleicher Weise ausgebildet, wie die Biegewerkzeugträgerantriebseinheiten 150, jedoch in diesem Fall an dem Oberwangenträgerkörper 62 angeordnet.

[0153] Das obere Biegewerkzeug 310 ist dabei in der Lage, dieselben Biegeoperationen durchzuführen, wie diese im Zusammenhang mit dem unteren Biegewerkzeug 110 beschrieben wurden.

[0154] Wird beispielsweise, wie in Fig. 2 dargestellt, eine Biegeoperation mit dem unteren Biegewerkzeug 110 durchgeführt, so ist das obere Biegewerkzeug 310 in der Ruhestellung, in welcher es in eine der Vertiefung 224 entsprechende Vertiefung 424 in der Oberwange 64 eingreift. Dadurch, daß in der Ruhestellung das obere

Biegewerkzeug 310, der obere Biegewerkzeugträger 312 und auch die obere Biegewerkzeuggestaltungseinrichtung 320 nahe der Oberwange 64 stehen und nahe der Frontwand 74 des Oberwangenträgerkörpers 62 liegen, besteht über der wirksamen Biegekante 106 ein Biegefreiraum 280 zwischen der oberen Biegewerkzeuggestaltungseinrichtung 320, dem oberen Biegewerkzeugträger 312 sowie dem oberen Biegewerkzeug 310 und der Einspannebene 114, welcher sich ausgehend von der Einspannebene 114 über einen Winkelbereich α von ungefähr 135° erstreckt. Hierzu ist auch die Frontfläche 234 des Einspannwerkzeugs 66 gegenüber der Einspannebene 114 derart geneigt auszuführen, daß diese ebenfalls um den Winkel α gegenüber der Einspannebene 114 geneigt ist.

[0155] Damit ist mit dem unteren Biegewerkzeug 110 ein Biegen des Flachmaterials 46 um einen Winkel von bis zu 135° gegenüber der Einspannebene 114 möglich.

[0156] Außerdem bewegt sich der untere Biegewerkzeugträger 112 nicht in Form einer Schwenkbewegung um die wirksame Biegekante 106 - wie dies beim Stand der Technik der Fall ist -, sondern bleibt in allen möglichen Biegestellungen des unteren Biegewerkzeugs 110 in einem zwischen einer senkrecht zur Einspannebene 114 und durch das untere Biegewerkzeug 110 verlaufenden Frontbegrenzungsebene 282 und dem Unterwangenträger 20 liegenden Aktionsraum und auch die Biegewerkzeuggestaltungseinrichtung 120 verbleibt in diesem Aktionsraum ohne darüber hinauszureichen, so daß damit beispielsweise das Flachmaterial 46 einfach gehandhabt werden kann oder eine Verknüpfung mehrerer Maschinen in einfacher Weise möglich ist.

[0157] Vorzugsweise ist der Aktionsraum noch kleiner und liegt zwischen einer durch die jeweils wirksame Biegekante 104, 106 hindurch sowie senkrecht zur Einspannebene 114 verlaufenden Frontebene 286 und dem Unterwangenträger 20.

[0158] Darüber hinaus ist aber auch das untere Biegewerkzeug 110 mit dem Biegewerkzeugträger 112 in die Ruhestellung überführbar, welche beispielsweise in Fig. 5 dargestellt ist. Auch in dieser Ruhestellung des unteren Biegewerkzeugs 110 besteht zwischen der Einspannebene 114 und der unteren Biegewerkzeuggestaltungseinrichtung 120, dem unteren Biegewerkzeugträger 112 sowie dem unteren Biegewerkzeug 110 ein Biegefreiraum 284, welcher sich ebenfalls über einen Winkelbereich α von ungefähr 135° gegenüber der Einspannebene 114 erstreckt, so daß auch mit dem oberen Biegewerkzeug 310 ein Biegen des Flachmaterials 46 gegenüber der Einspannebene 114 um die Biegekante 104 des unteren Einspannwerkzeugs 26 um einen Winkel von bis zu 135° möglich ist.

[0159] Insgesamt ist somit mit der erfindungsgemäßen Biegemaschine das Flachmaterial 46 aus der Einspannebene 114 heraus in zwei entgegengesetzte Richtungen, nämlich in Richtung 290 nach oben oder in Richtung 292 nach unten aus der Einspannebene 114 heraus möglich, wobei zum Biegen in Richtung 290 das

untere Biegewerkzeug 110 und zum Biegen in Richtung 292 das obere Biegewerkzeug 310 einsetzbar sind, während jeweils das andere Biegewerkzeug 310 bzw. 110 zum Schaffen des jeweiligen Biegefreiraums 280, 284 in Ruhestellung steht und der jeweils aktive Biege-
 5 werkzeugträger 112, 312 verbleibt mitsamt der zugeordneten Biegewerkzeugbewegungseinrichtung in dem Aktionsraum zwischen der Frontebene 286 und dem jeweiligen Wangenträger 20, 60.

[0160] Insbesondere erlaubt die erfindungsgemäße Biegemaschine das Ausführen von Mehrfachumbiegungen von Flachmaterial, beispielsweise zunächst in Richtung 290 und anschließend in Richtung 292, und danach gegebenenfalls wieder in Richtung 290, wobei
 10 jeweils die Biegefreiräume 280 und 284 zwischen der Frontebene 282 und dem jeweils anderen Biegewerkzeugträger 312 bzw. 112 von Vorteil sind, da damit trotz bereits vorhandener Umbiegungen in derselben Richtung, eine zusätzliche Umbiegung ohne Behinderung durchführbar ist.

Patentansprüche

1. Biegemaschine für Flachmaterial, umfassend
 25 ein Maschinengestell (10),
 eine am Maschinengestell (10) angeordnete Unterwange (24) mit einem unteren Einspannwerkzeug (26) und eine am Maschinengestell (10) angeordnete Oberwange (64) mit einem oberen Einspannwerkzeug (66), mit welchen das Flachmaterial (46)
 30 in einer Einspannebene (114) fixierbar ist,
 eine untere Biegewerkzeugbewegungseinrichtung (120) welche der Unterwange (24) zugeordnet ist und mit welcher ein unterer Biegewerkzeugträger (112) mit einem unteren Biegewerkzeug (110) zum Biegen des Flachmaterials (46) um eine obere Biege-
 35 gekante (106) relativ zur Einspannebene (114) zwischen einer Ruhestellung und einer Vielzahl von Biegestellungen bewegbar ist,
 40 eine obere Biegewerkzeugbewegungseinrichtung (320), welche der Oberwange (64) zugeordnet ist und mit welcher ein oberer Biegewerkzeugträger (312) mit einem oberen Biegewerkzeug (310) zum Biegen des Flachmaterials (46) um eine untere Biege-
 45 gekante (104) relativ zur Einspannebene (114) zwischen einer Ruhestellung und einer Vielzahl von Biegestellungen bewegbar ist,
dadurch gekennzeichnet, daß ausgehend von einer Biegeanfangsstellung das nicht für eine Operation am Flachmaterial (46) eingesetzte Biegewerkzeug (110, 310) mit dem Biegewerkzeugträger (112, 312) in eine Ruhestellung bringbar ist, in welcher der Biegewerkzeugträger (112, 312) nahe einer Frontfläche der jeweiligen Wange (24, 64) steht
 50 und in welcher zwischen der Einspannebene (114) und dem in der Ruhestellung stehenden Biegewerkzeug (110, 310) und dessen Biegewerkzeug-

träger (112, 312) ein von Maschinenelementen der Biegemaschine freier Biegeraum (280, 284) besteht, der sich ausgehend von der Einspannebene (114) über einen Winkelbereich von mindestens 110° um die jeweils wirksame Biege-
 5 kante (104, 106) erstreckt.

2. Biegemaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Biegefreiraum (280, 284) sich um die jeweils wirksame Biege-
 10 kante (104, 106) über einen Winkelbereich von mindestens 120° erstreckt.

3. Biegemaschine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Biegefreiraum (280, 284) sich um die wirksame Biege-
 15 kante (104, 106) über einen Winkelbereich von mindestens 130° erstreckt.

4. Biegemaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Biegewerkzeugbewegungseinrichtung (120, 320) des in Ruhestellung stehenden Biegewerkzeugs (110, 310) außerhalb des durch den Winkelbereich definierten Biegefreiraums (280, 284) steht.
 20

5. Biegemaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Biegewerkzeugbewegungseinrichtung (120, 320) für das jeweilige Biegewerkzeug (110, 310) zwischen seitlichen Stirnflächen (94, 96) der Wangen (24, 64) angeordnet ist.
 30

6. Biegemaschine nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Biegewerkzeugbewegungseinrichtung (120, 320) für das jeweilige Biegewerkzeug in allen Biegestellungen des Biegewerkzeugs (110, 310) ausschließlich auf der Seite der Einspannebene (114) steht, auf welcher die Biegeanfangsstellung des Biegewerkzeugs (110, 310) liegt.
 35

7. Biegemaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Biegewerkzeugbewegungseinrichtung (120, 320) sich in allen möglichen Biegestellungen des Biegewerkzeugs (110, 310) zwischen einer durch das Biegewerkzeug (110, 310) verlaufenden und senkrecht auf der Einspannebene (114) stehenden Frontbegrenzungsebene (282) und dem Maschi-
 40 nengestell (10) erstreckt.

8. Biegemaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Biegewerkzeugbewegungseinrichtung (120, 320) sich in allen möglichen Biegestellungen des Biegewerkzeugs (110, 310) zwischen einer durch die Biege-
 55 gekante (104, 106) verlaufenden und senkrecht auf

der Einspannebene (114) stehenden Frontebene (286) und dem Maschinengestell (10) erstreckt.

9. Biegemaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Biegewerkzeugträger (112, 312) in allen möglichen Biegestellungen des Biegewerkzeugs (110, 310) zwischen einer das Biegewerkzeug (110, 310) schneidenden und senkrecht zur Einspannebene (114) verlaufenden Frontbegrenzungsebene (282) und der jeweiligen Wange (24, 64) liegt. 10
10. Biegemaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Biegewerkzeugträger (112, 312) in allen möglichen Biegestellungen des Biegewerkzeugs (110, 310) sich zwischen einer durch die Biegekante (104, 106) verlaufenden und senkrecht auf der Einspannebene (114) stehenden Frontebene (286) und dem Maschinengestell (10) erstreckt. 15
11. Biegemaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das nicht für eine Operation am Flachmaterial (46) eingesetzte Biegewerkzeug (110, 310) stets in der Ruhestellung steht. 20
12. Biegemaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens eine der Biegewerkzeugbewegungseinrichtungen (120, 320) eine Vielzahl von in einem dem Biegewerkzeug (110, 310) zugewandten Bereich des Biegewerkzeugträgers (112, 312) angreifenden und in einer Richtung (14) parallel zur Längsrichtung der Biegekante (104, 106) in festen Abständen angeordneten Halteelementen (122) aufweist, welche den Biegewerkzeugträger (112, 312) gegenüber dem Maschinengestell (10) abstützen. 30
13. Biegemaschine nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Halteelemente (122, 322) als Führungen für eine definierte Bewegung eines Angriffspunktes (142) derselben am Biegewerkzeugträger (112, 312) ausgebildet sind. 35
14. Biegemaschine nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Halteelemente (122, 322) den Angriffspunkt (142) auf einer vorgegebenen Bahn (144) führen. 40
15. Biegemaschine nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Halteelemente (122, 322) gelenkig am Biegewerkzeugträger (112, 312) angreifen. 45
16. Biegemaschine nach einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Halteelemente (122, 322) gelenkig gegenüber dem Ma-

schinengestell (10) gelagert sind.

17. Biegemaschine nach einem der Ansprüche 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Halteelemente (122, 322) an der Wange (24, 64) angreifen, welcher das jeweilige Biegewerkzeug (110, 310) zugeordnet ist.
18. Biegemaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Biegewerkzeugbewegungseinrichtung (120, 320) eine Vielzahl von in Richtung (14) parallel zur Längsrichtung der Biegekante (104, 106) aufeinanderfolgend angeordneten Biegewerkzeugträgerantriebseinheiten (150, 350) zum Bewegen des Biegewerkzeugs (110, 310) zwischen der Biegeanfangsstellung und der Biegeendstellung aufweist.
19. Biegemaschine nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Biegewerkzeug (110, 310) durch die Biegewerkzeugträgerantriebseinheiten (150, 350) auch zwischen der Ruhestellung und der Biegeanfangsstellung bewegbar ist.
20. Biegemaschine nach einem der Ansprüche 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Biegewerkzeugträgerantriebseinheiten (150, 350) an dem Biegewerkzeugträger (112, 312) in einem Angriffspunkt (156) angreifen und diesen zwischen der Biegeanfangsstellung und der Biegeendstellung auf einer definiert vorgegebenen Bahn (172) bewegen.
21. Biegemaschine nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Bahn (172) durch eine Schwenkbewegung um eine maschinengestellfeste Schwenkachse (164) vorgebar ist.
22. Biegemaschine nach einem der Ansprüche 18 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Biegewerkzeugträgerantriebseinheiten (150, 350) durch einen Antrieb (190) antreibbar sind.
23. Biegemaschine nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, daß** jeder der Biegewerkzeugträgerantriebseinheiten (150, 350) durch einen eigenen Antrieb (190) antreibbar ist.
24. Biegemaschine nach Anspruch 22 oder 23, **dadurch gekennzeichnet, daß** jede der Biegewerkzeugträgerantriebseinheiten (150, 350) einen schwenkbar antreibbaren Antriebsarm (154) umfaßt, welcher an einem ersten Ende (160) um eine gestellfeste Achse (164) schwenkbar ist und an einem zweiten Ende (166) über ein Kniegelenk (156) schwenkbar mit dem Biegewerkzeugträger (112, 312) verbunden ist.
25. Biegemaschine nach einem der Ansprüche 18 bis

- 24, **dadurch gekennzeichnet, daß** jede der Biege-
werkzeugträgerantriebseinheiten (150, 350) ein
Kniehebelantriebssystem (152) zum Bewegen des
Biegewerkzeugträgers (112, 312) aufweist.
26. Biegemaschine nach Anspruch 25, **dadurch ge-
kennzeichnet, daß** ein erster Hebel (154) des
Kniehebelantriebssystems (152) um eine maschi-
nengestellste Achse (164) schwenkbar ist.
27. Biegemaschine nach Anspruch 26, **dadurch ge-
kennzeichnet, daß** der Antriebsarm (154) den er-
sten Hebel des Kniehebelantriebssystems (152)
bildet.
28. Biegemaschine nach einem der Ansprüche 25 bis
27, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Biege-
werkzeugträger (112, 312) mindestens einen Teil eines
zweiten Hebels (158) des Kniehebelantriebssy-
stems (152) bildet.
29. Biegemaschine nach einem der Ansprüche 24 bis
28, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Antriebs-
arm (154) hinsichtlich seines Abstandes zwischen
einem ersten Ende (160) und seinem zweiten Ende
(166) längenvariabel ausgebildet ist.
30. Biegemaschine nach Anspruch 29, **dadurch ge-
kennzeichnet, daß** der Antriebsarm (154) über ei-
nen Antrieb (190) längenvariabel einstellbar ist.
31. Biegemaschine nach Anspruch 30, **dadurch ge-
kennzeichnet, daß** der Antrieb (190) zum Ver-
schwenken des Antriebsarms (154) auch als An-
trieb (190) zum Längeneinstellen des Antriebsarms
(154) dient.
32. Biegemaschine nach einem der Ansprüche 29 bis
31, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Antriebs-
arm (154) aufgrund eines Kniehebelmechanismus
(182) längenvariabel ist.
33. Biegemaschine nach Anspruch 32, **dadurch ge-
kennzeichnet, daß** der Kniehebelmechanismus
(182) zur Festlegung unterschiedlicher Längen des
Antriebsarms (154) in unterschiedlichen Streckstel-
lungen festlegbar ist.
34. Biegemaschine nach Anspruch 33, **dadurch ge-
kennzeichnet, daß** zur Festlegung der unter-
schiedlichen Streckstellungen der Kniehebelme-
chanismus (182) durch eine Blockiereinrichtung
(208) blockierbar ist.
35. Biegemaschine nach einem der voranstehenden
Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die
Biegewerkzeugbewegungseinrichtung (120, 320)
zumindest teilweise an der Wange angreift, welcher
- das jeweilige Biegewerkzeug (110, 310) zugeord-
net ist.
36. Biegemaschine nach Anspruch 35, **dadurch ge-
kennzeichnet, daß** jedes der Halteelemente (122,
322) an der jeweiligen Wange (24, 64) angreift.
37. Biegemaschine nach einem der voranstehenden
Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die
Biegewerkzeugträgerantriebseinheit (150, 350) für
das jeweilige Biegewerkzeug (110, 310) an einem
Wangenträger (20, 60) der Wange (24, 64) ange-
ordnet ist, der das Biegewerkzeug (110, 310) zuge-
ordnet ist.
38. Biegemaschine nach einem der voranstehenden
Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das
Maschinengestell (10) an mindestens einer seiner
Querseiten (98, 100) zum Einführen von Flachma-
terial (46) in Längsrichtung (14) der Biegekante
(104, 106) und zwischen Oberwange (64) und Un-
terwange (24) seitlich offen ausgebildet ist.
39. Biegemaschine nach Anspruch 38, **dadurch ge-
kennzeichnet, daß** das Maschinengestell (10) im
Bereich der Einspannwerkzeuge (26, 66) zum Ein-
führen von Flachmaterial (46) auch zwischen den
Einspannwerkzeugen seitlich offen ausgebildet ist.
40. Biegemaschine nach einem der voranstehenden
Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das
Maschinengestell (10) seitenständertfrei ausgebil-
det ist.
41. Biegemaschine nach einem der voranstehenden
Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das
Maschinengestell mindestens zwei in Richtung (14)
parallel zu der Längsrichtung der Biegekante (104,
106) aufeinanderfolgend angeordneten Gestellein-
heiten (12) aufweist, welche die Unterwange (24)
und die Oberwange (64) relativ zueinander beweg-
bar halten.
42. Biegemaschine nach Anspruch 41, **dadurch ge-
kennzeichnet, daß** zwischen den Gestelleinheiten
(12) Zwischenräume (16) angeordnet sind.
43. Biegemaschine nach Anspruch 41 oder 42, **da-
durch gekennzeichnet, daß** jede Gestelleinheit
(12) eine Führung (54) für eine definierte Bewegung
der Unterwange (24) und der Oberwange (64) rela-
tiv zueinander aufweist.
44. Biegemaschine nach Anspruch 43, **dadurch ge-
kennzeichnet, daß** die Unterwange (24) und die
Oberwange (64) relativ zueinander um eine
Schwenkachse (82) der Führung (54) verschwenk-
bar sind.

45. Biegemaschine nach Anspruch 44, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schwenkachse (82) in einem Abstand von den Einspannwerkzeugen (26, 66) auf einer dem Biegewerkzeug (110, 310) gegenüberliegenden Seite derselben angeordnet ist. 5
46. Biegemaschine nach einem der Ansprüche 41 bis 45, **dadurch gekennzeichnet, daß** jede Gestelleinheit (12) einen Unterwangenträger (20) und einen Oberwangenträger (60) aufweist, die durch die Führung (54) relativ zueinander definiert bewegbar sind. 10
47. Biegemaschine nach Anspruch 46, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Unterwangenträger (20) der Vielzahl der Gestelleinheiten (12)) starr miteinander verbunden sind. 15
48. Biegemaschine nach einem der Ansprüche 41 bis 47, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens eine der Gestelleinheiten (12) einen Antrieb (90) für eine Relativbewegung der Unterwange (24) und der Oberwange (64) zueinander aufweist. 20
49. Biegemaschine nach Anspruch 48, **dadurch gekennzeichnet, daß** jede der Gestelleinheiten (12) einen eigenen Antrieb (90) für die Relativbewegung der Unterwange und der Oberwange aufweist. 25
50. Biegemaschine nach einem der Ansprüche 41 bis 49, **dadurch gekennzeichnet, daß** jeder der Gestelleinheiten (12) eine Biegewerkzeugträgerantriebseinheit (150, 350) für das jeweilige Biegewerkzeug (110, 310) zugeordnet ist. 30
51. Biegemaschine nach einem der Ansprüche 41 bis 50, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Gestelleinheiten (12) an der Oberwange (64) und an der Unterwange (24) auf einer den Einspannwerkzeugen (26, 66) abgewandten Seite angreifen. 35
52. Biegemaschine nach einem der Ansprüche 41 bis 51, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Gestelleinheiten zwischen seitlichen Stirnflächen (94, 96) der Oberwange (64) und der Unterwange (24) angeordnet sind. 40
53. Biegemaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens eines der Biegewerkzeuge (110, 310) eine Biegenase (242) mit einer gewölbten Druckfläche (246) zum Beaufschlagen einer Seite (116) des Flachmaterials (46) aufweist. 45
54. Biegemaschine nach Anspruch 53, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Biegewerkzeug (110, 310) durch die Biegewerkzeugbewegungseinrichtung (120, 320) zwischen einer Biegeanfangsstellung und einer Biegeendstellung auf einer Bahn (260) um die jeweilige Biegekante (104, 106) bewegbar ist, welche definiert derart vorgegeben ist, daß sich die gewölbte Druckfläche (246) und die beaufschlagte Seite (116) des Flachmaterials (46) relativ zueinander in Form eines im wesentlichen gleitfreien Abwälzens aufeinander bewegen. 50
55. Biegemaschine nach Anspruch 54, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Bahn (260) des Biegewerkzeugs (110, 310) durch eine mechanische Bahnführung (122, 150, 322, 350) definiert vorgegeben ist. 55
56. Biegemaschine nach Anspruch 55, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Bahn (260) des Biegewerkzeugs (110, 310) durch mindestens eine Schwenkbewegung vorgegeben ist.
57. Biegemaschine nach Anspruch 56, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Bahn (260) des Biegewerkzeugs (110, 310) durch Überlagerung mindestens zweier Schwenkbewegungen vorgegeben ist.
58. Biegemaschine nach einem der Ansprüche 53 bis 57, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Biegenase (242) mit einer Biegenasenspitze (244) in allen Biegestellungen mindestens einem der Einspannwerkzeuge (26, 66) zugewandt steht.
59. Biegemaschine nach einem der Ansprüche 53 bis 58, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich beim Durchlaufen der Biegestellungen von der Biegeanfangsstellung zur Biegeendstellung eine Kontaktlinie (254) zwischen der Druckfläche (246) und der beaufschlagten Seite (116) des Flachmaterials (46) auf der beaufschlagten Seite (116) des Flachmaterials (46) in Richtung der Biegekante (106) bewegt. 35
60. Biegemaschine nach Anspruch 59, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Druckfläche (246) eine in der Biegeanfangsstellung dem jeweiligen Einspannwerkzeug (26, 66) nächstliegende Scheitellinie (250) aufweist und sich ausgehend von dieser Scheitellinie (250) von dem Einspannwerkzeug (26, 66) weg erstreckt. 40
61. Biegemaschine nach Anspruch 60, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Druckfläche (246) der Biegenase (242) eine dem Biegewerkzeugträger (112, 312) abgewandt liegende vordere Teildruckfläche (248) aufweist, die von der Scheitellinie (250) weg verläuft. 45
62. Biegemaschine nach Anspruch 61, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Druckfläche (246) eine dem Biegewerkzeugträger (112, 312) zugewandt liegende hintere Teildruckfläche (252) aufweist, die der vorderen Teildruckfläche (248) gegenüberliegend

von der Scheltellinie (250) weg verläuft.

63. Biegemaschine nach Anspruch 61 oder 62, **dadurch gekennzeichnet, daß** in der Biegeanfangsstellung die Kontaktlinie (254) im Bereich der vorderen Teildruckfläche (248) liegt und sich beim Biegen in Richtung der Scheitellinie (250) bewegt.
64. Biegemaschine nach Anspruch 63, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Biegenase (242) in eine derartige Biegeendstellung bewegbar ist, in welcher die Kontaktlinie (254) im Bereich der hinteren Teildruckfläche (252) liegt.

Claims

1. Bending machine for flat material, comprising a machine frame (10), a lower beam (24) arranged on the machine frame (10) and having a lower clamping tool (26) and an upper beam (64) arranged on the machine frame (10) and having an upper clamping tool (66), the flat material (46) being fixable in a clamping plane (114) with said beams, a lower bending tool moving device (120) associated with the lower beam (24) for moving a lower bending tool carrier (112) with a lower bending tool (110) for bending the flat material (46) about an upper bending edge (106) relative to the clamping plane (114) between a rest position and a plurality of bending positions, an upper bending tool moving device (320) associated with the upper beam (64) for moving an upper bending tool carrier (312) with an upper bending tool (310) for bending the flat material (46) about a lower bending edge (104) relative to the clamping plane (114) between a rest position and a plurality of bending positions, **characterized in that** the bending tool (110, 310) not used for an operation on the flat material (46) is adapted to be brought with the bending tool carrier (112, 312) from a starting bending position into a rest position where the bending tool carrier (112, 312) is located close to a front surface of the respective beam (24, 64) and where a bending space (280, 284) free from machine elements of the bending machine exists between the clamping plane (114) and the bending tool (110, 310) located in the rest position and its bending tool carrier (112, 312) and extends from the clamping plane (114) over an angular area of at least 110° around the respectively operative bending edge (104, 106).
2. Bending machine as defined in claim 1, **characterized in that** the bending space (280, 284) extends around the respectively operative bending edge (104, 106) over an angular area of at least 120°.
3. Bending machine as defined in claim 2, **character-**

ized in that the bending space (280, 284) extends around the operative bending edge (104, 106) over an angular area of at least 130°.

4. Bending machine as defined in any one of the preceding claims, **characterized in that** the bending tool moving device (120, 320) of the bending tool (110, 310) located in a rest position is located outside the bending space (280, 284) defined by the angular area.
5. Bending machine as defined in any one of the preceding claims, **characterized in that** the bending tool moving device (120, 320) for the respective bending tool (110, 310) is arranged between lateral end surfaces (94, 96) of the beams (24, 64).
6. Bending machine as defined in claim 5, **characterized in that** in all the bending positions of the bending tool (110, 310) the bending tool moving device (120, 320) for the respective bending tool is located exclusively on the side of the clamping plane (114) where the starting bending position of the bending tool (110, 310) is located.
7. Bending machine as defined in any one of the preceding claims, **characterized in that** in all the possible bending positions of the bending tool (110, 310) the bending tool moving device (120, 320) extends between the machine frame (10) and a front limiting plane (282) extending through the bending tool (110, 310) and at right angles to the clamping plane (114).
8. Bending machine as defined in any one of the preceding claims, **characterized in that** in all the possible bending positions of the bending tool (110, 310) the bending tool moving device (120, 320) extends between the machine frame (10) and a front plane (286) extending through the bending edge (104, 106) and at right angles to the clamping plane (114).
9. Bending machine as defined in any one of the preceding claims, **characterized in that** in all the possible bending positions of the bending tool (110, 310) the bending tool carrier (112, 312) is located between the respective beam (24, 64) and a front limiting plane (282) intersecting the bending tool (110, 310) and extending at right angles to the clamping plane (114).
10. Bending machine as defined in any one of the preceding claims, **characterized in that** in all the possible bending positions of the bending tool (110, 310) the bending tool carrier (112, 312) extends between the machine frame (10) and a front plane (286) extending through the bending edge (104,

106) and at right angles to the clamping plane (114).

11. Bending machine as defined in any one of the preceding claims, **characterized in that** the bending tool (110, 310) not used for an operation on the flat material (46) is always located in the rest position. 5
12. Bending machine as defined in any one of the preceding claims, **characterized in that** at least one of the bending tool moving devices (120, 320) has a plurality of holding elements (122) engaging in an area of the bending tool carrier (112, 312) facing the bending tool (110, 310) and arranged at fixed distances in a direction (14) parallel to the longitudinal direction of the bending edge (104, 106), said holding elements supporting the bending tool carrier (112, 312) in relation to the machine frame (10). 10
13. Bending machine as defined in claim 12, **characterized in that** the holding elements (122, 322) are designed as guide means for a defined movement of a point of engagement (142) thereof on the bending tool carrier (112, 312). 15
14. Bending machine as defined in claim 13, **characterized in that** the holding elements (122, 322) guide the point of engagement (142) on a predetermined path (144). 20
15. Bending machine as defined in any one of claims 12 to 14, **characterized in that** the holding elements (122, 322) engage on the bending tool carrier (112, 312) in an articulated manner. 25
16. Bending machine as defined in any one of claims 12 to 15, **characterized in that** the holding elements (122, 322) are mounted so as to be articulated in relation to the machine frame (10). 30
17. Bending machine as defined in any one of claims 12 to 16, **characterized in that** the holding elements (122, 322) engage on the beam (24, 64) with which the respective bending tool (110, 310) is associated. 35
18. Bending machine as defined in any one of the preceding claims, **characterized in that** the bending tool moving device (120, 320) has a plurality of bending tool carrier drive units (150, 350) for moving the bending tool (110, 310) between the starting bending position and the end bending position, said drive units being arranged so as to follow one another in a direction (14) parallel to the longitudinal direction of the bending edge (104, 106). 40
19. Bending machine as defined in claim 18, **characterized in that** the bending tool (110, 310) is also movable by the bending tool carrier drive units (150, 45

350) between the rest position and the starting bending position.

20. Bending machine as defined in one of claims 18 or 19, **characterized in that** the bending tool carrier drive units (150, 350) engage on the bending tool carrier (112, 312) at a point of engagement (156) and move this between the starting bending position and the end bending position on a path (172) predetermined in a defined manner. 50
21. Bending machine as defined in claim 20, **characterized in that** the path (172) is predeterminable by a pivoting movement about a pivot axis (164) fixed in relation to the machine frame.
22. Bending machine as defined in any one of claims 18 to 21, **characterized in that** the bending tool carrier drive units (150, 350) are drivable by a drive (190).
23. Bending machine as defined in claim 22, **characterized in that** each of the bending tool carrier drive units (150, 350) is drivable by its own drive (190).
24. Bending machine as defined in claim 22 or 23, **characterized in that** each of the bending tool carrier drive units (150, 350) comprises a pivotally drivable drive arm (154) pivotable at a first end (160) about an axis (164) fixed in relation to the frame and pivotally connected to the bending tool carrier (112, 312) at a second end (166) via an elbow joint (156).
25. Bending machine as defined in any one of claims 18 to 24, **characterized in that** each of the bending tool carrier drive units (150, 350) has an elbow lever drive system (152) for moving the bending tool carrier (112, 312).
26. Bending machine as defined in claim 25, **characterized in that** a first lever (154) of the elbow lever drive system (152) is pivotable about an axis (164) fixed in relation to the machine frame.
27. Bending machine as defined in claim 26, **characterized in that** the drive arm (154) forms the first lever of the elbow lever drive system (152). 45
28. Bending machine as defined in any one of claims 25 to 27, **characterized in that** the bending tool carrier (112, 312) forms at least part of a second lever (158) of the elbow lever drive system (152). 50
29. Bending machine as defined in any one of claims 24 to 28, **characterized in that** the drive arm (154) is designed so as to be variable in length with respect to its distance between a first end (160) and its second end (166). 55

30. Bending machine as defined in claim 29, **characterized in that** the drive arm (154) is adjustable via a drive (190) so as to be variable in length.
31. Bending machine as defined in claim 30, **characterized in that** the drive (190) for pivoting the drive arm (154) also serves as a drive (190) for the length adjustment of the drive arm (154).
32. Bending machine as defined in any one of claims 29 to 31, **characterized in that** the drive arm (154) is variable in length on account of an elbow lever mechanism (182).
33. Bending machine as defined in claim 32, **characterized in that** the elbow lever mechanism (182) is adapted to be secured in different extended positions to determine different lengths of the drive arm (154).
34. Bending machine as defined in claim 33, **characterized in that** the elbow lever mechanism (182) is adapted to be blocked by a blocking device (208) to determine the different extended positions.
35. Bending machine as defined in any one of the preceding claims, **characterized in that** the bending tool moving device (120, 320) engages at least partially on the beam with which the respective bending tool (110, 310) is associated.
36. Bending machine as defined in claim 35, **characterized in that** each of the holding elements (122, 322) engages on the respective beam (24, 64).
37. Bending machine as defined in any one of the preceding claims, **characterized in that** the bending tool carrier drive unit (150, 350) for the respective bending tool (110, 310) is arranged on a beam carrier (20, 60) of the beam (24, 64) with which the bending tool (110, 310) is associated.
38. Bending machine as defined in any one of the preceding claims, **characterized in that** the machine frame (10) is designed to be laterally open at at least one of its transverse sides (98, 100) for the insertion of flat material (46) in longitudinal direction (14) of the bending edge (104, 106) and between upper beam (64) and lower beam (24).
39. Bending machine as defined in claim 38, **characterized in that** the machine frame (10) is designed to be laterally open in the area of the clamping tools (26, 66) for the insertion of flat material (46) also between the clamping tools.
40. Bending machine as defined in any one of the preceding claims, **characterized in that** the machine

frame (10) is designed to be free from any side columns.

41. Bending machine as defined in any one of the preceding claims, **characterized in that** the machine frame has at least two frame units (12) which are arranged in succession in a direction (14) parallel to the longitudinal direction of the bending edge (104, 106) and hold the lower beam (24) and the upper beam (64) for movement relative to one another.
42. Bending machine as defined in claim 41, **characterized in that** spaces (16) are arranged between the frame units (12).
43. Bending machine as defined in claim 41 or 42, **characterized in that** each frame unit (12) has a guide means (54) for a defined movement of the lower beam (24) and the upper beam (64) relative to one another.
44. Bending machine as defined in claim 43, **characterized in that** the lower beam (24) and the upper beam (64) are pivotable relative to one another about a pivot axis (82) of the guide means (54).
45. Bending machine as defined in claim 44, **characterized in that** the pivot axis (82) is arranged at a distance from the clamping tools (26, 66) on a side thereof located opposite the bending tool (110, 310).
46. Bending machine as defined in any one of claims 41 to 45, **characterized in that** each frame unit (12) has a lower beam carrier (20) and an upper beam carrier (60) movable in a defined manner relative to one another by the guide means (54).
47. Bending machine as defined in claim 46, **characterized in that** the lower beam carriers (20) of the plurality of frame units (12) are rigidly connected to one another.
48. Bending machine as defined in any one of claims 41 to 47, **characterized in that** at least one of the frame units (12) has a drive (90) for a relative movement of the lower beam (24) and the upper beam (64) with respect to one another.
49. Bending machine as defined in claim 48, **characterized in that** each of the frame units (12) has its own drive (90) for the relative movement of the lower beam and the upper beam.
50. Bending machine as defined in any one of claims 41 to 49, **characterized in that** a bending tool carrier drive unit (150, 350) for the respective bending

tool (110, 310) is associated with each of the frame units (12).

51. Bending machine as defined in any one of claims 41 to 50, **characterized in that** the frame units (12) engage on the upper beam (64) and the lower beam (24) on a side facing away from the clamping tools (26, 66). 5
52. Bending machine as defined in any one of claims 41 to 51, **characterized in that** the frame units are arranged between lateral end surfaces (94, 96) of the upper beam (64) and the lower beam (24). 10
53. Bending machine as defined in any one of the preceding claims, **characterized in that** at least one of the bending tools (110, 310) has a bending nose (242) with a curved pressure surface (246) for acting upon one side (116) of the flat material (46). 15
54. Bending machine as defined in claim 53, **characterized in that** the bending tool (110, 310) is movable by the bending tool moving device (120, 320) between a starting bending position and an end bending position on a path (260) about the respective bending edge (104, 106), which path is predetermined in a defined manner such that the curved pressure surface (246) and the side (116) of the flat material (46) acted upon move relative to one another in the form of an essentially slide-free rolling on one another. 20 25 30
55. Bending machine as defined in claim 54, **characterized in that** the path (260) of the bending tool (110, 310) is predetermined in a defined manner by a mechanical path guide means (122, 150, 322, 350). 35
56. Bending machine as defined in claim 55, **characterized in that** the path (260) of the bending tool (110, 310) is predetermined by at least one pivoting movement. 40
57. Bending machine as defined in claim 56, **characterized in that** the path (260) of the bending tool (110, 310) is predetermined by way of superposition of at least two pivoting movements. 45
58. Bending machine as defined in any one of claims 53 to 57, **characterized in that** in all the bending positions the bending nose (242) faces at least one of the clamping tools (26, 66) with a bending nose tip (244). 50
59. Bending machine as defined in any one of claims 53 to 58, **characterized in that** during passage through the bending positions from the starting bending position to the end bending position a con-

tact line (254) between the pressure surface (246) and the side (116) of the flat material (46) acted upon moves in the direction of the bending edge (106) on the side (116) of the flat material (46) acted upon.

60. Bending machine as defined in claim 59, **characterized in that** the pressure surface (246) has an apex line (250) located closest to the respective clamping tool (26, 66) in the starting bending position and extends from this apex line (250) away from the clamping tool (26, 66).
61. Bending machine as defined in claim 60, **characterized in that** the pressure surface (246) of the bending nose (242) has a front pressure surface section (248) located so as to face away from the bending tool carrier (112, 312) and extending away from the apex line (250).
62. Bending machine as defined in claim 61, **characterized in that** the pressure surface (246) has a rear pressure surface section (252) which faces the bending tool carrier (112, 312) and, lying opposite the front pressure surface section (248), extends away from the apex line (250).
63. Bending machine as defined in claim 61 or 62, **characterized in that** in the starting bending position the contact line (254) is located in the area of the front pressure surface section (248) and moves in the direction of the apex line (250) during bending.
64. Bending machine as defined in claim 63, **characterized in that** the bending nose (242) is movable into such an end bending position in which the contact line (254) is located in the area of the rear pressure surface section (252).

Revendications

1. Cintreuse pour matériau plat comprenant :

un bâti (10) de machine,
une jumelle inférieure (24) disposée sur le bâti (10) de machine avec outil de serrage inférieur (26) et une jumelle supérieure (64) disposée sur le bâti de machine avec un outil de serrage supérieur (66), avec lesquels le matériau plat peut être fixé dans un plan de serrage (114), un dispositif inférieur (120) destiné à mouvoir l'outil de cintrage, qui est coordonné à la jumelle inférieure (24) et avec lequel un support inférieur (112) d'outil de serrage avec un outil de serrage inférieur (110) pour le cintrage du matériau plat (46) peut être mu autour d'un bord de cintrage supérieur (106) par rapport au plan de serrage (114) entre une position de repos et

une pluralité de positions de cintrage, un dispositif supérieur (320) destiné à mouvoir l'outil de cintrage, qui est coordonné à la jumelle supérieure (64) et avec lequel un support supérieur (312) d'outil de serrage avec un outil de serrage supérieur (310) pour le cintrage du matériau plat (46) peut être mu autour d'un bord de cintrage inférieur (104) par rapport au plan de serrage (114) entre une position de repos et une pluralité de positions de cintrage,

caractérisée en ce que partant d'une position de début de cintrage, l'outil de cintrage (110, 310) non utilisé pour une opération sur le matériau plat (46) peut être amené avec le support (112, 312) d'outil de cintrage dans une position de repos dans laquelle le support (112, 312) est proche d'une face frontale de la jumelle concernée (24, 64) et dans laquelle se trouve entre le plan de serrage (114) et l'outil (110, 310) se trouvant dans la position de repos et son support (112, 312) un espace sans cintrage (280, 284) libre de tout élément de la machine de cintrage qui s'étend depuis le plan de serrage (114) sur une plage angulaire d'au moins 10° autour du bord de cintrage (104, 106) respectivement actif.

2. Cintreuse selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'espace sans cintrage (280, 284) s'étend autour du bord de cintrage (104, 106) actif concerné sur une plage angulaire d'au moins 120°.

3. Cintreuse selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** l'espace sans cintrage (280, 284) s'étend autour du bord de cintrage (104, 106) actif sur une plage angulaire d'au moins 130°.

4. Cintreuse selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif (120, 320) destiné à mouvoir les outils de cintrage de l'outil de cintrage (110, 310) se trouvant en position de repos se trouve en dehors de l'espace sans cintrage (280, 284) défini par la plage angulaire.

5. Cintreuse selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif (120, 320) destiné à mouvoir les outils de cintrage pour l'outil de cintrage (110, 310) concerné est disposé entre les faces frontales latérales (94, 96) des jumelles (24, 64).

6. Cintreuse selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** le dispositif (120, 320) destiné à mouvoir les outils de cintrage pour l'outil de cintrage concerné se trouve dans toutes les positions de cintrage de l'outil de cintrage (110, 310) exclusivement sur le côté du plan de serrage (114) sur lequel se trouve la position de début de cintrage de l'outil de cintrage (110, 310).

7. Cintreuse selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif (120, 320) destiné à mouvoir les outils de cintrage s'étend dans toutes les positions de cintrage possibles de l'outil de cintrage (110, 310) entre un plan limiteur frontal (282) qui s'étend à travers l'outil de cintrage (110, 310) et est perpendiculaire au plan de serrage (114) et le bâti (10) de machine.

8. Cintreuse selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif (120, 320) destiné à mouvoir les outils de cintrage s'étend dans toutes les positions de cintrage possibles de l'outil de cintrage (110, 310) entre un plan limiteur frontal (286) qui s'étend à travers le bord de cintrage (104, 106) et est perpendiculaire au plan de serrage (114) et le bâti (10) de machine.

9. Cintreuse selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le support (112, 132) d'outil de cintrage se trouve dans toutes les positions de cintrage possibles de l'outil de cintrage (110, 310) entre un plan limiteur frontal (282) qui coupe l'outil de cintrage (110, 130) et s'étend perpendiculairement au plan de serrage (114) et la jumelle (24, 64) concernée.

10. Cintreuse selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le support (112, 132) d'outil de cintrage s'étend dans toutes les positions de cintrage possibles de l'outil de cintrage (110, 310) entre un plan limiteur frontal (286) qui s'étend à travers le bord de cintrage (104, 106) et est perpendiculaire au plan de serrage (114) et le bâti (10) de machine.

11. Cintreuse selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'outil de cintrage (110, 310) non utilisé pour une opération sur le matériau plat (46) est toujours dans la position de repos.

12. Cintreuse selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**au moins un des dispositifs (120, 320) destinés à mouvoir les outils de cintrage présente une pluralité d'éléments de retenue (122) s'appliquant dans une région du support (112, 312) d'outil de cintrage opposée à l'outil de cintrage (110, 310) et disposés à intervalles fixes dans un sens (14) parallèle au sens longitudinal du bord de cintrage (104, 106), qui supportent le support (112, 312) d'outil de cintrage par rapport au bâti (10) de la machine.

13. Cintreuse selon la revendication 12, **caractérisée en ce que** les éléments de retenue (122, 322) sont conformés comme des guides pour un mouvement défini d'un point d'application (142) de ceux-ci sur le support (112, 312) d'outil de cintrage.

14. Cintreuse selon la revendication 13, **caractérisée en ce que** les éléments de retenue (122, 322) guident le point d'application (142) sur une trajectoire prédéterminée.
15. Cintreuse selon une des revendications 12 à 14, **caractérisée en ce que** les éléments de retenue (122, 322) s'appliquent de manière articulée sur le support (112, 312) d'outil de serrage.
16. Cintreuse selon une des revendications 12 à 15, **caractérisée en ce que** les éléments de retenue (122, 322) sont placés de manière articulée par rapport au bâti (10) de machine.
17. Cintreuse selon une des revendications 12 à 16, **caractérisée en ce que** les éléments de retenue (122, 322) s'appliquent sur la jumelle (24, 64) à laquelle l'outil de cintrage (110, 310) concerné est coordonné.
18. Cintreuse selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif (120, 320) destiné à mouvoir les outils de cintrage présente une pluralité d'unités d'entraînement (150, 350) de support d'outil de cintrage disposées l'une après l'autre dans le sens (14) parallèle au sens longitudinal du bord de cintrage (104, 106) destiné à mouvoir l'outil de cintrage (110, 310) entre la position de début de cintrage et la position de fin de cintrage.
19. Cintreuse selon la revendication 18, **caractérisée en ce que** l'outil de cintrage (110, 310) peut être également mu par les unités d'entraînement (150, 350) de support d'outil de cintrage entre la position de repos et la position de début de cintrage.
20. Cintreuse selon une des revendications 18 ou 19, **caractérisée en ce que** les unités d'entraînement (150, 350) de support d'outil de cintrage s'appliquent sur le support (112, 132) d'outil de cintrage en un point d'application et déplacent celui-ci entre la position de début de cintrage et la position de fin de cintrage sur une trajectoire (172) prédéterminée de manière définie.
21. Cintreuse selon la revendication 20, **caractérisée en ce que** la trajectoire (172) peut être prédéterminée par un mouvement de pivotement autour d'un axe de pivotement (164) fixe sur le bâti de machine.
22. Cintreuse selon une des revendications 18 à 21, **caractérisée en ce que** les unités d'entraînement (150, 350) de support d'outil de cintrage peuvent être entraînées par un entraînement (190).
23. Cintreuse selon la revendication 22, **caractérisée en ce que** les unités d'entraînement (150, 350) de support d'outil de cintrage peuvent être entraînées par entraînement (190) qui leur est propre.
24. Cintreuse selon la revendication 22 ou 23, **caractérisée en ce que** chacune des unités d'entraînement (150, 350) de support d'outil de cintrage comprend un bras d'entraînement (154) pouvant être entraîné de manière pivotante, qui peut pivoter à une première extrémité (160) autour d'un axe (164) fixe sur le bâti et est relié de manière pivotante à une deuxième extrémité (166) au support (112, 312) d'outil de cintrage par une articulation à genouillère (156).
25. Cintreuse selon une des revendications 18 à 24, **caractérisée en ce que** chacune des unités d'entraînement (150, 350) de support d'outil de cintrage présente un système d'entraînement à genouillère (152) destiné à mouvoir le support (112, 312) d'outil de cintrage.
26. Cintreuse selon la revendication 25, **caractérisée en ce que** un premier levier (154) du système d'entraînement à genouillère (152) peut pivoter autour d'un axe (164) fixe sur le bâti de machine.
27. Cintreuse selon la revendication 26, **caractérisée en ce que** le bras d'entraînement (154) forme le premier levier du système d'entraînement à genouillère (152).
28. Cintreuse selon une des revendications 25 à 27, **caractérisée en ce que** le support (112, 312) d'outil de cintrage forme au moins une partie d'un deuxième levier (158) du système d'entraînement à genouillère (152).
29. Cintreuse selon une des revendications 24 à 28, **caractérisée en ce que** le bras d'entraînement (154) est conformé de manière variable en longueur en ce qui concerne sa distance entre une première extrémité (160) et sa deuxième extrémité (166).
30. Cintreuse selon la revendication 29, **caractérisée en ce que** le bras d'entraînement (154) peut être réglé de manière variable en longueur par un entraînement (190).
31. Cintreuse selon la revendication 30, **caractérisée en ce que** l'entraînement (190) destiné à faire pivoter le bras d'entraînement (154) sert aussi d'entraînement (190) destiné à régler la longueur du bras d'entraînement (154).
32. Cintreuse selon une des revendications 29 à 31, **caractérisée en ce que** le bras d'entraînement (154) est variable en longueur en raison d'un mécanisme de levier à genouillère (182).

33. Cintreuse selon la revendication 32, **caractérisée en ce que** le mécanisme de levier à genouillère (182) peut être déterminé pour déterminer des longueurs différentes du bras d'entraînement (154) dans des positions d'extension différentes. 5
34. Cintreuse selon la revendication 33, **caractérisée en ce que** pour déterminer les différentes positions d'extension, le mécanisme de levier à genouillère (182) peut être bloqué par un dispositif de blocage (208). 10
35. Cintreuse selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif (120, 320) destiné à mouvoir les outils de cintrage s'applique au moins en partie sur la jumelle à laquelle l'outil de cintrage (110, 310) est coordonné. 15
36. Cintreuse selon la revendication 35, **caractérisée en ce que** chacun des éléments de retenue (122, 322) s'applique sur la jumelle (24, 64) concernée. 20
37. Cintreuse selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'unité d'entraînement (150, 350) de support d'outil de cintrage est disposée pour l'outil de cintrage (110, 310) concerné sur un support (20, 60) de jumelle (24, 64) auquel l'outil de cintrage (110, 310) est coordonné. 25
38. Cintreuse selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le bâti (10) de machine est conformé de manière latéralement ouverte sur au moins un de ses côtés transversaux (98, 100) pour l'introduction du matériau plat (46) dans le sens longitudinal (14) du bord de cintrage (104, 106) et entre la jumelle supérieure (64) et la jumelle inférieure (24), 30 35
39. Cintreuse selon la revendication 38, **caractérisée en ce que** le bâti (10) de machine est également conformé de manière latéralement ouverte dans la région des outils de serrage (26, 66) pour l'introduction du matériau plat 46 entre les outils de serrage. 40
40. Cintreuse selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le bâti (10) de machine est conformé sans montants latéraux. 45
41. Cintreuse selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le bâti de machine présente au moins deux unités (12) de bâti disposées l'une après l'autre dans le sens (14) parallèle au sens longitudinal du bord de cintrage (104, 106), lesquelles maintiennent la jumelle inférieure (24) et la jumelle supérieure (64) de manière mobile l'une par rapport à l'autre. 50 55
42. Cintreuse selon la revendication 41, **caractérisée en ce que** des espaces intermédiaires (16) sont disposés entre les unités (12) de bâti.
43. Cintreuse selon la revendication 41 ou 42, **caractérisée en ce que** chaque unité (12) de bâti présente un guide (54) pour un mouvement défini de la jumelle inférieure (24) et de la jumelle supérieure (64) l'une par rapport à l'autre.
44. Cintreuse selon la revendication 43, **caractérisée en ce que** la jumelle inférieure (24) et la jumelle supérieure (64) peuvent picoter l'une par rapport à l'autre autour d'un axe de pivotement (82) du guide (54).
45. Cintreuse selon la revendication 44, **caractérisée en ce que** l'axe de pivotement (82) est disposé à une distance des outils de serrage (26, 66) sur un côté de ceux-ci opposé à l'outil de serrage (110, 130).
46. Cintreuse selon une des revendications 41 à 45, **caractérisée en ce que** chaque unité (12) de bâti présente un support (20) de jumelle inférieure et un support (60) de jumelle supérieure qui peuvent être mus de manière définie l'un par rapport à l'autre par le guide (54).
47. Cintreuse selon la revendication 46, **caractérisée en ce que** les supports (20) de la jumelle inférieure de la pluralité d'unités (12) de bâti sont reliés entre eux de manière rigide.
48. Cintreuse selon une des revendications 41 à 47, **caractérisée en ce qu'**au moins une des unités (12) de bâti présente un entraînement (90) pour un mouvement relatif de la jumelle inférieure (24) et de la jumelle supérieure (64) l'une par rapport à l'autre.
49. Cintreuse selon la revendication 48, **caractérisée en ce que** chacune des unités (12) de bâti présente un entraînement (90) propre pour le mouvement relatif de la jumelle inférieure et de la jumelle supérieure.
50. Cintreuse selon une des revendications 41 à 49, **caractérisée en ce qu'**une unité d'entraînement (150, 350) du support de l'outil de cintrage pour l'outil de cintrage (110, 310) concerné est coordonnée à chacune des unités (12) de bâti.
51. Cintreuse selon une des revendications 41 à 50, **caractérisée en ce que** les unités (12) de bâti sont en contact avec la jumelle supérieure (64) et avec la jumelle inférieure (24) sur un côté opposé aux outils de serrage (26, 66).
52. Cintreuse selon une des revendications 41 à 51, **ca-**

ractérisée en ce que les unités de bâti sont disposées entre des faces frontales latérales (94, 96) de la jumelle supérieure (64) et de la jumelle inférieure (24).

53. Cintreuse selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**au moins un des outils de cintrage (110, 310) présente un talon de cintrage (242) avec une surface de pression (246) courbe destinée à exercer une action sur un côté (116) du matériau plat (46). 10
54. Cintreuse selon la revendication 53, **caractérisée en ce que** l'outil de cintrage (110, 310) peut être mu par le dispositif (120, 320) destiné à mouvoir les outils de cintrage entre une position de début de cintrage et. une position de fin de cintrage sur une trajectoire (260) autour du bord de cintrage (104, 106) concerné qui est prédéfinie de telle manière que la surface de pression (246) courbe et le côté (116) du matériau plat (46) sur lequel une action est exercée se meuvent l'un par vers l'autre à la manière d'un recourbement essentiellement sans glissement l'un par rapport à l'autre. 20
55. Cintreuse selon la revendication 54, **caractérisée en ce que** la trajectoire (260) de l'outil de cintrage (110, 310) est prédéterminée de manière définie par un guide de trajectoire (122, 150, 322, 350) mécanique. 25
56. Cintreuse selon la revendication 55, **caractérisée en ce que** la trajectoire (260) de l'outil de cintrage (110, 310) est prédéterminée par au moins un mouvement de pivotement. 30
57. Cintreuse selon la revendication 56, **caractérisée en ce que** la trajectoire (260) de l'outil de cintrage (110, 310) est prédéterminée par la superposition d'au moins deux mouvements de pivotement. 40
58. Cintreuse selon une des revendications 53 à 57, **caractérisée en ce que** le talon de cintrage (242) avec une pointe (244) de talon de cintrage est orienté dans toutes les positions de cintrage au moins vers un des outils de serrage (26, 66). 45
59. Cintreuse selon une des revendications 53 à 58, **caractérisée en ce que**, lors du parcours des positions de cintrage de la position de début de cintrage à la position de fin de cintrage, une ligne de contact (254) se déplace entre la surface de pression (246) et le côté (116) du matériau plat (46) sur lequel une action est appliquée sur le côté (116) du matériau plat (46) sur lequel une action est appliquée en direction du bord de cintrage (106). 50
60. Cintreuse selon la revendication 59, **caractérisée**

en ce que la surface de pression (246) présente une ligne de crête (250) voisine de l'outil de serrage (26, 66) concerné dans la position de début de cintrage et s'étend depuis de cette ligne de crête (250) en s'éloignant de l'outil de serrage (26, 66).

61. Cintreuse selon la revendication 60, **caractérisée en ce que** la surface de pression (246) du talon de cintrage (242) présente une surface de pression partielle antérieure (248) opposée au support (112, 312) d'outil de cintrage, laquelle s'étend en s'éloignant de la ligne de crête (250).
62. Cintreuse selon la revendication 61, **caractérisée en ce que** la surface de pression (246) présente une surface de pression partielle postérieure (252), orientée vers le support (112, 312) d'outil de cintrage, qui s'étend à l'opposé de la surface de pression partielle antérieure (248) en s'éloignant de la ligne de crête (250).
63. Cintreuse selon la revendication 61 ou 62, **caractérisée en ce que** dans la position de début de cintrage, la ligne de contact (254) se trouve dans la région de la surface de pression partielle antérieure (248) et se déplace lors du cintrage en direction de la ligne de crête (250).
64. Cintreuse selon la revendication 63, **caractérisée en ce que** le talon de cintrage (242) peut être déplacé dans une position de fin de cintrage de ce type dans laquelle la ligne de contact (254) se trouve dans la région de la surface de pression partielle postérieure (252).

FIG. 1

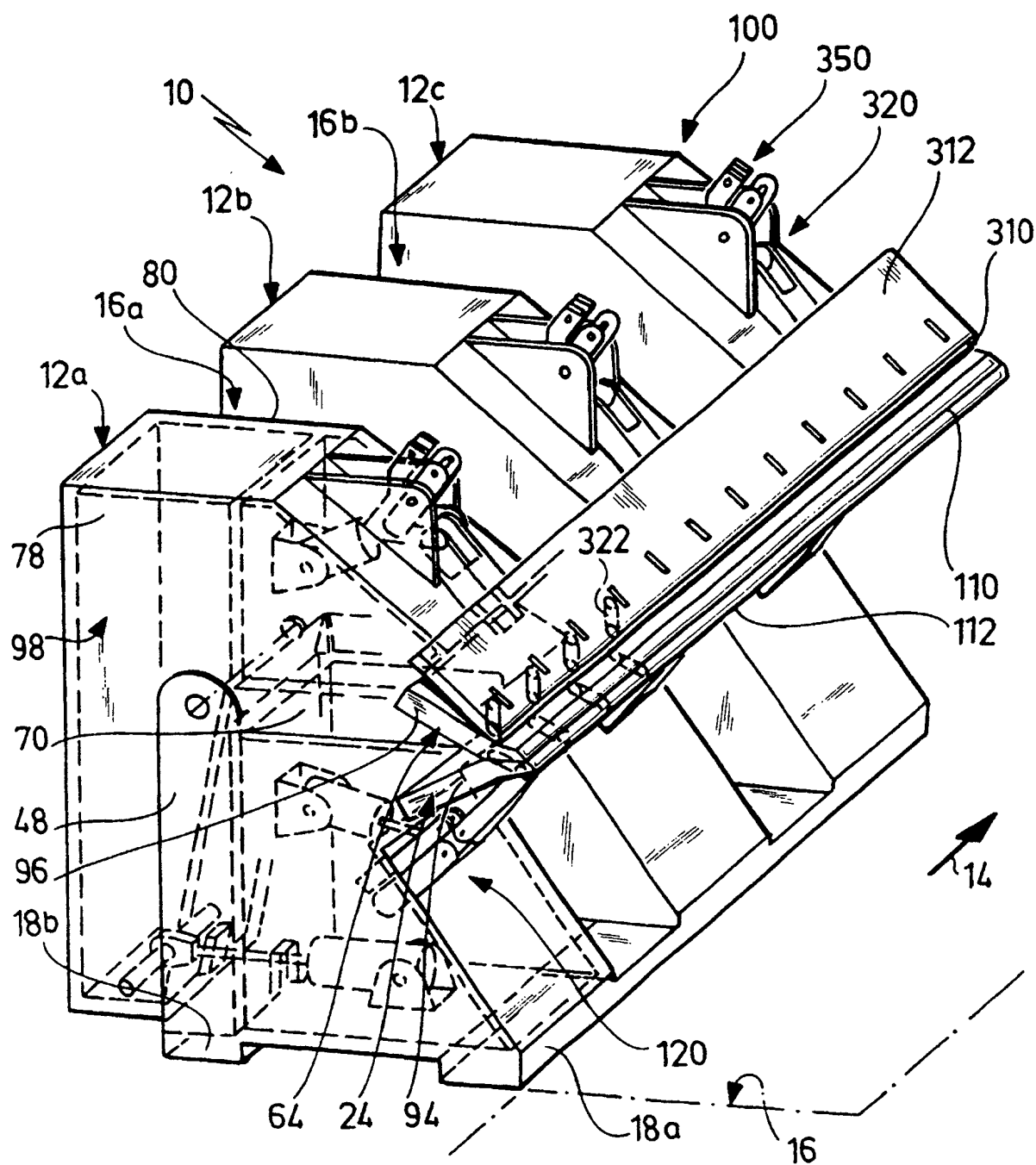
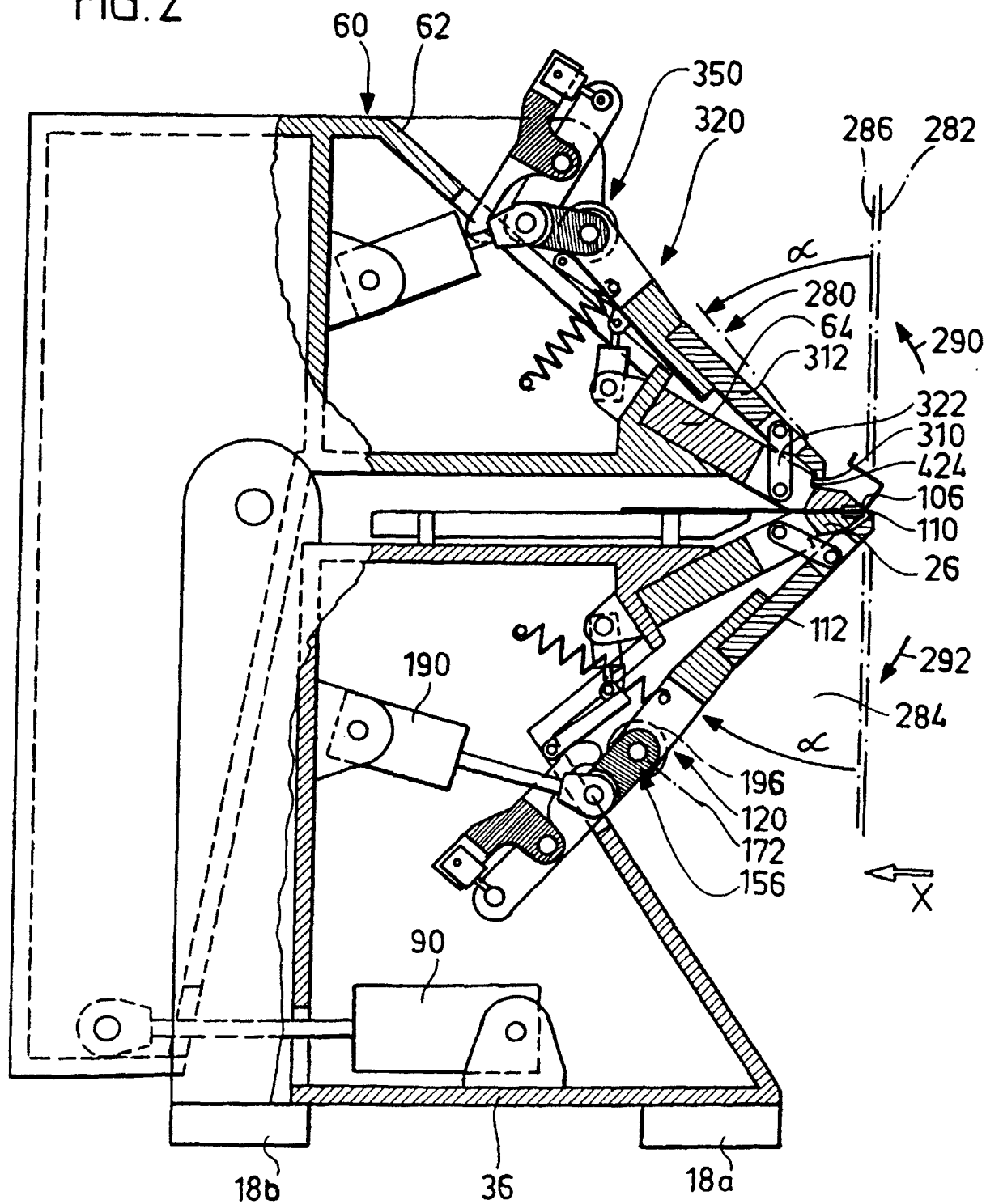


FIG. 2



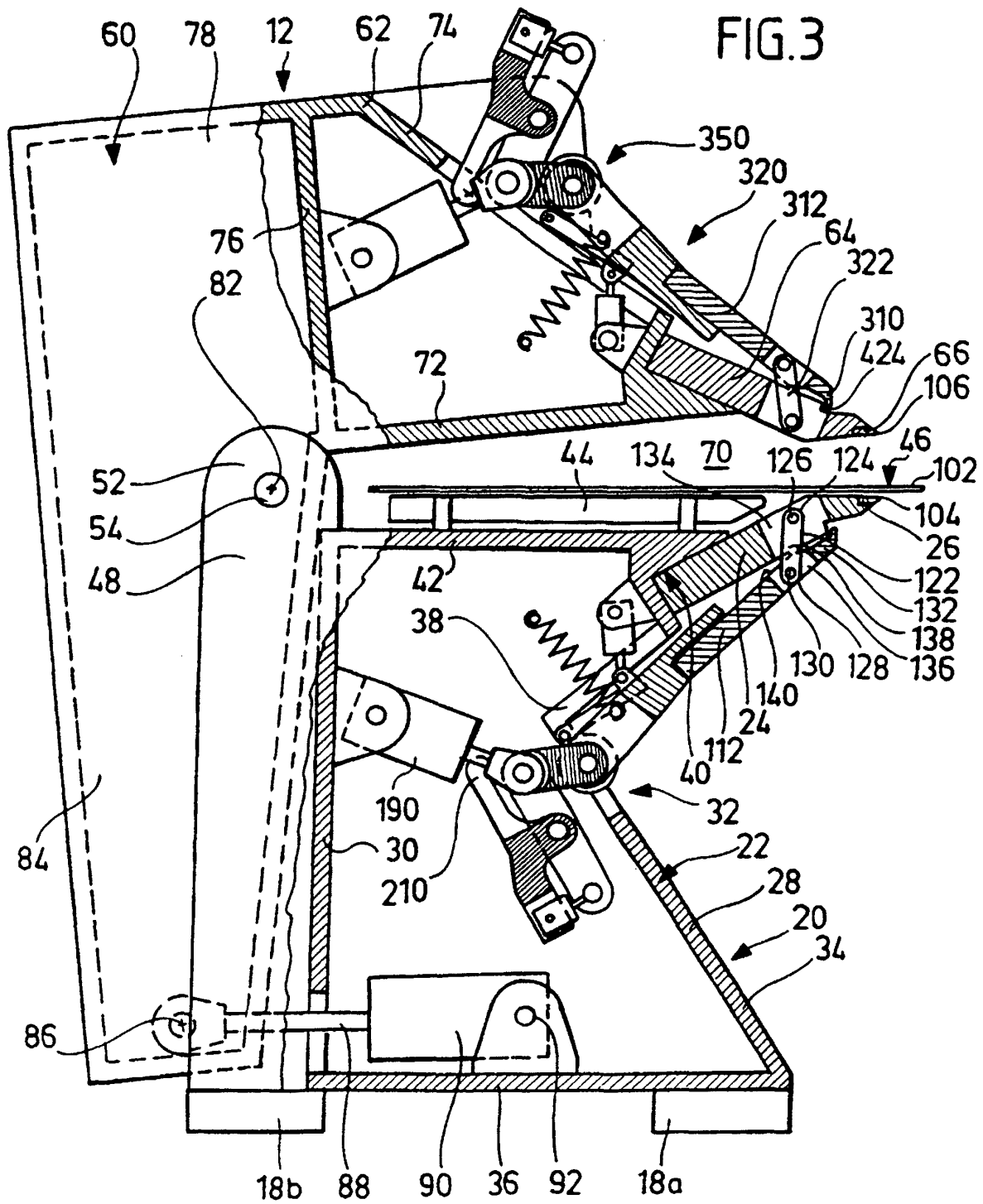


FIG. 4

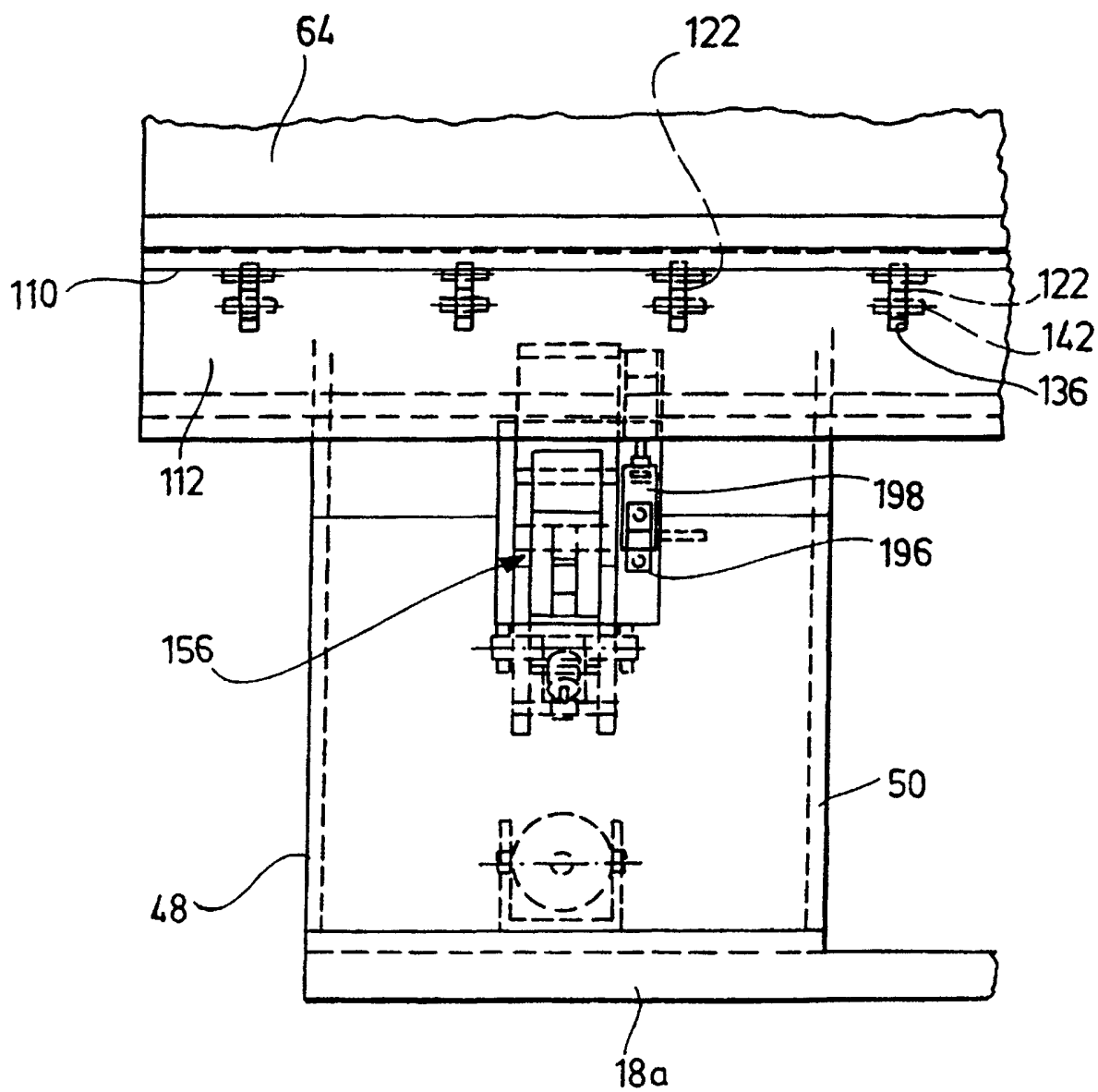


FIG. 5

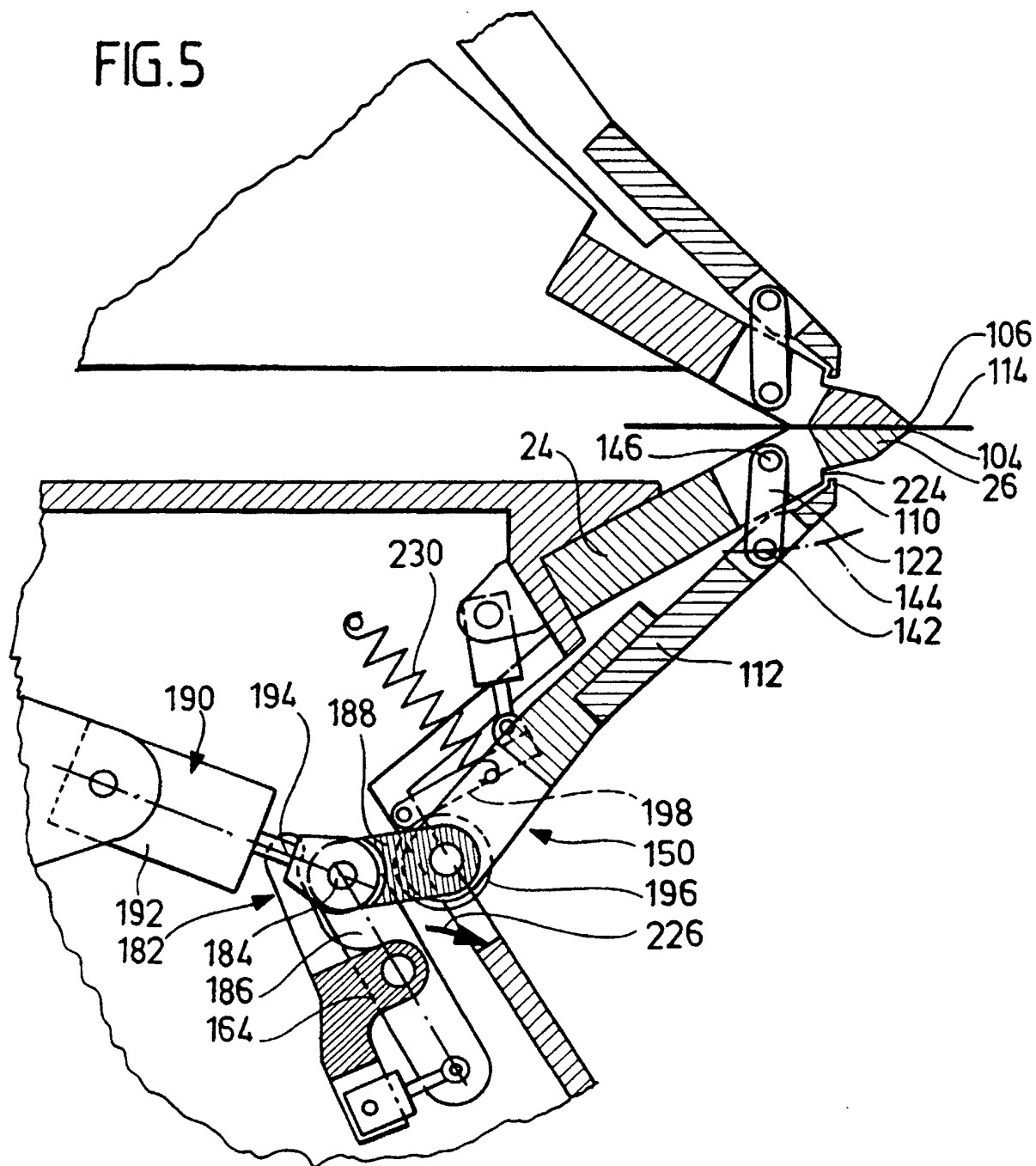


FIG. 6

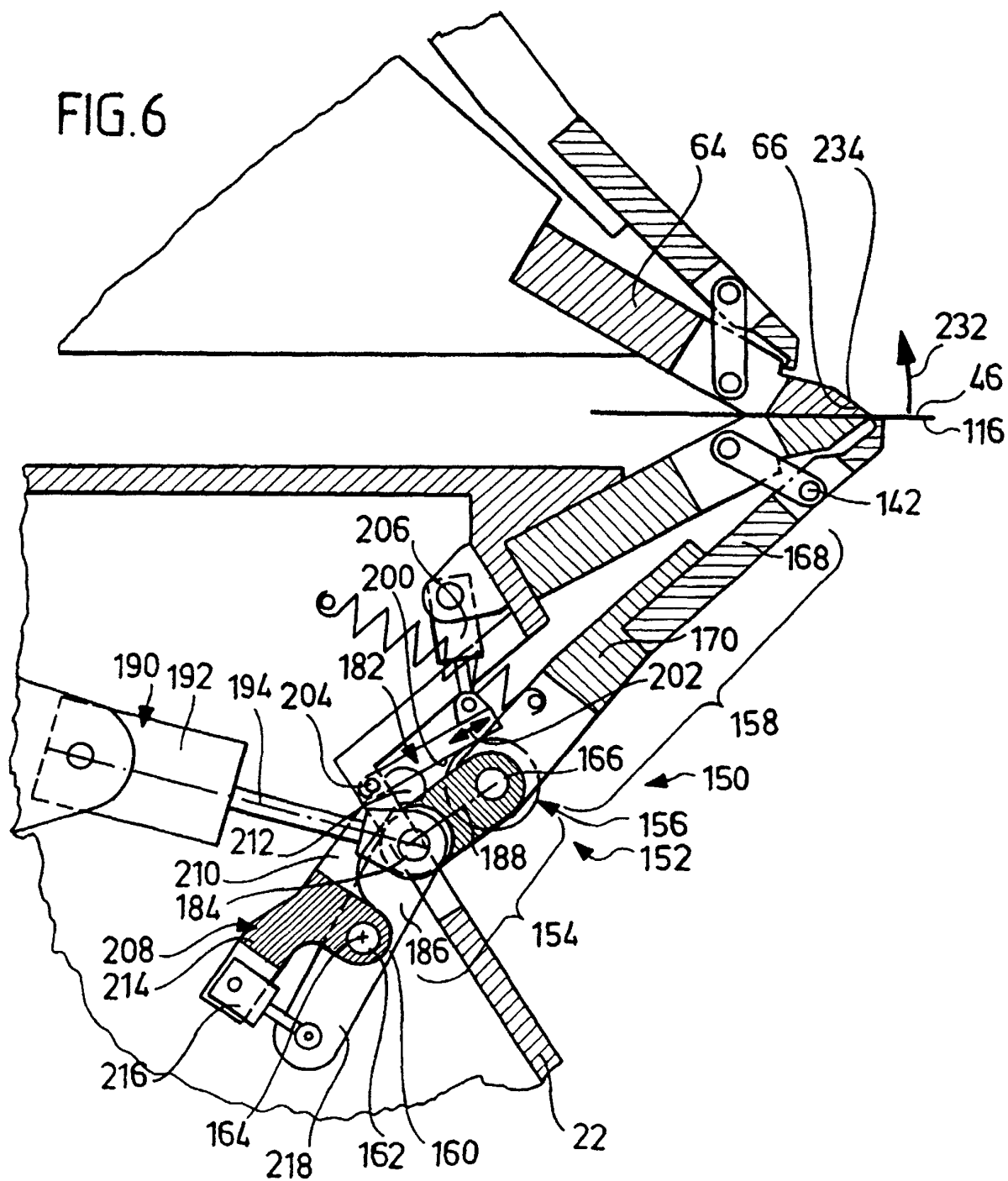


FIG.7

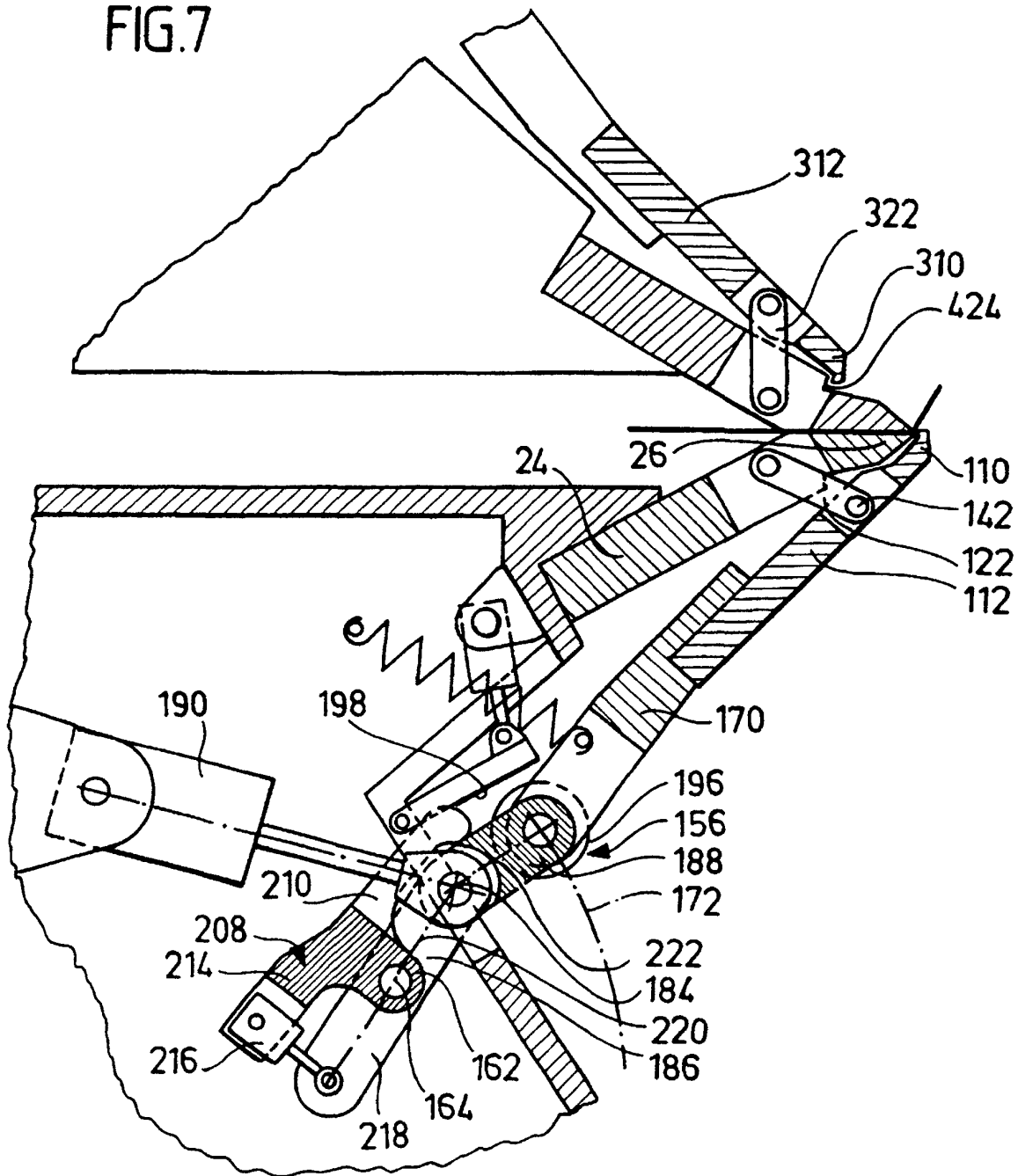


FIG.8

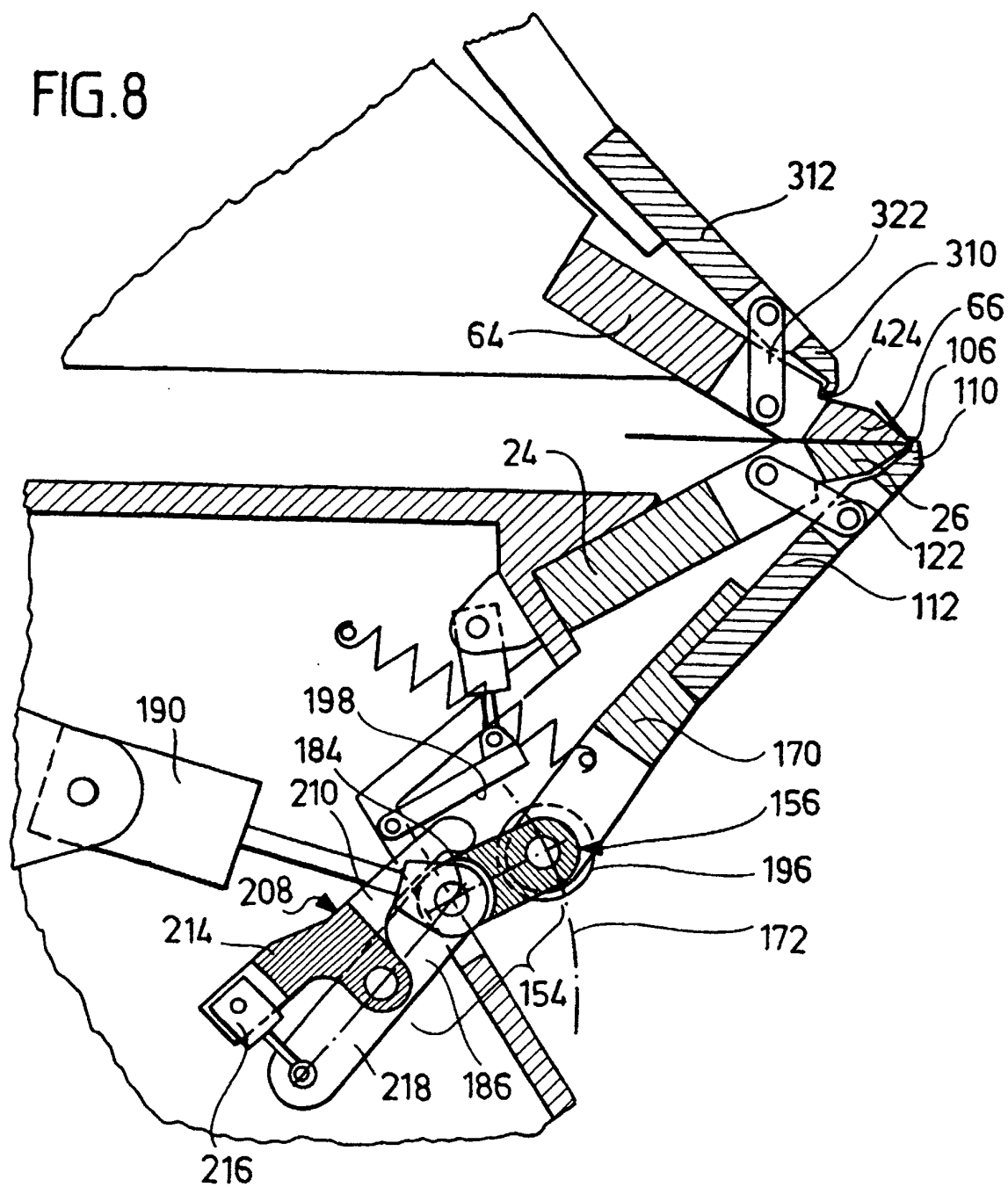


FIG. 9

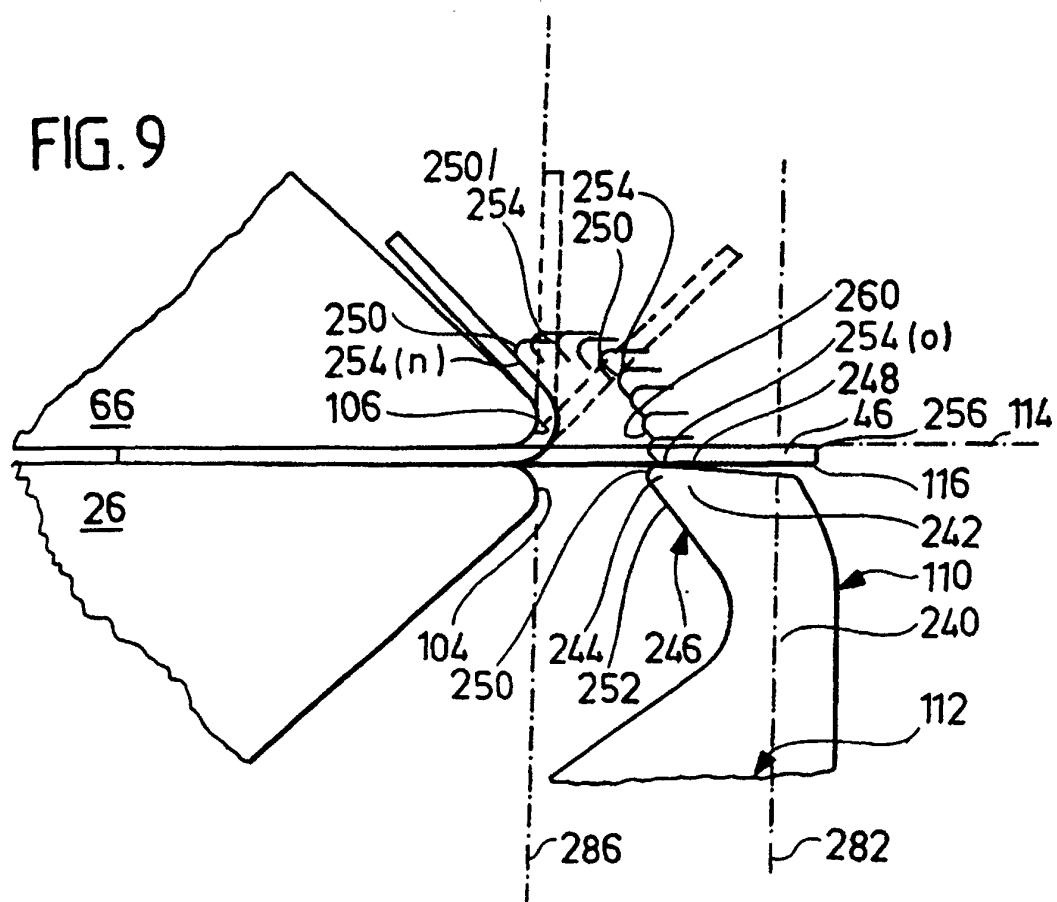


FIG. 10

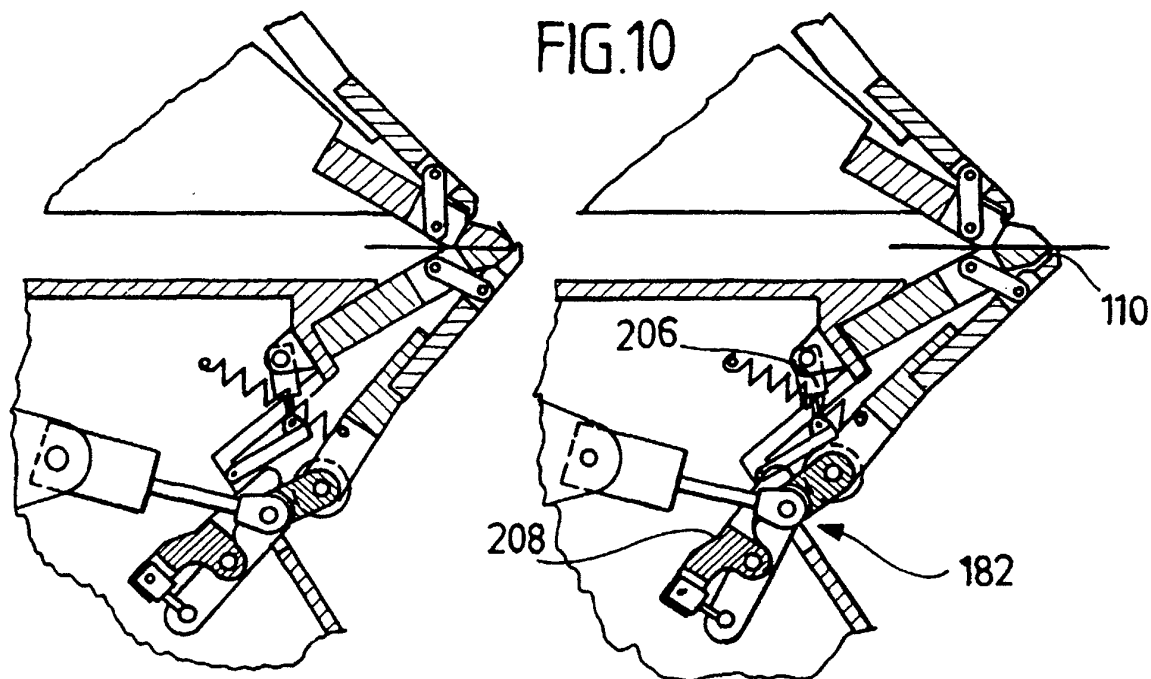


FIG.11

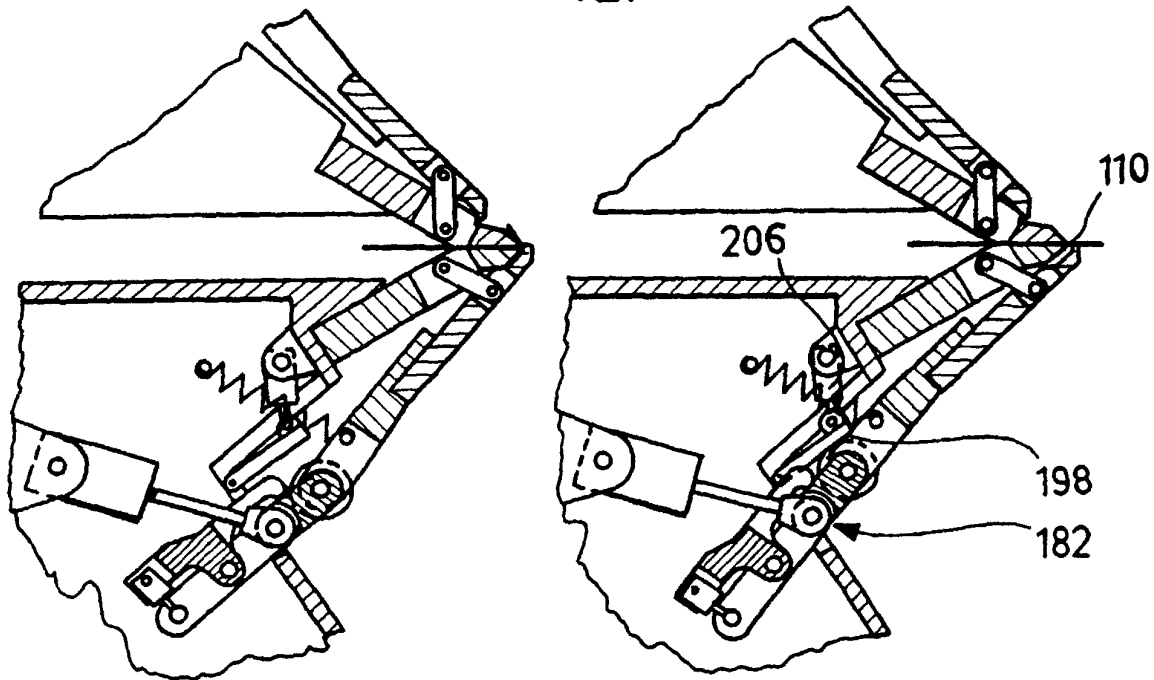


FIG.12

