

(19)



(11)

**EP 1 542 816 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**21.05.2008 Patentblatt 2008/21**

(51) Int Cl.:  
**B21D 5/04 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **03740348.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2003/006731**

(22) Anmeldetag: **26.06.2003**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2004/033125 (22.04.2004 Gazette 2004/17)**

(54) **BIEGEMASCHINE**

BENDING MACHINE

MACHINE A CINTRER

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **26.09.2002 EP 10245777**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**22.06.2005 Patentblatt 2005/25**

(73) Patentinhaber: **RAS Reinhardt Maschinenbau GmbH**  
**71065 Sindelfingen (DE)**

(72) Erfinder: **KUTSCHKER, Wolfgang**  
**70034 Böblingen (DE)**

(74) Vertreter: **Hoeger, Stellrecht & Partner**  
**Patentanwälte**  
**Uhlandstrasse 14 c**  
**70182 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A- 2 534 664** **DE-A- 19 736 987**

**EP 1 542 816 B1**

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

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Biegemaschine umfassend ein Maschinengestell, eine Oberwange und eine Unterwange, die beide am Maschinengestell gehalten und relativ zueinander bewegbar sind, eine am Maschinengestell gehaltene und relativ zu diesem sowie zur Oberwange und Unterwange bewegbare Biegewange mit einem Biegewangenträger und einem am Biegewangenträger über eine durch eine Steuerung ansteuerbare Bombiereinrichtung abgestützten Biegewangenwerkzeug.

**[0002]** Derartige Biegemaschinen sind aus der DE-A-197 36 987 bekannt.

**[0003]** Bei diesen erfolgt die Einstellung der Bombiereinrichtung in manueller Art und Weise, wobei die geeignete Einstellung der Bombiereinrichtung für eine bestimmte Biegeoperation durch eine Versuchsreihe festzustellen ist.

**[0004]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Biegemaschine der gattungsgemäßen Art derart zu verbessern, dass die Einstellung der Bombiereinrichtung schneller und präziser möglich ist.

**[0005]** Diese Aufgabe wird bei einer Biegemaschine der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Bombiereinrichtung mit einer entsprechend einem Einstellparameter einstellbaren Stelleinrichtung versehen ist, dass mit der Steuerung der mindestens eine Einstellparameter für eine bestimmte Biegeoperation während der Durchführung dieser Biegeoperation durch eine Messung ermittelbar ist, und dass die Steuerung zum Ermitteln des mindestens einen Einstellparameters die Durchbiegung des Biegewangenträgers mittels mindestens eines Sensors im Rahmen einer Messung erfasst.

**[0006]** Das Ermitteln der Durchbiegung des Biegewangenträgers hat den Vorteil, dass damit keinerlei Messung im Bereich des Biegewangenwerkzeugs und insbesondere keinerlei Messung der Geraderichtung des Biegewangenwerkzeugs während der Biegeoperation erforderlich ist, so dass sich bei dieser Lösung der mindestens eine Einstellparameter während der Biegeoperation besonders günstig erfassen lässt.

**[0007]** Die Zahl der Einstellparameter kann bei der erfindungsgemäßen Lösung unterschiedlich sein.

**[0008]** Die einfachste Lösung sieht vor, dass der mindestens eine Einstellparameter ein einziger Einstellparameter ist, nämlich der maximale, während der bestimmten Biegeoperation auftretende Einstellparameter.

**[0009]** Eine präzisere, insbesondere einzelnen Biegebereichen während des Verlaufs der Biegeoperation angepasste Einstellung der Bombiereinrichtung ist dann möglich, wenn die Bombiereinrichtung während der bestimmten Biegeoperation entsprechend einer Vielzahl von Einstellparametern einstellbar ist.

**[0010]** Beispielsweise werden von der Steuerung die exakt den bei der Biegeoperation durchlaufenden Biegezuständen entsprechenden Einstellparameter einge-

stellt.

**[0011]** Prinzipiell wäre es denkbar, den Einstellparameter dadurch zu bestimmen, dass ausgehend von Werkstückdaten und Daten der Biegeoperation der Einstellparameter aus einer in der Steuerung abgelegten Tabelle bestimmt wird. Eine derartige Vorgehensweise bringt stets Ungenauigkeiten mit sich.

**[0012]** Ergänzend zu den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen ist die Bombiereinrichtung mit einer während einer Biegeoperation betreibbaren Stelleinrichtung versehen ist, mit der Steuerung die Stelleinrichtung auch während einer Biegeoperation ansteuerbar, ist mindestens ein der Steuerung zugeordneter Sensor vorgesehen, mit welchem von der Steuerung eine Einstellung der Bombiereinrichtung durch die Stelleinrichtung ermittelbar und ist für eine bestimmte Biegeoperation durch die Steuerung mindestens ein Einstellparameter für die Bombiereinrichtung bestimmbar, bei welchem das Biegewangenwerkzeug bei Beendigung dieser Biegeoperation im Wesentlichen durchbiegungsfrei ausgerichtet ist.

**[0013]** Der Vorteil dieser Ergänzung ist darin zu sehen, dass bei dieser die Möglichkeit besteht, einerseits über die Steuerung die Bombiereinrichtung während einer Biegeoperation einzustellen und andererseits die Steuerung die Möglichkeit hat, für eine bestimmte Biegeoperation mindestens einen Einstellparameter für die Bombiereinrichtung zu bestimmen, bei welchem das Biegewangenwerkzeug bei Beendigung dieser Biegeoperation im Wesentlichen durchbiegungsfrei ausgerichtet ist.

**[0014]** Damit ist es zumindest möglich, die Bombiereinrichtung auch während einer Biegeoperation so einzustellen, dass bei Beendigung der Biegeoperation das Biegewangenwerkzeug durchbiegungsfrei ausgerichtet ist und somit das vom Biegewangenwerkzeug gebogene Werkstück auch nach Beendigung die der durchbiegungsfreien Ausrichtung des Biegewangenwerkzeugs entsprechende präzise Umbiegung auch aufweist.

**[0015]** Das Ermitteln des mindestens einen Einstellparameters durch eine Messung ist in unterschiedlichster Weise denkbar.

**[0016]** Beispielsweise wäre es denkbar, die geradlinige Ausrichtung des Biegewangenwerkzeugs durch eine Messung während der Durchführung der Biegeoperation zu erfassen und die Bombiereinrichtung stets so einzustellen, dass die geradlinige Ausrichtung des Biegewangenwerkzeugs erhalten bleibt. In diesem Fall werden die Einstellparameter seitens der Steuerung durch die stets erfolgende Nachstellung der Bombiereinrichtung so, dass das Biegewangenwerkzeug gerade gerichtet bleibt, ermittelt und gleichzeitig mit der Ermittlung dieser Einstellparameter erfolgt eine entsprechende Einstellung der Bombiereinrichtung.

**[0017]** Hinsichtlich der Art der Erfassung der Durchbiegung des Biegewangenträgers sind die unterschiedlichsten Möglichkeiten denkbar.

**[0018]** Beispielsweise wäre es denkbar, an mehreren Stellen des Biegewangenträgers die Durchbiegung desselben zu erfassen.

**[0019]** Aus Gründen der Einfachheit hat es sich jedoch als besonders vorteilhaft erwiesen, wenn der mindestens eine Sensor die Durchbiegung des Biegewangenträgers an einer einzigen Stelle desselben erfasst.

**[0020]** Die Erfassung der Durchbiegung des Biegewangenträgers wäre beispielsweise über einen Dehnungsmeßstreifen möglich, der an der sich dehnenen Seite des Biegewangenträgers angeordnet werden könnte.

**[0021]** Aus Gründen der Einfachheit hat es sich jedoch als günstig erwiesen, wenn der mindestens eine Sensor die Durchbiegung des Biegewangenträgers gegenüber einer Referenzposition erfäßt, so daß die Festlegung der Nullposition, die bei einem Dehnungsmeßstreifen problematisch ist, entfallen kann.

**[0022]** Hinsichtlich der Vorgabe der Referenzposition sind unterschiedlichste Lösungen denkbar.

**[0023]** So wäre es beispielsweise denkbar, die Referenzposition durch einen Lichtstrahl vorzugeben.

**[0024]** Eine besonders einfache Lösung sieht jedoch vor, daß die Referenzposition durch ein Referenzelement vorgegeben ist.

**[0025]** Ein derartiges Referenzelement kann in unterschiedlichster Art und Weise vorgesehen sein. Eine günstige Lösung sieht vor, daß das Referenzelement ein sich parallel zum Biegewangenträger erstreckter Referenzträger ist.

**[0026]** Bezüglich der Arbeitsweise des Sensors sind im Fall eines Referenzelements ebenfalls mehrere Varianten denkbar. Besonders günstig ist es, wenn der mindestens eine Sensor eine relative Lageänderung des Biegewangenträgers gegenüber dem Referenzträger erfäßt.

**[0027]** Die Durchbiegung des Biegewangenträgers kann nun in unterschiedlichster Art und Weise mit dem zu ermittelnden Einstellparameter verknüpft werden. Eine aufgrund der Einfachheit besonders günstige Lösung sieht vor, daß die Steuerung ausgehend von der Durchbiegung des Biegewangenträgers und eines Verstellverhaltens der Bombiereinrichtung den Einstellparameter für die Bombiereinrichtung ermittelt.

**[0028]** Hinsichtlich der Art und Weise, wie die Einstellung der Bombiereinrichtung mit dem Sensor erfäßt werden soll, wurden im Zusammenhang mit der bisherigen Erläuterung der Erfindung keinerlei nähere Angaben gemacht. So sieht eine vorteilhafte Lösung vor, daß die Steuerung die Einstellung der Bombiereinrichtung mittels mindestens eines der Bombiereinrichtung zugeordneten Stellungssensors erfäßt.

**[0029]** Vorzugsweise ist dabei der Stellungssensor endseitig der Bombiereinrichtung angeordnet.

**[0030]** Besonders günstig ist es dabei, wenn jeweils an beiden Enden der Bombiereinrichtung ein Stellungssensor angeordnet ist, um deren Einstellung besonders exakt zu ermitteln.

**[0031]** Hinsichtlich der Einstellung der Bombiereinrichtung wurden im Zusammenhang mit der bisherigen Erläuterung der einzelnen Ausführungsbeispiele keine

näheren Angaben gemacht.

**[0032]** So ist es beispielsweise denkbar, daß die Bombiereinrichtung mittels der Steuerung während einer Biegeoperation entsprechend dem Einstellparameter einstellbar ist, wobei entweder der Einstellparameter auch während der Biegeoperation ermittelt werden kann oder der Einstellparameter bereits vor Durchführung der Biegeoperation ermittelt wurde.

**[0033]** Diese Lösung hat den Vorteil, daß sich die Einstellung der Bombiereinrichtung zumindest näherungsweise so realisieren läßt, daß die Bombiereinrichtung ebenfalls näherungsweise ein gerade gerichtetes Biegewangenwerkzeug bei der Biegeoperation zur Verfügung stellt.

**[0034]** Wie bereits eingangs dargelegt, ist es prinzipiell im Rahmen der erfindungsgemäßen Lösung ausreichend, wenn die Bombiereinrichtung bei Beendigung der Biegeoperation so eingestellt ist, daß das Biegewangenwerkzeug im wesentlichen geradegerichtet ist, da damit bis zum Ende der Biegeoperation eventuelle in Ungenauigkeiten durch eine temporäre Durchbiegung des Biegewangenwerkzeugs während der Biegeoperation ausgeglichen werden können.

**[0035]** Besonders günstig ist es jedoch, wenn die Steuerung durch Ansteuern der Stelleinrichtung die Bombiereinrichtung entsprechend der sich während der Durchführung der Biegeoperation zu einzelnen Zeiten einstellenden Durchbiegung des Biegewangenträgers einstellen.

**[0036]** Besonders günstig ist es, wenn die Bombiereinrichtung mittels der Steuerung während des Erfassens des Einstellparameters entsprechend dem Einstellparameter einstellbar ist, so daß eine direkte Umsetzung des erfaßten Einstellparameters in die Einstellung der Bombiereinrichtung erfolgt.

**[0037]** Beispielsweise ist eine derartige Umsetzung des erfaßten Einstellparameters in die Einstellung der Bombiereinrichtung auch dann möglich, wenn das Festlegen des Einstellparameters durch eine Messung der Geraderichtung der Bombiereinrichtung erfolgt.

**[0038]** Selbstverständlich ist dies aber auch möglich, wenn die Erfassung des Einstellparameters über die Erfassung der Durchbiegung des Biegewangenträgers erfolgt.

**[0039]** Alternativ dazu besteht, insbesondere wenn auch vor der Biegeoperation die Ermittlung des Einstellparameters erfolgt ist, die Möglichkeit, daß die Bombiereinrichtung vor Durchführung der bestimmten Biegeoperation auf den mindestens einen Einstellparameter einstellbar ist.

**[0040]** Besonders günstig ist eine Lösung, bei welcher die Bombiereinrichtung in jedem Betriebszustand entsprechend dem Einstellparameter einstellbar ist.

**[0041]** Im Zusammenhang mit der bisherigen Beschreibung der einzelnen Funktionen der Steuerung wurde dargelegt, daß die Steuerung für die Durchführung einer bestimmten Biegeoperation den Einstellparameter für diese bestimmte Biegeoperation während der Durch-

führung derselben ermittelt.

**[0042]** Dies bedeutet jedoch nicht zwingend, daß stets bei jeder Durchführung der bestimmten Biegeoperation der zumindest eine Einstellparameter jeweils erneut ermittelt werden muß.

**[0043]** So ist es beispielsweise denkbar, daß die Steuerung vor Durchführung einer weiteren der bestimmten Biegeoperationen den mindestens einen Einstellparameter zumindest ungefähr ermittelt.

**[0044]** Das heißt, daß der mindestens eine Einstellparameter im Verlauf der Durchführung einer bestimmten Biegeoperation ermittelt werden kann, dieser ermittelte Einstellparameter aber nicht nur für die Einstellung der Bombiereinrichtung bei dieser einen bestimmten Biegeoperation Verwendung findet, sondern auch bei weiteren der bestimmten Biegeoperationen, also beispielsweise bei der Herstellung weiterer identischer Teile mit wiederholter Durchführung der bestimmten Biegeoperation, Verwendung finden kann.

**[0045]** Mit dieser Lösung läßt sich bei dieser weiteren der bestimmten Biegeoperation beispielsweise der in der vorangehenden bestimmten Biegeoperation ermittelte mindestens eine Einstellparameter zumindest zur schnelleren Einstellung der Bombiereinrichtung einsetzen, da bereits aus der ungefähren Bekanntheit des Einstellparameters die Einstellung der Bombiereinrichtung auf diesen ungefähren Wert eingeleitet werden kann und somit die Messung in einem derartigen Fall lediglich noch Abweichungen von dem ungefähren Wert ausgleichen und durch ergänzende Aussteuerung der Bombiereinrichtung ausgleichen müßte.

**[0046]** Noch vorteilhafter ist es jedoch, wenn die Steuerung vor Durchführung einer weiteren der bestimmten Biegeoperationen den mindestens einen Einstellparameter im wesentlichen genau ermittelt, da in diesem Fall bei Erfassung des mindestens einen Einstellparameters im Zuge einer Biegeoperation bei den weiteren Biegeoperationen derselbe mindestens eine Einstellparameter eingesetzt werden könnte.

**[0047]** Dennoch könnte selbst bei im wesentlichen exakter Ermittlung des mindestens einen Einstellparameters nach wie vor noch eine Messung und Überprüfung der Einstellung erfolgen.

**[0048]** Als besonders günstig hat es sich erwiesen, wenn die Bombiereinrichtung mittels der Steuerung vor Durchführung der bestimmten Biegeoperation voreinstellbar ist.

**[0049]** Mit einer derartigen Voreinstellung läßt sich eine Reihe von Vorteilen erreichen. Ein Vorteil wäre, daß durch die Voreinstellung zumindest auf einen Teilwert des mindestens einen Einstellparameters die Ansprechzeit der Bombiereinrichtung für die Einstellung verringert und somit die Einstellung des Einstellparameters schneller und präziser erfolgen kann.

**[0050]** Ein anderer Vorteil ist darin zu sehen, daß die Möglichkeit besteht, jeweils bei einer der bestimmten Biegeoperationen, nämlich der ersten der bestimmten Biegeoperationen, die Ermittlung der Einstellparameter

durchzuführen und mit diesen Einstellparametern alle weiteren der bestimmten Biegeoperationen durchzuführen.

**[0051]** Bei einer Voreinstellung besteht die Möglichkeit, zumindest auf einen Teilwert des vermuteten Einstellparameters einzustellen, wobei dieser Teilwert kleiner angenommen werden kann als der vermutete Einstellparameter.

**[0052]** Um, insbesondere bei kraftintensiven Biegeoperationen, die Einstellung der Bombiereinrichtung zu erleichtern und somit auch deren Einstellgeschwindigkeit und Einstellpräzision zu verbessern, ist vorzugsweise vorgesehen, daß die Bombiereinrichtung mittels der Steuerung auf einen über einem vermuteten Einstellparameter liegenden Wert voreinstellbar ist und dann auf den Einstellwert während der Biegeoperation absenkbar ist.

**[0053]** Diese Voreinstellung des Einstellparameters über den vermuteten Einstellparameter hinaus, das heißt auf über diesem liegende Werte, hat den Vorteil, daß damit die Möglichkeit besteht, während der Biegeoperation die auf die Bombiereinrichtung wirkenden Biegekräfte zusätzlich zur von der Stelleinrichtung erzeugten Kraft dazu einzusetzen, die Bombiereinrichtung zu verschieben, nämlich in Richtung niedrigerer Werte der Einstellparameter, das heißt von höherer Bombierung in Richtung niedrigerer Bombierung, so daß damit kleinere Einstellkräfte erforderlich sind und auch die Bombiereinrichtung schneller eingestellt werden kann.

**[0054]** Dabei ist die dann bei Beginn der Biegeoperation zu starke Bombierung nicht nachteilig, sofern sichergestellt ist, daß am Ende des Biegevorgangs die der Durchbiegung des Biegewangenträgers entsprechende Bombierung eingestellt ist.

**[0055]** Hinsichtlich der Bestimmung eines derartigen vermuteten Einstellparameters sind die unterschiedlichsten Lösungen denkbar. So sieht eine besonders günstige Lösung vor, daß der vermutete Einstellparameter durch die Steuerung derart ermittelbar ist, daß der nach Durchlaufen eines Teils eines einer Biegeoperation zugeordneten Biegewinkels ermittelte tatsächliche Einstellparameter herangezogen wird.

**[0056]** Besonders vorteilhaft ist es, wenn der einmal für eine Biegeoperation festgelegte mindestens eine Einstellparameter bei einer weiteren der bestimmten Biegeoperationen weiterhin von der Steuerung als Einstellparameter verwendet wird, da in diesem Fall nur bei einer oder wenigen der bestimmten Biegeoperationen die tatsächliche Ermittlung des Einstellparameters, beispielsweise durch Messen, erfolgt, und dieser eine Einstellparameter dann bei allen weiteren der bestimmten Biegeoperationen eingesetzt werden kann, und der Zeitaufwand für die Messung zur Bestimmung des Einstellparameters eingespart werden kann.

**[0057]** Beispielsweise wäre es bei dieser Lösung denkbar, eine der bestimmten Biegeoperationen langsam durchzuführen und während dieser den mindestens einen Einstellparameter zu ermitteln, um dann die wei-

teren der bestimmten Biegeoperationen sehr schnell durchzuführen, da bei diesen bereits der mindestens eine Einstellparameter ermittelt ist und stets weiterhin verwendet werden kann.

**[0058]** Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung sowie der zeichnerischen Darstellung eines Ausführungsbeispiels.

**[0059]** In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine Frontansicht einer erfindungsgemäßen Biegemaschine mit angedeuteter Bombiereinrichtung;

Figur 2 einen Schnitt längs Linie 2-2 in Figur 1;

Figur 3 eine vergrößerte Darstellung einer Biegewange der erfindungsgemäßen Biegemaschine mit teilweise aufgebrochenen Bereichen zum Erkennen der Bombiereinrichtung und eines Referenzträgers;

Figur 4 eine Darstellung ähnlich Figur 3 mit im wesentlichen erkennbarer Bombiereinrichtung;

Figur 5 eine vergrößerte Darstellung eines Bereichs A in Figur 4 und

Figur 6 in Figur 6a:  
eine Darstellung einer Durchbiegung eines Biegewangenträgers bei einer erfindungsgemäßen Biegemaschine im Verlauf einer Biegeoperation bis zu einem maximalen Biege-  
winkel;  
in Figur 6b:  
eine Darstellung der Einstellparameter für die Einstellung der Bombiereinrichtung über dem Biege-  
winkel bei unterschiedlichen Betriebs-  
modi.

**[0060]** Ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Biegemaschine, dargestellt in Fig. 1, umfaßt ein Maschinengestell 10 mit seitlichen Ständern 12 und 14, zwischen denen, wie in Fig. 1 und 2 dargestellt, sich eine Oberwange 16 und eine Unterwange 18 erstrecken.

**[0061]** Beispielsweise ist die Unterwange 18 an den Ständern 12 und 14 fest angeordnet und die Oberwange 16 relativ zur Unterwange 18 beweglich.

**[0062]** Ferner trägt die Oberwange ein Oberwangenwerkzeug 20 und die Unterwange ein Unterwangenwerkzeug 22, zwischen denen ein Werkstück 24 aus Flachmaterial, beispielsweise ein Blech so einspannbar ist, daß von diesem ein über das Oberwangenwerkzeug 20 und das Unterwangenwerkzeug 22 überstehender Lappen 26 aus einer durch das Unterwangenwerkzeug 22 und das Oberwangenwerkzeug 20 festgelegten Einspannebene 28 heraus biegebar ist.

**[0063]** Hierzu ist die Biegemaschine mit einer Biege-

wange 30 versehen, die sich zwischen endseitig derselben angeordneten Biegewangenhaltern 32 erstreckt und mit diesen Biegewangenhaltern 32 um eine Schwenkachse 34 schwenkbar ist, wobei die Schwenkachse 34 vorzugsweise über der Einspannebene 28 und parallel zu dieser liegt.

**[0064]** Die Biegewange 30 wirkt dabei mit einem Biegewangenwerkzeug 36 auf den umzubiegenden Lappen 26 des Werkstücks 24 ein, wobei das Biegewangenwerkzeug 36 sich über eine Bombiereinrichtung 40 an einem Biegewangenträger 42 der Biegewange 30 abstützt, und der Biegewangenträger 42 dazu vorgesehen ist, die auf das Biegewangenwerkzeug 36 einwirkenden Kräfte aufzunehmen und dadurch das Biegewangenwerkzeug 36 formstabil zu halten.

**[0065]** Im Idealfall würde das Biegewangenwerkzeug 36 derart formstabil gehalten, daß dieses sich mit seiner Biegekante 44 exakt parallel zu der Schwenkachse 34, erstreckt, unabhängig von den auf das Biegewangenwerkzeug 36 wirkenden Reaktionskräften beim Biegen des Werkstücks 24.

**[0066]** Da die Biegewange 30 sich zwischen den seitlichen Ständern 12, 14 über große Längen erstreckt, erfolgt je nach Art des zu biegenden Werkstücks 24 - insbesondere Werkstoff, Werkstückdicke und Werkstücklänge -, der Position des zu biegenden Werkstücks 24 sowie dem zu biegenden Winkel eine mehr oder weniger starke Durchbiegung des Biegewangenträgers 42 und somit eine entsprechende Durchbiegung des Biegewangenwerkzeugs 36, sofern dem nicht mit der Bombiereinrichtung 40 entgegengewirkt wird. Die Bombiereinrichtung 40, über welche sich das Biegewangenwerkzeug 36 am Biegewangenträger 42 abstützt ist dabei so ausgebildet, daß sie, wie sich aus Fig. 3 und 4 ergibt, die Möglichkeit eröffnet, das Biegewangenwerkzeug 36 relativ zum Biegewangenträger 42 entgegengesetzt zu dessen Durchbiegung zu verbiegen und damit die Durchbiegung des die Biegekräfte aufnehmenden Biegewangenträgers 42 so zu kompensieren, daß sich die Biegekante 44 des Biegewangenwerkzeugs 36 im wesentlichen wieder parallel zur Schwenkachse 34, die gleichzeitig die Biegelinie darstellt, erstreckt.

**[0067]** Hierzu ist, wie in Fig. 3 und 4 dargestellt, die Bombiereinrichtung 40 mit aufeinanderfolgend angeordneten Keilpaaren 46<sub>1</sub> bis 46<sub>n</sub> versehen, die jeweils einen unteren, fest auf dem Biegewangenträger 42 sitzenden Keilkörper 48a und einen oberen auf diesem sitzenden Keilkörper 48b umfassen, die mit ihren einander zugewandten Keilflächen 50a bzw. 50b gleitend aneinander anliegen.

**[0068]** Ferner variiert bei unterschiedlichen Keilpaaren 46<sub>1</sub> bis 46<sub>n</sub> der Keilwinkel der Keilflächen 50a, b und zwar derart, daß der Keilwinkel bei den jeweils außen liegenden Keilpaaren 46<sub>1</sub> und 46<sub>n</sub> am geringsten ist und stetig zu einer Mittellinie 52 hin zunimmt, so daß bei dem oder den mittigen Keilpaaren 46<sub>x</sub> die Neigung der Keilflächen 50a, b am größten ist.

**[0069]** Ferner sind die oberen Keilkörper 48b<sub>1</sub> bis 48b<sub>n</sub>

in einer Längsrichtung 54 der Bombiereinrichtung 40, die gleichzeitig auch einer Längsrichtung der Biegewange 30 entspricht, gegenüber den unteren Keilkörpern 48a<sub>1</sub> bis 48a<sub>n</sub> sowie einer zwischen dem Biegewangenwerkzeug 36 und den oberen Keilkörpern 48b<sub>1</sub> bis 48b<sub>n</sub> angeordneten Biegewangenwerkzeugaufnahme 56 verschiebbar, wobei jeweils in der Längsrichtung 54 aufeinanderfolgende obere Keilkörper 48b aneinander anliegen, so daß alle oberen Keilkörper 48b gleichzeitig und um denselben Weg in der Längsrichtung 54 verschiebbar sind.

**[0070]** Durch den unterschiedlichen Neigungswinkel der Keiflächen 50a, b der Keilpaare 46<sub>1</sub> bis 46<sub>n</sub> bewirkt eine Verschiebung der oberen Keilkörper 48b nahe der Mittellinie 52 der Bombiereinrichtung 40 eine stärkere Durchbiegung des Biegewangenwerkzeugs 36 in Richtung von dem Biegewangenträger 42 weg als im Bereich der äußeren Keilpaare 46<sub>1</sub> und 46<sub>n</sub>, wie dies in Fig. 4 dargestellt ist.

**[0071]** Durch eine derartige Einstellbarkeit der Bombiereinrichtung 40 besteht die Möglichkeit, unterschiedlich starke Durchbiegungen des Biegewangenträgers 42 in Richtung von der Schwenkachse 34 weg in entsprechender Weise unterschiedlich stark durch die Bombiereinrichtung 40 zu kompensieren, so daß sich näherungsweise die Biegekannte 44 so einstellen läßt, daß sie sich näherungsweise parallel zur Schwenkachse 34 und somit auch zur Biegelinie erstreckt.

**[0072]** Damit besteht die Möglichkeit, abhängig von den bei unterschiedlichen Biegeoperationen auftretenden Biegekräften die Durchbiegung des Biegewangenträgers 42 im wesentlichen zu kompensieren.

**[0073]** Zum Verstellen der Bombiereinrichtung 40 ist eine als Ganzes mit 60 bezeichnete Stelleinrichtung vorgesehen, welche den jeweils endseitigen Keilpaaren 46<sub>1</sub> und 46<sub>n</sub> zugeordnete Hydraulikzylinder 62 und 64 umfaßt, die über Druckkörper 66 und 68 den jeweiligen oberen Keilkörper 48b<sub>1</sub> bzw. 48b<sub>n</sub> beaufschlagen, wobei jeweils einer der Hydraulikzylinder 62 oder 64 wirksam ist.

**[0074]** Sollen beispielsweise die oberen Keilkörper 48b in Richtung des Hydraulikzylinders 64 verschoben werden, so ist der Hydraulikzylinder 62 wirksam, sollen die oberen Keilkörper 48b in Richtung des Hydraulikzylinders 62 verschoben werden, so ist der Hydraulikzylinder 64 wirksam.

**[0075]** Zum Ansteuern und Betreiben der beiden Hydraulikzylinder 62 und 64 ist die Stelleinrichtung 60 noch mit einer Hydraulikansteuerung 70 versehen, über welche die beiden Hydraulikzylinder 62 und 64 mit Hydraulikmedium gesteuert beaufschlagbar sind.

**[0076]** Die Hydraulikansteuerung 70 korrespondiert mit einer Steuerung 72 für die Biegemaschine.

**[0077]** Um einen korrekten Einstellparameter für die Bombiereinrichtung 40 ermitteln zu können, ist bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel die Steuerung 72 in der Lage, die Durchbiegung des Biegewangenträgers 42 zu erfassen.

**[0078]** Vorzugsweise ist der Biegewangenträger 42

als Hohlkörper ausgebildet, so daß sich in dem Biegewangenträger 42 ein Referenzträger 80 anordnen läßt, der sich ebenfalls in der Längsrichtung 54 des Biegewangenträgers 42 im wesentlichen über dessen Länge erstreckt und im Bereich seiner beiden Enden 82 und 84 an dem Biegewangenträger 42 nahe dessen mit den Biegewangenhaltern 32 verbundenen Endbereichen 86, 88 gehalten ist.

**[0079]** Der Referenzträger 80 verläuft dabei innerhalb des Biegewangenträgers 42 derart, daß er keinerlei Belastungen unterworfen ist und somit sich auch nicht mit dem Biegewangenträger 42 bei Belastung desselben während einer Biegeoperation durchbiegen kann.

**[0080]** Der Referenzträger 80 stellt somit eine geometrische Referenz dar, gegenüber welcher die Durchbiegung des Biegewangenträgers 42 ermittelbar ist.

**[0081]** Hierzu ist vorzugsweise im Bereich nahe der Mittellinie 52 im Biegewangenträger 42 ein mit diesem verbundener erster Sensor 90 vorgesehen, welcher beispielsweise über einen Haltewinkel 92 mit dem Biegewangenträger 42 verbunden ist.

**[0082]** Der erste Sensor 90 erfaßt dabei einen Abstand zwischen diesem und einer Unterkante 94 des Referenzträgers 80, wobei dieser Abstand bei zunehmender Durchbiegung des Biegewangenträgers 42 zunehmend größer wird, so daß der von dem ersten Sensor 90 erfaßte Abstand von der Unterkante 94 der maximalen Durchbiegung des Biegewangenträgers 42 entspricht.

**[0083]** Der mit der Steuerung 72 verbundene erste Sensor 90 liefert somit ein Maß für die maximale Durchbiegung des Biegewangenträgers 42 bei Einwirkung von Biegekräften auf das Biegewangenwerkzeug 36.

**[0084]** Entsprechend der von dem ersten Sensor 90 gemessenen maximalen Durchbiegung ist die Steuerung 72 in der Lage, Einstellparameter E für die Bombiereinrichtung 40 zu ermitteln und die Hydraulikansteuerung 70 entsprechend anzusteuern, so daß der geeignete Hydraulikzylinder 62 oder 64 mit Hydraulikmedium beaufschlagt wird.

**[0085]** Um erkennen zu können, in welchem Maß eine Verschiebung der oberen Keilkörper 48b durch die Hydraulikzylinder 62 oder 64 erfolgt, sind den jeweils äußersten oberen Keilkörpern 48b<sub>1</sub> und 48b<sub>n</sub> zweite Sensoren 100 zugeordnet, die jeweils eine Position des äußersten oberen Keilkörpers 48b<sub>1</sub> bzw. 48b<sub>n</sub> relativ zu einem Fixpunkt 102 ermitteln, welcher ortsfest relativ zum Biegewangenträger 42, vorzugsweise einem Endbereich 86 bzw. 88 desselben angeordnet ist.

**[0086]** Mittels der zweiten Sensoren 100 besteht somit für die Steuerung 72 die Möglichkeit zu erkennen, ob die Stelleinrichtung 60 die Bombiereinrichtung 40 entsprechend dem vorgegebenen Einstellparameter E verstellt hat.

**[0087]** Die Zuordnung des jeweils für die Einstellung der Bombiereinrichtung 40 erforderlichen Einstellparameters E zu der entsprechenden Durchbiegung D des Biegewangenträgers 42 kann dabei im Rahmen eines Eichvorgangs, in welchem jeweils die gerade Richtung

des Biegewangenwerkzeugs 36 bei unterschiedlicher Belastung erreicht wird, festgelegt und in der Steuerung 72 in Form einer Tabelle abgelegt werden.

**[0088]** Somit ist die Steuerung in der Lage, bei sich einstellenden unterschiedlichen Durchbiegungen D des Biegewangenträgers 42 entsprechende Einstellparameter E für die Bombiereinrichtung 40 zu ermitteln, bei welchen die Bombiereinrichtung 40 derart auf das Biegewangenwerkzeug 36 einwirkt, daß dieses mit der Biegekante 44 im wesentlichen geradlinig und parallel zur Schwenkachse 34 und somit parallel zur Biegelinie verläuft.

**[0089]** Die Einstellung der Bombiereinrichtung 40 kann dabei in unterschiedlichen Betriebsmodi erfolgen, wie in Fig. 6 dargestellt.

**[0090]** In Fig. 6a ist dabei die Durchbiegung D des Biegewangenträgers 42 in Abhängigkeit von einem Biegewinkel W, das heißt einem Schwenkwinkel um die Schwenkachse 34, dargestellt.

**[0091]** Daraus ergibt sich, daß beim Biegen bis zu einem Winkel von beispielsweise  $90^\circ$ , die Durchbiegung D zunächst in einem ersten Biegewinkelbereich B1 ungefähr linear mit dem Biegewinkel W ansteigt und dann beispielsweise bei einem Biegewinkel W von ungefähr  $4^\circ$  in einen zweiten Biegebereich B2 übergeht, in welchem mit zunehmendem Biegewinkel W nur noch ein geringer ungefähr linearer Anstieg der Durchbiegung D des Biegewangenträgers 42 mit zunehmendem Biegewinkel W erfolgt.

**[0092]** Der Übergang vom Biegebereich B1 zum Biegebereich B2 hängt damit zusammen, daß dann, wenn die Fließgrenze des Materials des Werkstücks 24 überschritten ist, die auf das Biegewangenwerkzeug 36 wirkenden Kräfte nur noch geringfügig mit zunehmendem Biegewinkel W zunehmen.

**[0093]** Entsprechend dem Verlauf der Durchbiegung D über dem Biegewinkel W kann nunmehr die Steuerung 72 unterschiedliche Einstellparameter vorgeben.

**[0094]** Wie in Fig. 6b durch die Kurve 0 dargestellt, kann in einem ersten Betriebsmodus der Einstellparameter E exakt dem Verlauf der Durchbiegung D folgend durch die Steuerung 72 eingestellt werden, sofern die Stelleinrichtung 60 mit ausreichend großer Geschwindigkeit arbeitet, um bei einem schnellen Durchlaufen des Biegewinkels W eine entsprechend schnelle Nachstellung der Bombiereinrichtung 40 zu erreichen.

**[0095]** Da dies in vielen Fällen schwer möglich ist, erfolgt bei einem zweiten Betriebsmodus zumindest während des Biegebereichs B1 die Einstellung des Einstellparameters E mit einer gewissen Verzögerung, oder einem gewissen Schleppfehler, wie dies durch die Kurve 1 in Fig. 6b dargestellt ist, so daß der Einstellparameter E die der Durchbiegung D im Biegebereich B2 entsprechenden Werte erst ab einem Biegewinkel W von ungefähr  $5^\circ$  erreicht, dann aber bis zum Erreichen des maximalen Biegewinkels W der Einstellparameter E der Durchbiegung D folgt.

**[0096]** Ein derartiger Schleppfehler hat für die Präzisi-

on des Biegevorgangs keine gravierend nachteiligen Auswirkungen, sofern die der Durchbiegung D des Biegewangenträgers 42 entsprechenden Einstellparameter E bis zum Ende der Biegeoperation erreicht werden, da trotzdem bei Beendigung der Biegeoperation das Biegewangenwerkzeug 36 hinsichtlich seiner Durchbiegung korrigiert ist und somit auch der umgebogene Lappen 26 am Ende der Biegeoperation derart gebogen ist, wie wenn der Einstellparameter E exakt gleichlaufend mit der Durchbiegung D des Biegewangenträgers 42 eingestellt worden wäre.

**[0097]** Eine Vorgabe des Einstellparameters E im ersten Betriebsmodus entsprechend der Kurve 0 oder im zweiten Betriebsmodus der Kurve 1 in Fig. 6b erfolgt üblicherweise dann, wenn die bestimmte Biegeoperation von der Biegemaschine zum ersten Mal durchgeführt wurde, da in einem derartigen Fall üblicherweise die Steuerung 72 keinerlei Anhaltswerte für die sich einstellende Durchbiegung D des Biegewangenträgers 42 vorliegen hat.

**[0098]** In der Regel werden jedoch bei den erfindungsgemäßen Biegemaschinen Biegeoperationen nicht nur einmalig durchgeführt, sondern dieselbe bestimmte Biegeoperation wird mehrmals hintereinander jeweils an einem neuen Werkstück 24 durchgeführt.

**[0099]** In diesem Fall liegen der Steuerung 72 bereits aufgrund der vorangegangenen Biegeoperationen Maximalwerte für den Einstellparameter E bei dieser Biegeoperation vor.

**[0100]** Aus diesem Grund kann in einem dritten Betriebsmodus - wie in Fig. 6b durch die Kurve 2 dargestellt - die Steuerung 72 vor Beginn der Biegeoperation bereits eine Voreinstellung der Bombiereinrichtung 40 mit einem Einstellparameter E vornehmen, welcher unterhalb des Maximalwertes liegt. Dieser Einstellparameter E wird so lange als konstanter Wert beibehalten, bis aufgrund der Durchbiegung D des Biegewangenträgers 42 dieser Einstellparameter E erreicht ist und nachfolgend bei weiterer Erhöhung der Durchbiegung D angepaßt, wobei diesbezüglich ebenfalls noch ein Schleppfehler auftreten kann, der sich jedoch im Biegebereich B2 rasch verringert, so daß gegen Ende der Biegeoperation der Einstellparameter E der sich einstellenden Durchbiegung des Biegewangenträgers 42 entspricht.

**[0101]** Da bei Auftreten großer Biegekräfte die Nachstellung der Bombiereinrichtung 40 dergestalt, daß die Bombierung im Verlauf der Biegeoperation sukzessive zunimmt, das heißt, daß sich im Bereich der Mittellinie 52 der Abstand zwischen dem Biegewangenträger 42 und dem Biegewangenwerkzeug 36 zunehmend vergrößert, eine hohe Kraft seitens der Stelleinrichtung 60 benötigt, ist bei einem vierten Betriebsmodus, dargestellt durch die Kurve 3 in Fig. 6b, vorgesehen, daß die Bombiereinrichtung 40 durch einen Einstellparameter E so voreingestellt wird, daß die Bombierung größer als die notwendige Bombierung ist. Beginnend mit der Biegeoperation wird dann die Bombierung der Bombiereinrichtung 40 zurückgenommen, bis zu einem der Durchbie-

gung D des Biegewangenträgers 42 entsprechenden Wert und gegebenenfalls noch im Biegebereich B2 geringfügig nachgestellt. Diese Lösung hat den großen Vorteil, daß die im Biegebereich B1 erforderlichen großen Kräfte für die Nachstellung der Bombierung der Bombiereinrichtung 40 vermieden werden können, ohne daß die Präzision der Biegeoperation leidet, da am Ende der Biegeoperation nach wie vor der Einstellparameter E der Durchbiegung D des Biegewangenträgers 42 entspricht.

[0102] Sofern die Größenordnung des am Ende der Biegeoperation vorliegenden Einstellparameters E der Steuerung bekannt ist, kann die Einstellung des Einstellparameters E auch bei einem erstmaligen Biegen eines Werkstücks 24 entsprechend einer bestimmten Biegeoperation entsprechend dem dritten und vierten Betriebsmodus, das heißt entsprechend der Kurve 2 bzw. 3 der Fig. 6b, erfolgen.

[0103] Ist der Steuerung 72 der Endwert des einzustellenden Einstellparameters E aus einer vorausgegangenen Biegeoperation bekannt, so kann auch bei nachfolgenden Biegeoperationen auf die Ermittlung der Durchbiegung D des Biegewangenträgers 42 vollständig verzichtet werden und der bei einer ersten Biegeoperation ermittelte Endwert des Einstellparameters E bei den nachfolgenden Biegeoperationen fest eingestellt werden, wie dies in einem fünften Betriebsmodus, in Fig. 6b dargestellt durch die Kurve 4 erkennbar ist.

#### Patentansprüche

1. Biegemaschine umfassend ein Maschinengestell (10), eine Oberwange (16) und eine Unterwange (18) die beide am Maschinengestell (10) gehalten und relativ zueinander bewegbar sind, eine am Maschinengestell (10) gehaltene und relativ zu diesem sowie zur Oberwange (16) und Unterwange (18) bewegbare Biegewange (30) mit einem Biegewangenträger (42) und einem am Biegewangenträger (42) über eine durch eine Steuerung (72) ansteuerbare Bombiereinrichtung (40) abgestützten Biegewangenwerkzeug (36),  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Bombiereinrichtung (40) mit einer entsprechend einem Einstellparameter (E) einstellbaren Stelleinrichtung (60) versehen ist, dass mit der Steuerung (72) der mindestens eine Einstellparameter (E) für eine bestimmte Biegeoperation während der Durchführung dieser Biegeoperation durch eine Messung ermittelbar ist, und, dass die Steuerung (72) zum Ermitteln des mindestens einen Einstellparameters (E) die Durchbiegung des Biegewangenträgers (42) mittels mindestens eines Sensors (90) im Rahmen einer Messung erfasst.
2. Biegemaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bombiereinrichtung (40)

mit einer während einer Biegeoperation betreibbaren Stelleinrichtung (60) versehen ist, dass mit der Steuerung (72) die Stelleinrichtung (60) auch während einer Biegeoperation ansteuerbar ist, und dass für eine bestimmte Biegeoperation durch die Steuerung (72) der mindestens eine Einstellparameter (E) für die Bombiereinrichtung (40) bestimmbar ist, bei welchem das Biegewangenwerkzeug (36) bei Beendigung dieser Biegeoperation im Wesentlichen durchbiegungsfrei ausgerichtet ist.

3. Biegemaschine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Einstellparameter (E) der maximale, während der bestimmten Biegeoperation auftretende Einstellparameter (E) ist.
4. Biegemaschine nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bombiereinrichtung (40) während der bestimmten Biegeoperation entsprechend einer Vielzahl von Einstellparametern (E) einstellbar ist.
5. Biegemaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Sensor (90) die Durchbiegung des Biegewangenträgers (42) an einer einzigen Stelle desselben erfasst.
6. Biegemaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Sensor (90) die Durchbiegung des Biegewangenträgers (42) gegenüber einer Referenzposition (94) erfasst.
7. Biegemaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Referenzposition (94) durch ein Referenzelement (80) vorgegeben ist.
8. Biegemaschine nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Referenzelement ein sich parallel zum Biegewangenträger (42) erstreckender Referenzträger (80) ist.
9. Biegemaschine nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Sensor (90) eine relative Lageänderung des Biegewangenträgers (42) gegenüber dem Referenzträger (80) erfasst.
10. Biegemaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (72) ausgehend von der Durchbiegung (D) des Biegewangenträgers (42) und eines Verstellverhaltens der Bombiereinrichtung (40) den Einstellparameter (E) für die Bombiereinrichtung (40) ermittelt.



11. Biegemaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (72) die Einstellung der Bombiereinrichtung (40) mittels mindestens eines der Bombiereinrichtung (40) zugeordneten Stellungssensors (100) erfasst. 5
12. Biegemaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bombiereinrichtung (40) mittels der Steuerung (72) während einer Biegeoperation entsprechend dem Einstellparameter (E) einstellbar ist. 10
13. Biegemaschine nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (72) durch Ansteuern der Stelleinrichtung (60) die Bombiereinrichtung (40) entsprechend der sich während der Durchführung der Biegeoperation zu einzelnen Zeiten einstellenden Durchbiegung (D) des Biegewangenträgers (42) einstellt. 15
14. Biegemaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bombiereinrichtung (40) mittels der Steuerung (72) während des Erfassens des Einstellparameters (E) entsprechend dem Einstellparameter (E) einstellbar ist. 20
15. Biegemaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bombiereinrichtung (40) vor Durchführung der bestimmten Biegeoperation auf den mindestens einen Einstellparameter (E) einstellbar ist. 25
16. Biegemaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bombiereinrichtung (40) in jedem Betriebszustand entsprechend dem Einstellparameter (E) einstellbar ist. 30
17. Biegemaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (72) vor Durchführung einer weiteren der bestimmten Biegeoperationen den mindestens einen Einstellparameter (E) zumindest ungefähr ermittelt. 35
18. Biegemaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (72) vor Durchführung einer weiteren der bestimmten Biegeoperationen den mindestens einen Einstellparameter (E) im Wesentlichen genau ermittelt. 40
19. Biegemaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bombiereinrichtung (40) mittels der Steuerung (72) vor Durchführung der bestimmten Biegeoperation 45

voreinstellbar ist.

20. Biegemaschine nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bombiereinrichtung (40) mittels der Steuerung (72) auf einen über einem vermuteten Einstellparameter (E) liegenden Wert voreinstellbar und dann auf den tatsächlichen Einstellparameter (E) während der Biegeoperation absenkbar ist. 50
21. Biegemaschine nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der vermutete Einstellparameter (E) durch die Steuerung (72) derart ermittelbar ist, dass der nach Durchlaufen eines Teils eines einer Biegeoperation zugeordneten Biegewinkels ermittelte tatsächliche Einstellparameter (E) herangezogen wird. 55
22. Biegemaschine nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** der einmal für eine Biegeoperation festgelegte mindestens eine Einstellparameter (E) bei weiteren der bestimmten Biegeoperationen weiterhin von der Steuerung (72) als Einstellparameter (E) verwendet wird. 60

#### Claims

1. Bending machine, comprising a machine frame (10), an upper beam (16) and a lower beam (18), both of which are held on the machine frame (10) and can move relative to one another, a bending beam (30), which is held on the machine frame (10), can move with respect to the latter and with respect to the upper beam (16) and lower beam (18) and has a bending beam carrier (42) and a bending beam tool (36) that is supported on the bending beam carrier (42) via a curving device (40) actuable by a control unit (72), **characterized in that** the curving device (40) is provided with a setting device (60) which is adjustable in accordance with a setting parameter (E), **in that** the at least one setting parameter (E) for a defined bending operation can be determined by a measurement by the control unit (72) while this bending operation is being carried out, and **in that** the control unit (72), in the course of a measurement, records the deflection of the bending beam carrier (42) by means of at least one sensor (90), in order to determine the at least one setting parameter (E). 65
2. Bending machine according to Claim 1, **characterized in that** the curving device (40) is provided with a setting device (60) operable during a bending operation, **in that** the control unit (72) can actuate the setting device (60) even during a bending operation, and **in that** for a defined bending operation, the control unit (72) can determine the at least one setting parameter (E) for the curving device (40) for which 70

the bending beam tool (36) is oriented substantially without any deflection when this bending operation has ended.

3. Bending machine according to Claim 2, **characterized in that** the at least one setting parameter (E) is the maximum setting parameter (E) which occurs during the defined bending operation. 5
4. Bending machine according to Claim 2 or 3, **characterized in that** the curving device (40) can be set according to a multiplicity of setting parameters (E) during the defined bending operation. 10
5. Bending machine according to any of the preceding claims, **characterized in that** the at least one sensor (90) records the deflection of the bending beam carrier (42) at a single location thereof. 15
6. Bending machine according to any of the preceding claims, **characterized in that** the at least one sensor (90) records the deflection of the bending beam carrier (42) with respect to a reference position (94). 20
7. Bending machine according to any of the preceding claims, **characterized in that** the reference position (94) is predetermined by a reference element (80). 25
8. Bending machine according to Claim 7, **characterized in that** the reference element is a reference carrier (80) extending parallel to the bending beam carrier (42). 30
9. Bending machine according to Claim 8, **characterized in that** the at least one sensor (90) records a change in the relative position of the bending beam carrier (42) with respect to the reference carrier (80). 35
10. Bending machine according to any of the preceding claims, **characterized in that** the control unit (72) determines the setting parameter (E) for the curving device (40) on the basis of the deflection (D) of the bending beam carrier (42) and adjustment properties of the curving device (40). 40
11. Bending machine according to any of the preceding claims, **characterized in that** the control unit (72) records the setting of the curving device (40) by means of at least one position sensor (100) associated with the curving device (40). 45
12. Bending machine according to any of the preceding claims, **characterized in that** the curving device (40) can be set in accordance with the setting parameter (E) by means of the control unit (72) during a bending operation. 50
13. Bending machine according to Claim 12, **character-**

**ized in that** the control unit (72), by actuation of the setting device (60), sets the curving device (40) according to the deflection (D) of the bending beam carrier (42) which is established at individual times while the bending operation is being carried out.

14. Bending machine according to any of the preceding claims, **characterized in that** the curving device (40) can be set in accordance with the setting parameter (E) by means of the control unit (72) while the setting parameter (E) is being recorded.
15. Bending machine according to any of the preceding claims, **characterized in that** the curving device (40) can be set to the at least one setting parameter (E) before the defined bending operation is carried out.
16. Bending machine according to any of the preceding claims, **characterized in that** the curving device (40) can be set according to the setting parameter (E) in any operating state.
17. Bending machine according to any of the preceding claims, **characterized in that** the control unit (72) at least approximately determines the at least one setting parameter (E) before another of the defined bending operations is carried out.
18. Bending machine according to any of the preceding claims, **characterized in that** the control unit (72) substantially precisely determines the at least one setting parameter (E) before another of the defined bending operations is carried out.
19. Bending machine according to any of the preceding claims, **characterized in that** the curving device (40) can be preset by means of the control unit (72) before the defined bending operation is carried out.
20. Bending machine according to Claim 19, **characterized in that** the curving device (40) can be preset by means of the control unit (72) to a value which is above an assumed setting parameter (E) and can then be reduced to the actual setting parameter (E) during the bending operation.
21. Bending machine according to any of the preceding claims, **characterized in that** the assumed setting parameter (E) can be determined by the control unit (72) in such a manner that the actual setting parameter (E) determined after part of a bending angle associated with a bending operation has been passed through is used.
22. Bending machine according to Claim 19, **characterized in that** the at least one setting parameter (E) which has been determined once for a bending op-

eration is used further by the control unit (72) as setting parameter (E) during others of the defined bending operations.

## Revendications

1. Cintreuse comprenant  
un bâti de machine (10),  
une joue supérieure (16) et une joue inférieure (18),  
qui sont toutes deux maintenues contre le bâti de machine (10) et qui peuvent être déplacées l'une vers l'autre dans un mouvement relatif,  
une barre de cintrage (30) maintenue contre le bâti de machine (10) et pouvant être déplacée vers ce dernier ainsi que vers la joue supérieure (16) et la joue inférieure (18) dans un mouvement relatif, dotée d'un porte-barre de cintrage (42) et d'un outil de barre de cintrage (36) soutenu contre le porte-barre de cintrage (42) par le biais d'un dispositif de bombage (40) pouvant être commandé par une commande (72),  
**caractérisée en ce que** le dispositif de bombage (40) est doté d'un dispositif de réglage (60) pouvant être réglé en fonction d'un paramètre de réglage (E),  
**en ce que** la commande (72) permet de déterminer l'au moins un paramètre de réglage (E) pour une opération de cintrage donnée pendant la réalisation de cette opération de cintrage par une mesure, et  
**en ce que** la commande (72) destinée à déterminer l'au moins un paramètre de réglage (E) détecte dans le cadre d'une mesure la flexion du porte-barre de cintrage (42) au moyen d'au moins un capteur (90).
2. Cintreuse selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le dispositif de bombage (40) est doté d'un dispositif de réglage (60) pouvant être exploité pendant une opération de cintrage, **en ce que** la commande (72) permet de commander le dispositif de réglage (60) également pendant une opération de cintrage, et **en ce que** l'au moins un paramètre de réglage (E) pour le dispositif de bombage (40) peut être déterminé par la commande (72) pour une opération de cintrage donnée, dans le cadre duquel l'outil de barre de cintrage (36) est orienté essentiellement sans flexion à la fin de cette opération de cintrage.
3. Cintreuse selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** l'au moins un paramètre de réglage (E) est le paramètre de réglage (E) maximal apparaissant pendant l'opération de cintrage donnée.
4. Cintreuse selon la revendication 2 ou 3, **caractérisée en ce que** le dispositif de bombage (40) peut être réglé pendant l'opération de cintrage donnée en fonction d'une pluralité de paramètres de réglage (E).
5. Cintreuse selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'au moins un capteur (90) détecte la flexion du porte-barre de cintrage (42) à un seul endroit de ce dernier.
6. Cintreuse selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'au moins un capteur (90) détecte la flexion du porte-barre de cintrage (42) par rapport à une position de référence (94).
7. Cintreuse selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la position de référence (94) est prédéfinie par un élément de référence (80).
8. Cintreuse selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** l'élément de référence est un support de référence (80) s'étendant de manière parallèle par rapport au porte-barre de cintrage (42).
9. Cintreuse selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** l'au moins un capteur (90) détecte une modification relative de la position du porte-barre de cintrage (42) par rapport au support de référence (80).
10. Cintreuse selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la commande (72) partant de la flexion (D) du porte-barre de cintrage (42) et d'un comportement de réglage du dispositif de bombage (40) détermine le paramètre de réglage (E) pour le dispositif de bombage (40).
11. Cintreuse selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la commande (72) détecte le réglage du dispositif de bombage (40) au moyen d'au moins un capteur de position (100) associé au dispositif de bombage (40).
12. Cintreuse selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif de bombage (40) peut être réglé au moyen de la commande (72) pendant une opération de cintrage en fonction du paramètre de réglage (E).
13. Cintreuse selon la revendication 12, **caractérisée en ce que** la commande (72) règle le dispositif de bombage (40) par commande du dispositif de réglage (60) en fonction de la flexion (D) du porte-barre de cintrage (42) se réglant pendant la réalisation de l'opération de cintrage à des moments isolés.
14. Cintreuse selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif de bombage (40) peut être réglé en fonction du paramètre de réglage (E) au moyen de la commande (72) pendant la détection du paramètre de

réglage (E).

15. Cintreuse selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif de bombage (40) peut être réglé sur l'au moins un paramètre de réglage (E) avant la réalisation de l'opération de cintrage donnée. 5
16. Cintreuse selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif de bombage (40) peut être réglé à chaque état de fonctionnement en fonction du paramètre de réglage (E). 10
17. Cintreuse selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la commande (72) détermine au moins à peu près l'au moins un paramètre de réglage (E) avant la réalisation d'une des autres opérations de cintrage données. 15  
20
18. Cintreuse selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la commande (72) détermine de manière essentiellement exacte l'au moins un paramètre de réglage (E) avant la réalisation d'une des autres opérations de cintrage données. 25
19. Cintreuse selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif de bombage (40) peut être préréglé avant la réalisation de l'opération de cintrage donnée au moyen de la commande (72). 30
20. Cintreuse selon la revendication 19, **caractérisée en ce que** le dispositif de bombage (40) peut être préréglé au moyen de la commande (72) à une valeur supérieure à un paramètre de réglage (E) supposé et ensuite être abaissé au paramètre de réglage (E) réel pendant l'opération de cintrage. 35  
40
21. Cintreuse selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le paramètre de réglage (E) supposé peut être déterminé par la commande (72) de telle sorte que le paramètre de réglage (E) réel déterminé soit pris en compte après réalisation d'une partie d'un angle de cintrage associé à une opération de cintrage. 45
22. Cintreuse selon la revendication 19, **caractérisée en ce que** l'au moins un paramètre de réglage (E) déterminé une fois pour une opération de cintrage continue d'être utilisé comme paramètre de réglage (E) par la commande (72) lors d'autres opérations de cintrage données. 50  
55

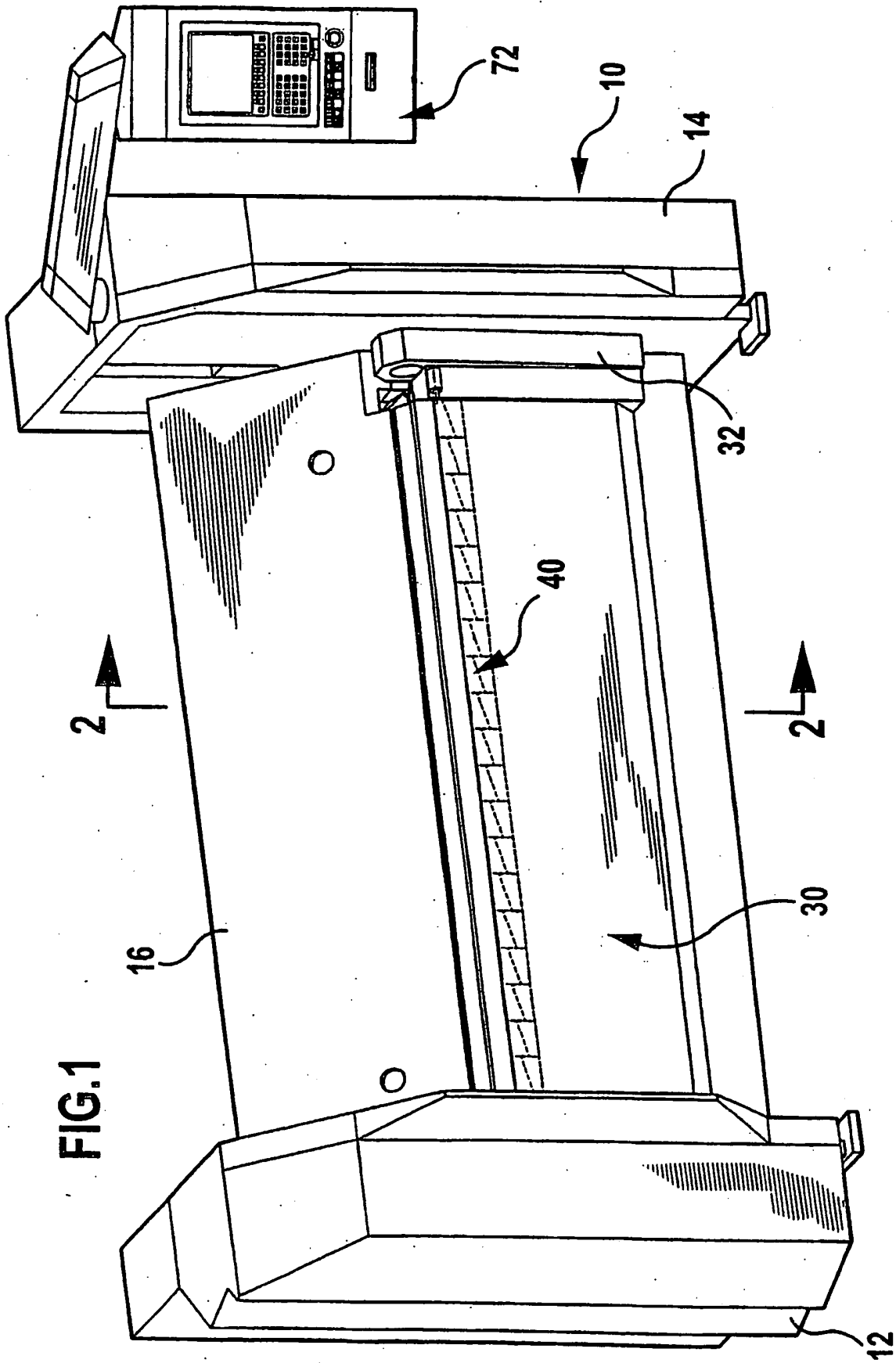


FIG.2

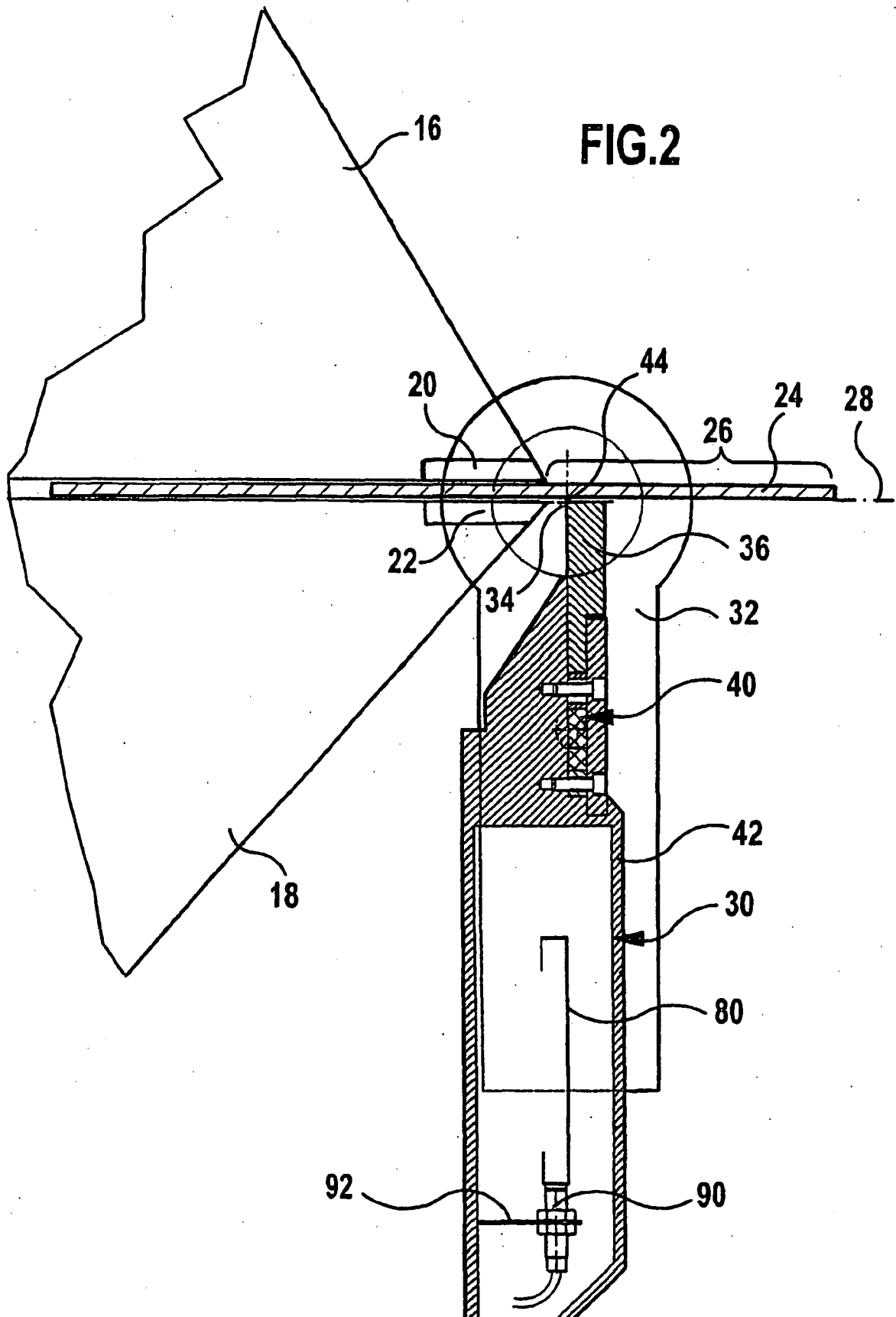


FIG.3

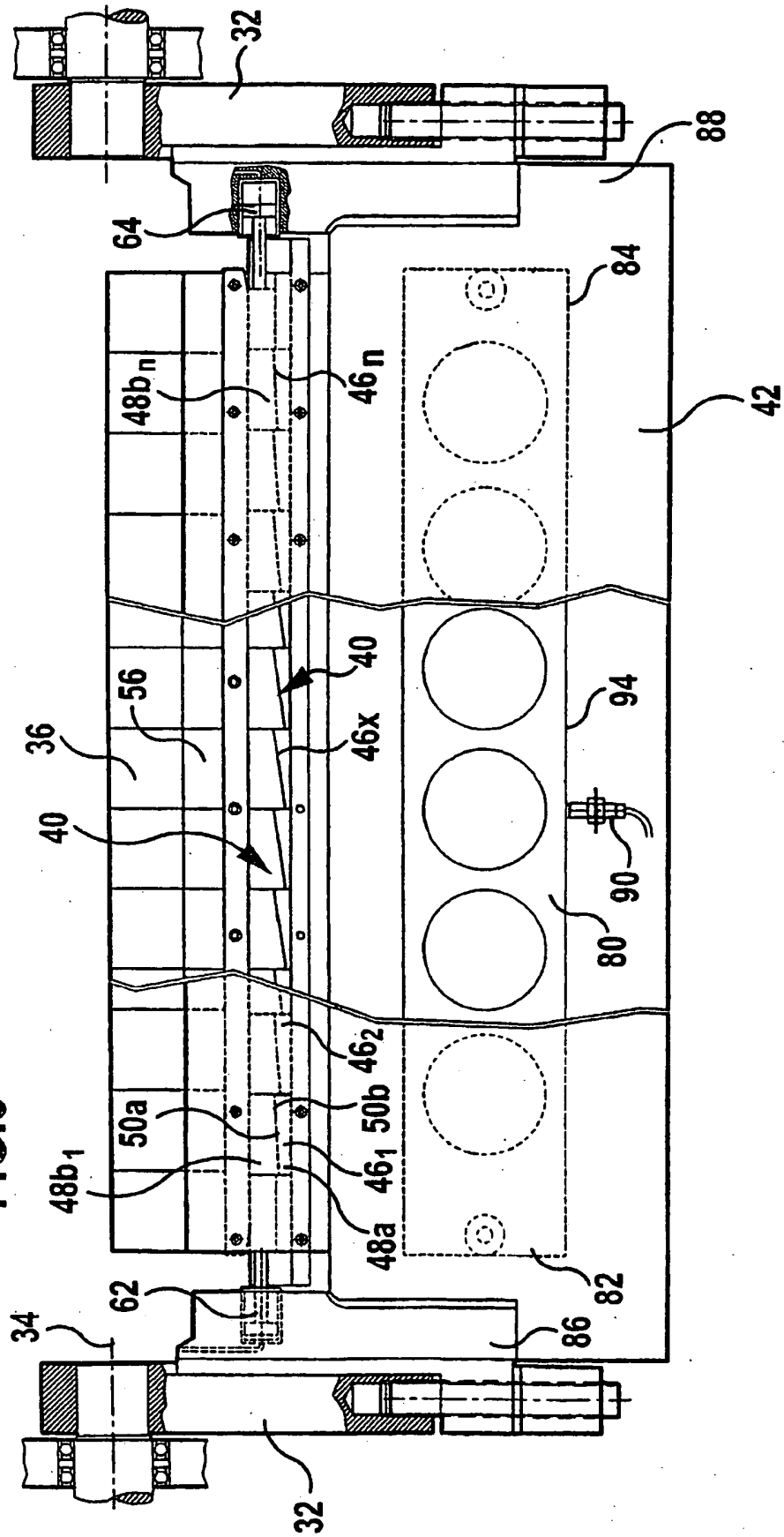


FIG. 4

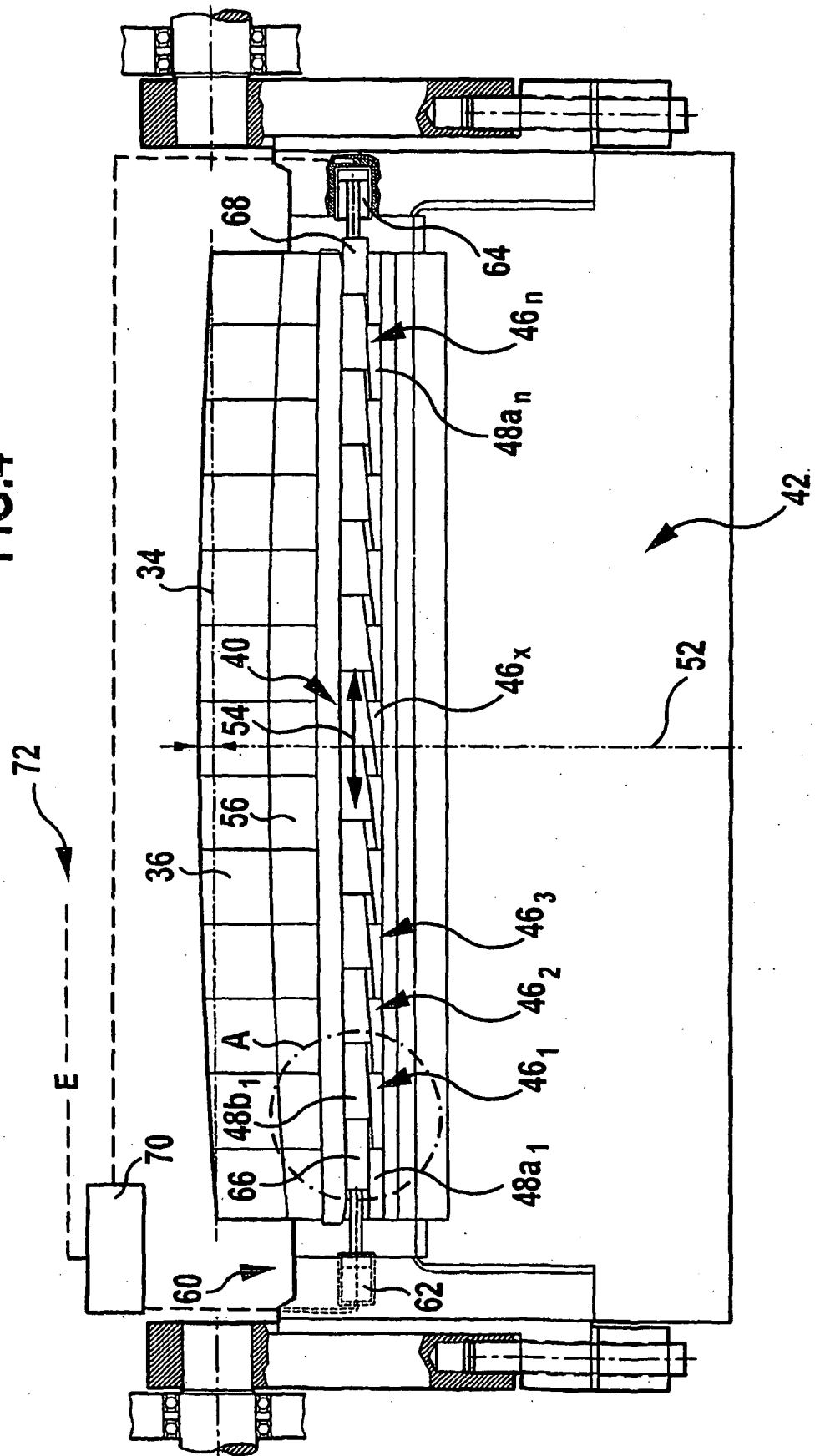
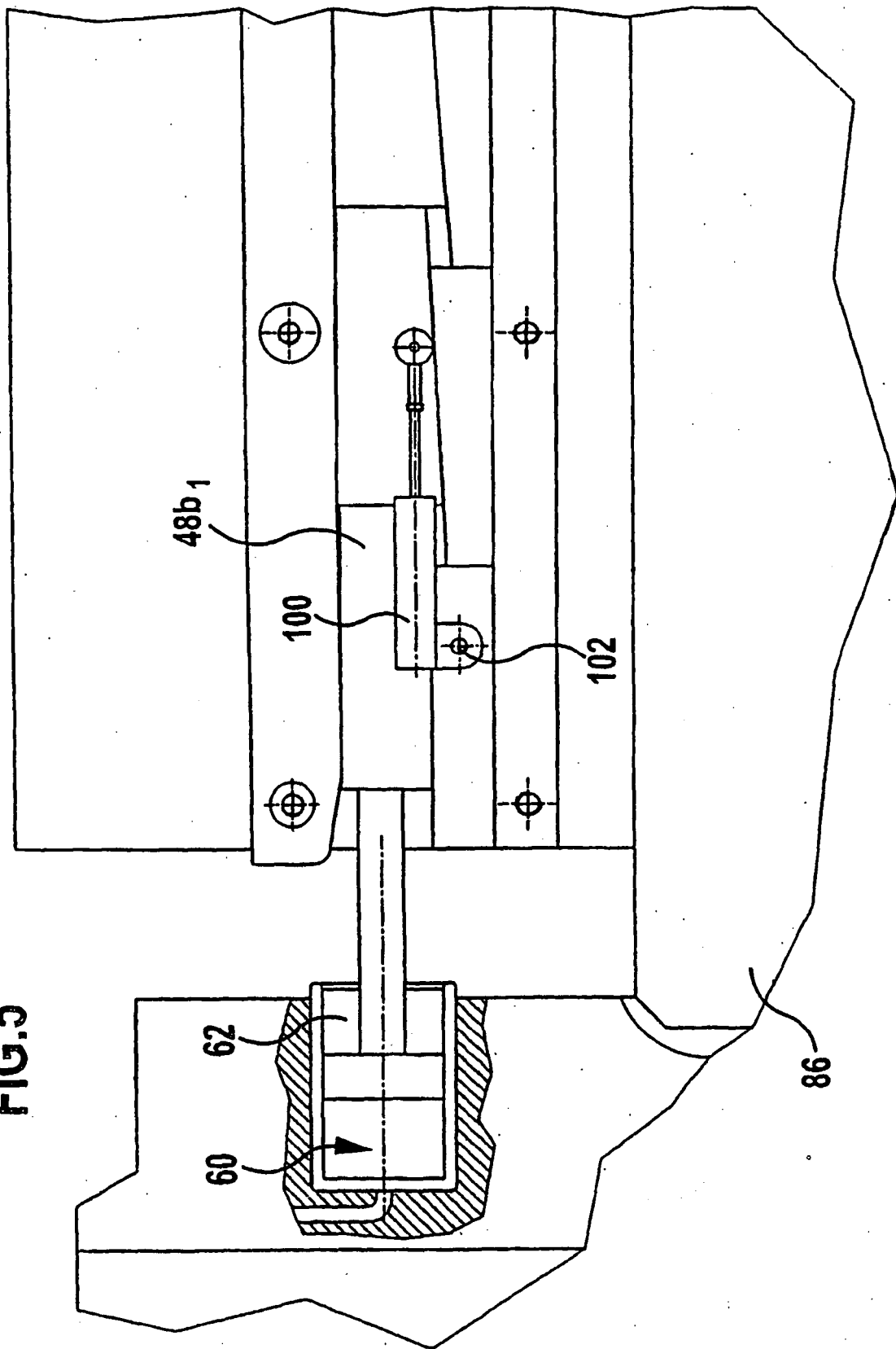




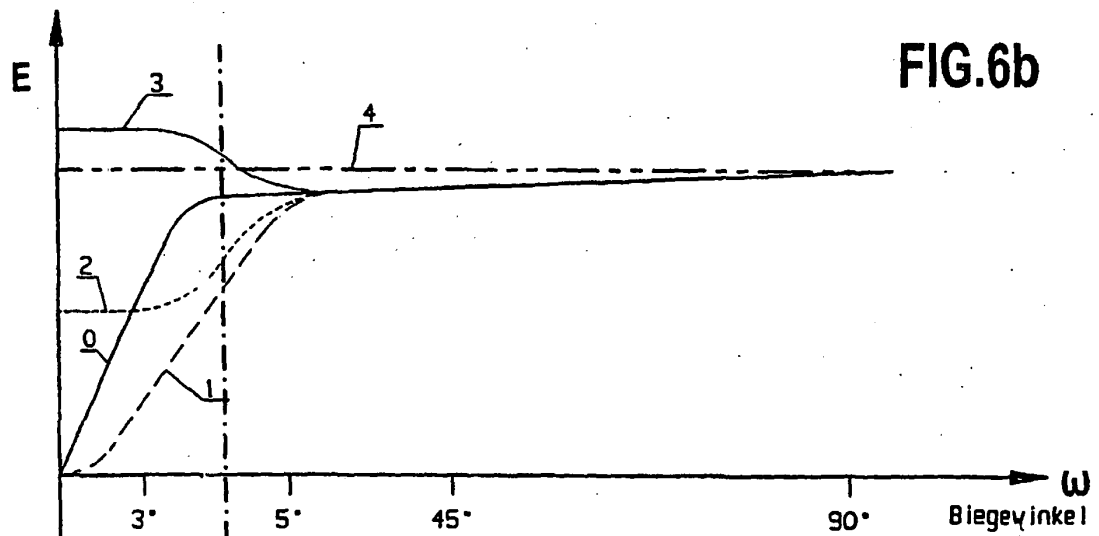
FIG.5



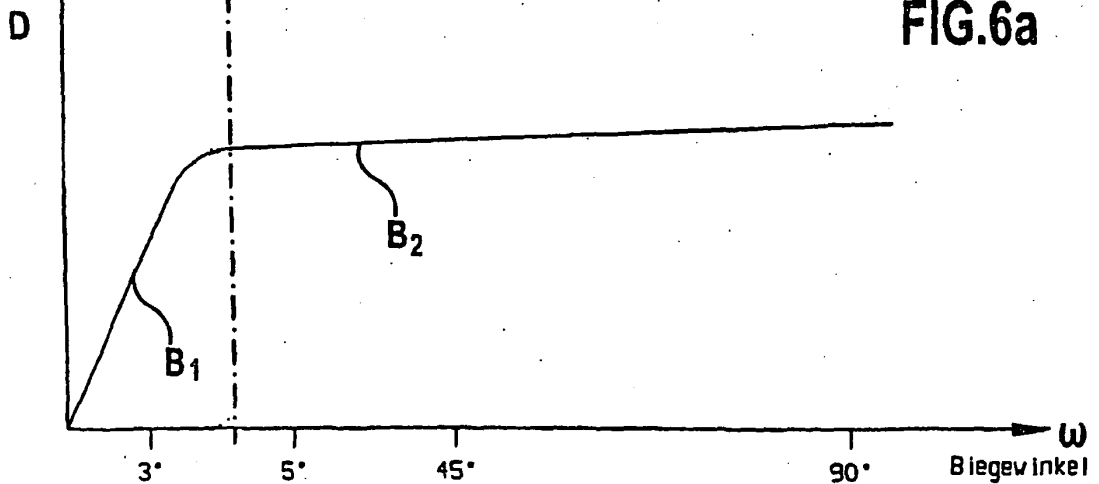
**FIG.6**

- 0 - ohne Schleppfehler geregelt
- - - 1 - mit Schleppfehler
- · - 2 - mit Voreilung unter Maximalwert
- 3 - mit Voreilung über Maximalwert
- - - 4 - mit vorermittelter Einstellung

Bombierung



Durchbiegung



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 19736987 A [0002]