

(12)

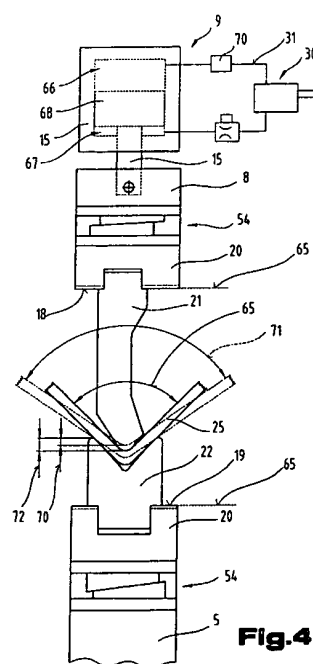
Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1512/2004 (51) Int. Cl.⁸: **B21D 5/02** (2006.01)
 (22) Anmeldetag: 2004-09-10
 (43) Veröffentlicht am: 2006-08-15

(73) Patentanmelder:
 TRUMPF MASCHINEN AUSTRIA GMBH
 & CO. KG.
 A-4061 PASCHING (AT)

(54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES WERKTEILS DURCH BIEGUEUMFORMUNG

(57) Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zur Herstellung eines Werkteils (24) durch Biegeumformung einer Platine (25) in einer Biegepresse, insbesondere Abkantpresse (1) mit Maßnahmen zum Ausgleich der belastungsabhängigen Verformungen der Abkantpresse (1), insbesondere der Biegeverformung der Pressenbalken (5, 8). Die Maßnahmen sehen eine Erfassung der Verstellkräfte von Antriebsmitteln (9, 10), während einer Biegeumformung der Platine (25) mit einer Eingriffstiefe (70) der Biegewerkzeuge (21, 22) gering kleiner eines erforderlichen Biegeeingriffs (72) zur Bildung eines vorgegebenen Umformwinkels (65), vor. Aus den ermittelten Verstellkräften wird die diesen entsprechende Biegeverformung der Pressenbalken (5, 8) in Abhängigkeit von Maschinendaten im Rechner (35) oder aus im Datenspeicher (36) hinterlegten Daten ermittelt und die Verstellkraft der Antriebsmittel (9, 10) verringert und danach durch Verstellung einer Ausgleichsvorrichtung (54) eine Gegenwölbung (65) von Stützflächen (18, 19) für die Biegewerkzeuge (21, 22) bzw. Werkzeugaufnahmen eingestellt und die Platine (25), durch Verstellung des Pressenbalkens (8) in den dem vorgegebenen Umformwinkel (65) entsprechenden Biegeeingriff (72), fertiggeformt.



Die Erfindung betrifft ein Verfahren für den Betrieb einer Biegepresse, insbesondere Abkantpresse, wie es im Oberbegriff des Anspruches 1 beschrieben ist.

Um einer bei Belastung einer Biegepresse bei der Biegeumformung von Werkteilen auftretenden Maschinenverformung, insbesondere der Durchbiegung eines Tischbalkens und/oder eines Pressenbalkens entgegenzuwirken, sind bereits Vorrichtungen bekannt, mittels der Biegewerkzeuge bzw. Werkzeugaufnahmeverrichtungen für die Biegewerkzeuge entsprechend einer zu erwartenden Biegung in entgegengesetzter Richtung vorgewölbt werden. Eine Einstellung dieser Vorrichtungen und damit der Wölbung erfolgt aufgrund von Erfahrungswerten oder Berechnungsmodellen für eine Anzahl von Belastungsfällen, die sich nach Position der Werkzeuge, Werkzeuglänge und werkteilabhängige Umformkraft ergeben.

Aus der DE 32 37 297 A1 ist eine derartige Vorrichtung bekannt, bei der zum Einrichten eines Presswerkzeuges in einem konvexen Zustand zwischen dem unteren Presswerkzeug und dem Pressentisch in Intervallen entlang der Längsrichtung der Abkantpresse mehrere Paare oberer und unterer Keile angeordnet sind. Eine aufeinander abgestimmte Verschiebewegung der Keile wird über ein, von einem Steuerantrieb beaufschlagbares, über die gesamte Länge der Abkantpresse erstreckendes, elastisches Federelement erreicht, womit eine Auflagefläche für die Werkzeuge bzw. einer Aufnahmevorrichtung für die Werkzeuge eine auf die Anforderungen abgestimmte Wölbung einnimmt und damit ein Ausgleich für die Biegung des Tischbalkens und/oder Pressenbalkens über eine gesamte Biegelänge erreicht wird und so die Eintauchtiefe der Biegewerkzeuge über die gesamte Biegelänge näherungsweise gleich ist.

Weiter ist aus der DE 32 45 755 A1 ein Verfahren zum Korrigieren der Biegelinie des Biegewerkzeuges einer Biegepressen, insbesondere Abkantpresse, bekannt, bei welcher das Unterwerkzeug in Richtung der Biegelinie geteilt ist und die in Werkzeugsegmente unterteilten Werkzeughälften quer zur Biegelinie verstellbar sind. Die Biegelinie des Oberwerkzeuges wird in Vertikalebene mittels mehrerer Messgeber gemessen. Die Werkzeugsegmente des Unterwerkzeuges werden analog der ermittelten Messwerte zur Bildung einer die Biegelinie entsprechenden Biegespaltverjüngung bzw. Verengung in Horizontalebene partiell motorisch verstellt, so dass im Ergebnis eine automatische Ermittlung und Korrektur der Biegelinie gewährleistet ist.

Aus der CH 508 426 A ist eine Abkantpresse bekannt, bei der der Tischbalken und/oder der Pressenbalken einen, nahezu über die gesamte Länge verlaufenden, über deren gesamte Dicke erstreckenden Schlitz aufweisen. Durch diese Schlitzausbildung und mittels den Schlitz überbrückender Stellmittel ist es möglich, einen die Werkzeugaufgabe ausbildenden Bereich des Tischbalkens bzw. Pressenbalkens, eine von der jeweiligen Stellung des Stellmittels abhängige Wölbung, unter Berücksichtigung der zu erwartenden Biegelinie, zu geben.

Aus der WO 00/13813 A1 ist schließlich eine Abkantpresse bekannt, bei der der Tischbalken, ausgehend von beidseitigen Endbereichen in Richtung der Mitte erstreckende, den Tischbalken in seiner gesamten Dicke durchtrennende Schlitze vorgesehen sind und damit die Auflagefläche für die Biegewerkzeuge ausbildende Bereiche des Tischbalkens auskragende Träger bilden, die mittels Stelleinrichtungen durch Veränderung der Schlitzbreite zur Erzielung einer Wölbung der Auflagefläche verformt werden.

Aufgabe der Erfindung ist es Maßnahmen zu schaffen, mittels denen einer Vielzahl von auftretenden Belastungsfällen von Abkantpressen Rechnung tragend, eine exakte Anpassung einer Wölbung an belastungsabhängigen Biegeverformungen des Tischbalkens und/oder Pressenbalkens erreicht wird.

Diese Aufgabe der Erfindung wird durch die im Kennzeichenteil des Anspruches 1 wiedergegebenen Maßnahmen erreicht. Der überraschende Vorteil dabei ist, dass ein den realen Belastungs- und damit Verformungswerten entsprechender Ausgleich zur Gewährleistung einer qualitativ hochwertigen Biegeumformung erreicht wird wobei es weiter erfindungsgemäß

wesentlich ist den Vorgang der Biegeumformung in einen Vorbiege- und Fertigbiegevorgang mit einer Entlastung der Biegepresse von den Verstellkräften zwischen den Vorgängen zu gliedern um damit eine Verstellung einer Ausgleichsvorrichtung zur Bildung einer den Verformungen an der Biegepresse entgegenwirkenden Gegenwölbung von zumindest einer Stützfläche für die Biegewerkzeuge bzw. für Werkzeugaufnahmen in einem belastungsfreien Zustand und damit mit wesentlich reduzierten Stellkräften und hoher Einstellgenauigkeit vornehmen zu können.

Möglich sind aber auch vorteilhafte Maßnahmen nach den Ansprüchen 2 bis 4, weil damit ein geringer Erfassungsaufwand mit einer raschen Umsetzung erreicht wird.

Die vorteilhafte Maßnahme nach Anspruch 5 gewährleistet die Auswirkungen von asymmetrischen Belastungen auf das Biegeverhalten des Tischbalkens und des Pressenbalkens auszugleichen.

Die in den Ansprüchen 6 und 7 beschriebenen Maßnahmen gewährleisten, dass durch die Ermittlung der Verstellkräfte der Antriebsmittel unmittelbar bei einem Umformvorgang eines Werkteils, auf in einem Datenspeicher hinterlegter Verformungsdaten, die für eine Anzahl unterschiedlicher Belastungsfälle in einer Datenmatrix enthalten sind, zugegriffen wird, und damit unmittelbar eine erforderliche Wölbung einer Auflagefläche für die Biegewerkzeuge, zum Ausgleich der sich ergebenden Biegeverformung des Tischbalkens bzw. des Pressenbalkens, an einer Ausgleichsvorrichtung manuell oder maschinell einstellbar ist.

Vorteilhaft sind aber auch Maßnahmen nach den Ansprüchen 8 bis 10, wodurch eine rasche und damit den Produktionsablauf nur gering belastende Vorbereitung für eine Serien- aber auch Einzelfertigung erreicht wird.

Gemäß den im Anspruch 11 wiedergegebenen Maßnahmen wird vorteilhaft erreicht, dass die Verformungsdaten einer Biegeverformung unmittelbar aus den ermittelten Verstellkräften der Antriebsmittel und damit dem tatsächlichen Belastungsfall entsprechend mittels Rechenoperation bestimmt werden.

Möglich ist aber auch ein Vorgehen nach Anspruch 12, womit eine fehlerhafte Einstellung vermieden wird und damit verbundene Fehlfertigungen unterbleiben.

Durch die im Anspruch 13 wiedergegebenen Maßnahmen wird ein weitestgehend automatisierter Betrieb erreicht.

Schließlich gewährleisten die in den Ansprüchen 14 und 15 genannten Maßnahmen Varianten in der Ausführung zur Anpassung an wirtschaftliche Erfordernisse.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine erfindungsgemäße Abkantpresse in Ansicht;
- Fig. 2 eine Detailansicht der Abkantpresse;
- Fig. 3 eine schaubildliche Darstellung eines Belastungsfalles bei der Biegeumformung eines Werkteils;
- Fig. 4 eine Detailansicht mit schematischer Darstellung eines Umformvorganges, in Ansicht.

Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden

können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen. Weiters können auch Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erfinderische oder erfindungsgemäße Lösungen darstellen.

In der Fig. 1 ist in vereinfachter, schematischer Darstellung eine Abkantpresse 1 gezeigt, die aus einem Maschinengestell 2, bestehend aus Seitenwangen 3, 4, einem feststehenden Pressenbalken 5 und einem Querverband 6 gebildet ist. In Führungsanordnungen 7 der Seitenwangen 3, 4 bzw. des Querverbandes 6 ist ein weiterer Pressenbalken 8 in einer durch den Pressenbalken 5 gebildeten Ebene und relativ zu diesem verstellbar gelagert, der im gezeigten Ausführungsbeispiel durch an den Seitenwangen 3, 4 bewegungsfest angeordnete Antriebsmitteln 9, 10 einer Antriebsvorrichtung 11, z.B. Hydraulikzylinder 12 einer Hydraulikanlage 13, betätigt wird, wobei zumindest je ein Hydraulikzylinder 12 an entgegengesetzten Endbereichen 14 des verstellbaren Pressenbalkens 8 mit Kolbenstangen 15 angreift wodurch zwei Achspositionen 16, 17 zur Krafteinleitung der Verstellkräfte der Antriebsmitteln 9, 10 am Pressenbalken 8 ausgebildet sind.

Auf gegenüberliegenden Stützflächen 18, 19 des feststehenden Pressenbalkens 5 und des verstellbaren Pressenbalkens 8 sind Werkzeugaufnahmen 20 angeordnet und in diesen einander gegenüberliegende Biegewerkzeuge 21, 22 lösbar und verstellbar befestigt.

Im gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Biegewerkzeuge 21, 22, die nicht über eine gesamte Länge 23 des Tischbalkens 5 und des Pressenbalkens 8 reichen, zur Fertigung eines Werkteiles 24, z.B. durch Biegeumformung einer Platine 25, z.B. aus einem Blechzuschnitt mittig in Bezug auf die Länge 23 der Pressenbalken 5, 8 positioniert, wodurch sich für die Antriebsmittel 9, 10 gleich große Verstellkräfte ergeben und symmetrische Biegelinien an den Pressenbalken 5, 8 auftreten.

In der Praxis sind jedoch exzentrische Anordnungen - wie in nachfolgenden Figuren gezeigt - vielfach üblich. Wenn von der Länge 23 abweichende, kürzere Biegewerkzeuge 21, 22, zur Anwendung gelangen werden diese vielfach außermittig in Bezug auf eine senkrecht zu einer Aufstandsfläche 26 und parallel zu den Seitenwangen 3, 4 verlaufenden Mittelebene 27 z.B. positioniert um zwei oder mehr Werkzeugsätze, bestehend aus den Biegewerkzeugen 21, 22, zur abwechselnden Nutzung die Bestückung der Abkantpresse 1 bilden oder um einen besseren Zugang mit bereits teilweise umgeformten, abgewinkelten Werkteilen 4 zu den Biegewerkzeugen 20, 21 zu erreichen.

Eine derartige exzentrische Anordnung der Biegewerkzeuge 20, 21 bewirkt jedoch eine unsymmetrische Belastung der Abkantpresse 1 da unterschiedlich große Verstellkräfte das Resultat sind und natürlich auch eine unsymmetrische Biegeverformung des Tischbalkens 5 und des Pressenbalkens 8 auftritt.

Die Antriebsvorrichtung 11 umfasst im dargestellten Ausführungsbeispiel die Hydraulikanlage 13 und weist diese im Wesentlichen einen Behälter 28 für ein Druckmedium, z.B. Hydrauliköl, ein Pumpenaggregat 29, eine Steuereinheit 30 und entsprechende Verbindungsleitungen 31 zur Beaufschlagung der Hydraulikzylinder 12 auf.

Weiter sind verschiedene Erfassungsmittel 32 für die Regelung der Hydraulikanlage 13 vorgesehen, wobei, wie aus dem Stand der Technik bekannt, Drucksensoren 33 in den Verbindungsleitungen 31 angeordnet sind, die bevorzugt unmittelbar an den Hydraulikzylindern 12 eingangsseitig zur Druckermittlung während eines Arbeitshubes des Pressenbalkens 8 bei der Biegeoperation am Werkteil 4, angebracht sind.

Der Betrieb der Abkantpresse 1 wird von einer Steuer- und/oder Regeleinrichtung 34, die im Wesentlichen einen Rechner 35 mit Datenspeicher 36, sowie erforderliche Schalt- und Kontroll-
elemente 37 umfasst, gesteuert und geregelt. Die Steuer- und/oder Regeleinrichtung 34 wird
von einer Energiequelle 38, z.B. einem Stromnetz 39, über Leitungen 40 mit Energie angespeist
und ist über Leitungen 41 mit anzusteuern und mit Energie zu versorgenden Steuer-,
Regel-, Erfassungs- und Sicherungsmittel, wie diese dem Stand der Technik entsprechen und
an derartigen Abkantmaschinen vorgesehen sind, verbunden. Weiters ist vielfach an der Steuer-
und/oder Regeleinrichtung 34 eine Wegemessvorrichtung 42 angeschlossen, mittels der die
jeweilige Stellposition des verstellbaren Pressenbalkens 8 in bezug auf eine Referenzposition -
gewählte Null- Position - während eines Verstellvorganges gemessen und überwacht und als
variabler Steuerungsparameter in einem Steuerungsprogramm einer Vorrichtung zur Verstell-
wegsteuerung herangezogen wird.

Bevorzugt ist die Wegemessvorrichtung 42, durch an den beiden entgegengesetzten Endberei-
chen 14 des verstellbaren Pressenbalkens 8, zwischen diesem und den feststehenden Seiten-
wangen 3, 4 angeordnete, aus dem Stand der Technik bekannte, optoelektronische Linear-
massstäbe 43 und einer elektronischen Auswertemessoptik gebildet. Die Anordnung dieser
Wegemessvorrichtung 42 an den entgegengesetzten Endbereichen 14 des Pressenbalkens 8
ermöglicht somit auch die Feststellung der Parallelität bei der Verstellung des Pressenbalkens 8
und damit der einander gegenüberliegenden Biegewerkzeuge 21, 22, und damit auch die Er-
mittlung und Überwachung einer Winkellage, wie sie bei unterschiedlichen Verstellwegen der
Antriebsmittel 9, 10 auftritt bzw. auch zum Ausgleich der unterschiedlichen Auffederung der
Seitenwangen 3, 4, hervorgerufen durch asymmetrische Belastung bei exzentrischer Position
der Biegewerkzeuge 21, 22 bei unterschiedlichen Verstellkräften gemäß - Pfeile 44, 45 - und
können die Verstellwege auf diese Verformungen abgestimmt werden.

Selbstverständlich können als Wegemessvorrichtung 42 auch andere aus dem Stand der Tech-
nik bekannte Vorrichtungen, z.B. Abstandslaser etc. eingesetzt werden.

Zur Ermittlung der Auffederung der Seitenwangen 3, 4 sind ebenfalls eine Reihe von Methoden
bzw. Vorrichtungen, wie z.B. an den Seitenwangen 3, 4 angeordnete Dehnungsmesssensoren
46, oder in den Seitenwangen 3, 4 oder Pressenbalken 5, 8 oder der Kolbenstange 15 integriert
angeordnete Piezoelemente oder Abstandslaser etc. möglich.

Die für Maßnahmen zum Ausgleich der unter Belastung auftretenden Verformungen der Ab-
kantpresse 1 wesentliche Ermittlung der Verstellkräfte - gemäß Pfeile 44, 45 - erfolgt unmittel-
bar aus der Erfassung des Arbeitsdruckes des Druckmediums in den Hydraulikzylindern 12
mittels der Drucksensoren 33.

Auf eine weitere Möglichkeit soll jedoch an dieser Stelle hingewiesen werden, und zwar die
Verstellkräfte - Pfeil 44, 45 - rechnerisch aus der gemessenen Auffederung der Seitenwangen
3, 4 unter Heranziehung der bekannten Maschinendaten, wie Querschnittsdimensionierung der
Seitenwangen 3, 4 und materialbedingten Festigkeitswert zu ermitteln.

An Hand der nachfolgend beschriebenen Figuren 2 und 3 wird auf die Maßnahmen zum Aus-
gleich der Verformungen der Abkantpresse näher eingegangen, wobei die belastungsbedingten
Auswirkungen am Beispiel des verstellbaren Pressenbalkens 8 erläutert sind, die in angenäher-
ter Form aber auch für den feststehenden Pressenbalken 5, jedoch mit umgekehrter Wirkrich-
tung zutreffen.

Aus den gemessenen oder errechneten Verstellkräften - Pfeil 44, 45 - wird in einer im Rechner
35 durchgeführten Rechenoperation die Position der Biegewerkzeuge 21, 22 im Bezug auf die
Länge 23 ermittelt und unter Heranziehung der im Arbeitsprogramm für die Steuerung des
Arbeitsprozesses vorgegebenen, vom Werkteil 24 abhängigen Biegelänge 50 auf einen, aus
einer Reihe von Belastungsfällen mit den damit verbundenen Verformungswerten, die im

Datenspeicher 36 als Belastungsfälle hinterlegt sind, zugegriffen.

Jedem dieser, im Datenspeicher hinterlegten Belastungsfällen entspricht eine bestimmte Biegelinie 51, und damit einer bestimmten Gegenwölbung 52 zur Korrektur an den Pressenbalken 5, 8 und damit unmittelbar eine Maßabweichung bzw. Winkellage an den Biegewerkzeugen 21, 22, die sich bei Belastung gegenüber einer Neutrallinie 53 im unbelasteten Zustand einstellt. Aus dieser Maßabweichung werden im Rechner 35 Einstellwerte als Korrekturmaßnahmen zur Einstellung der Gegenwölbung 52 der Stützflächen 18, 19 an der Ausgleichsvorrichtungen 54 generiert.

In Fig. 3 sind die Verhältnisse am verstellbaren Pressenbalken 8 gezeigt. Etwa mit gegengleicher Auswirkung ist der feststehende Pressenbalken 5 zu beurteilen. Anstelle dieser beschriebenen Methode, mit den im Datenspeicher 36 hinterlegten Belastungsfällen und den daraus abgeleiteten Verformungswerten ist es selbstverständlich auch möglich und als weiteres Ausführungsbeispiel zu erwähnen, dass die Ermittlung der Verformungswerte durch im Rechner 35 vorgenommener Rechenoperation, unter Heranziehung der ermittelten Verstellkräfte - Pfeil 44, 45 - und den Maschinendaten, unmittelbar bei Erfassung der Verstellkräfte ermittelt werden.

Die Pressenbalken 5, 8 sind mit den verstellbaren Ausgleichsvorrichtungen 54 bestückt, und bilden die Stützflächen 18, 19 für die Werkzeugaufnahmen 20. Derartige Ausgleichsvorrichtungen 54 sind als manuell einstellbare oder über Antriebe verstellbare Vorrichtungen zur Erzielung der Gegenwölbung 52 der Stützflächen 18, 19 für die Werkzeugaufnahmen 20.

Im gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Biegewerkzeuge 21, 22 in exzentrischer Position zur Mittelebene 27 vorgesehen. Eine resultierende Kraft gemäß - Pfeil 55 - aus einer für die Biegeverformung des Werkteils 24 entsprechend der Biegelänge 50 aufzubringenden Streckenlast ist beim angenommenen Belastungsfall um eine Distanz 56 gegenüber der Mittelebene 27 in Richtung eines der Antriebsmittel 9, 10 versetzt.

Zur Ermittlung der für die Biegeumformung des Werkteiles 24 erforderlichen Verstellkräfte gemäß - Pfeil 44, 45 - wird nun durch Beaufschlagung der Antriebsmittel 9, 10 ein Umformvorgang vorgenommen, wobei eine Eingriffstiefe der Werkzeuge 21, 22 - wie noch später im Detail beschrieben - durch Regelung des Verstellweges des verstellbaren Pressenbalkens 8 kleiner gewählt wird, als diese für die Herstellung des endgültig vorgesehenen Umformwinkels am Werkteil 24 erforderlich ist.

Dieser Vorgang dient der Ermittlung der tatsächlichen Verstellkräfte gemäß - Pfeil 44, 45. Die Verstellkräfte, die in den Achspositionen 16, 17 eingebracht werden, werden aus den, von den Drucksensoren 33 gemessenen Mediumdruck und der Druckfläche der Hydraulikzylinder 12 bestimmt. Aus der Summe der unterschiedlich großen Verstellkräfte gemäß - Pfeil 44, 45 - errechnet sich die resultierende Gesamtkraft, gemäß - Pfeil 55 - die für die Umformung des Werkteiles 24 erforderlich ist und ergibt sich aus dem Momentensatz die Position „X“ für eine Wirklinie 57 der resultierenden Gesamtkraft - Pfeil 55 - die parallel zu den Verstellkräften gemäß - Pfeil 44, 45 - verläuft. Damit liegt die Position der Werkzeuge 21, 22 mit den auf die Verstellkräfte gemäß - Pfeil 44, 45 - und der resultierenden Umformkraft gemäß - Pfeil 53 - senkrecht gemessenen Abständen 58, 59 fest, wie dies im Detail der Fig. 3 zu entnehmen ist.

Die Position der Biegewerkzeuge 20, 21 sowie resultierende Gesamtkraft - Pfeil 55 - und Biegelänge 50 definieren den konkreten Belastungsfall.

Um nun, ausgehend von diesem konkreten Belastungsfall, einen Ausgleich der unter der Belastung auftretenden durch Biegung hervorgerufenen Abweichung von der Neutrallinie 53 zu erreichen, wird nun ein nahekommender Belastungsfall, aus einer Anzahl von in der Datenmatrix im Datenspeicher 36 hinterlegter Belastungsfälle, herangezogen.

Diese Belastungsfälle und die daraus resultierenden Verformungsmaße sind für unterschiedliche Verstellkräfte - Pfeil 44, 45 und vorgegebener Maschinendaten, z.B. Stützlänge 60, zwischen den Achspositionen 16, 17 sowie den Dimensionsdaten des Tischbalkens 5, Pressenbalkens 8, Seitenwangen 3, 4 sowie den materialbedingten Festigkeitswerten, durch Modellrechnungen festgelegt und in einer Datenmatrix im Datenspeicher 36 hinterlegt.

Jedem dieser Belastungsfälle ist ein Kennwert, z.B. K1 bis K10 für beispielsweise zehn hinterlegte Belastungsfälle, als vorgegebener Einstellwert für die Ausgleichsvorrichtung 54 zugeordnet.

Nach Vornahme einer Probeumformung an dem Werkteil 4 und der dabei erfolgenden Ermittlung der Verstellkräfte - Pfeil 44, 45 wird somit unmittelbar an der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 34 ein Kennwert K1 bis K10 angezeigt der für die Einstellung der Ausgleichsvorrichtung 54 herangezogen wird.

Vorteilhaft sind dabei maschinell einstellbare, z.B. mit über die Steuer- und Regeleinrichtung 34 ansteuerbare Verstellantriebe 61, z.B. für eine stufenweise Verstellung der Ausgleichsvorrichtung 54 entsprechend den Kennwerten K1 bis K10.

Anstelle der, für eine bestimmte Anzahl von Belastungsfällen im Datenspeicher hinterlegten Verformungsdaten für die Biegeverformung des Tischbalkens 5, Pressenbalkens 8 und/oder Auffederung der Seitenwangen 3, 4 ist es selbstverständlich auch möglich, diese Daten durch Rechenoperationen in Realzeit, aufgrund eines im Rechner 35 hinterlegten Rechenprogramms, unmittelbar aus der Ermittlung der Verstellkräfte - gemäß Pfeile 44, 45 - unter Heranziehung der feststehenden Maschinendaten zu ermitteln und dem Ergebnis einem dem Belastungsfall angenähert entsprechenden Kennwert zuzuordnen, womit Einstelldaten für die Ausgleichsvorrichtung 54 zur Verfügung stehen um einen Gegenwölbung an den Stützflächen 18, 19 einzustellen.

In der Fig. 4 ist in schematischer Darstellung der Umform- und Einstellvorgang zur Erzielung einer qualitativ hochwertigen Umformung einer Platine 25 gezeigt und an Hand der Figur beschrieben. Der Umformvorgang an der Platine 25 zur Bildung eines vorgegebenen Umformwinkels 65 ist in einen Vorbiege- und einen Fertigbiegevorgang gegliedert. In der Fig. ist in unterbrochenen Linien die Vorbiege- und in durchgehenden Linien die Fertigbiegesituation der Platine 25 dargestellt.

Die Darstellung zeigt den feststehenden Pressenbalken 5 und die Ausgleichsvorrichtung 54 welche die Stützfläche 19 ausbildet auf der die Werkzeugaufnahme 20 mit dem Biegewerkzeug 22 befestigt ist. Dieser Anordnung gegen über liegend ist der Pressenbalken 8, ebenfalls mit der Ausgleichsvorrichtung 54 und der Werkzeugaufnahme 20 und Biegewerkzeug 21 verstellbar angeordnet. Das Antriebsmittel 9 ist im gezeigten Beispiel der Hydraulikzylinder 12 mit einem in einen Druckraum 66 und einem Ringraum 67 durch einen Kolben 68 unterteilten Zylinderraum. Die Versorgung mit dem Druckmedium aus der Hydraulikanlage erfolgt über die Hydraulik - Steuereinheit 30 und den Verbindungsleitungen 31. Dem Druckraum 66 vorgeschaltet ist als Erfassungsmittel 32 für eine Verstellkraft während des Umformvorganges, ein Drucksensor 69.

Wie bereits erwähnt ist der Biegevorgang in zwei Stufen gegliedert, wobei dies als weitere Möglichkeit zu einem einstufigen Biegevorgang wahlweise erfolgen kann.

In einem Vorbiegevorgang erfolgt eine Verstellung des Pressenbalkens 8 auf eine Eingriffstiefe 70 der Biegewerkzeuge 21, 22 bei der ein Biegewinkel 71 gering größer oder gleich dem vorgegebenen Umformwinkel 65 erreicht wird. Dabei wird die Verstellkraft und damit der Belastungsfall und die Verformungswerte und daraus die Korrekturwerte zur Einstellung der Ausgleichsvorrichtung 54, wie bereits früher beschrieben, ermittelt.

Ist dieser Vorgang abgeschlossen erfolgt ein geregelter Druckabbau bis annähernd einer vollständigen Druckentlastung des Druckraumes 66 des Hydraulikzylinders 12. Im Ringraum 67 ist bevorzugt ein Druckniveau aufrecht das im wesentlichen aus dem Eigengewicht des Pressenbalkens 8 resultiert womit ein zusätzlicher Lasteintrag durch das Eigengewicht des Pressenbalkens 8 auf die Platine verhindert wird.

Damit ist im Wesentlichen ein unbelasteter Zustand der Pressenbalken 5, 8 aber auch der Ausgleichsvorrichtung 54 erreicht und eine Verstellung der Ausgleichsvorrichtung 54, zur Bildung der erforderlichen Gegenwölbung der Stützflächen 18, 19, ohne wesentliche kraftbedingte Widerstände z.B. durch hohe Reibungswerte an Stellmittel der Ausgleichsvorrichtung, durchführbar.

Nach der Vornahme der entsprechenden Einstellung der Ausgleichsvorrichtung 54 erfolgt durch Beaufschlagung des Druckraumes 66 mit dem Druckmedium und damit die Verstellung des Pressenbalkens 8 für den Fertigbiegevorgang. Dabei wird wegegesteuert ein Biegeeingriff 72 der Biegewerkzeuge 21, 22 in Endlage erreicht der größer ist als die Eingriffstiefe 70 und der unter Berücksichtigung eines materialabhängigen Rückfederverhaltens für den vorgegebenen Umformwinkel 65 an der Platine 25 erforderlich ist und der durch die Maßnahmen der Bestimmung und Ausbildung der Gegenwölbung mit höchster Genauigkeit über eine gesamte Bieglänge erreicht wird.

Es sei noch abschließend erwähnt, dass bei Serienfertigungen die beschriebenen Maßnahmen mit der Einstellung der Ausgleichsvorrichtung 54 jeweils nur am Beginn einer Serie, also am Erstteil vorgenommen werden können und die weitere Fertigung mit den bestehenden Einstellungen bzw. die beschriebenen Maßnahmen erfolgen kann.

Wird aber eine hohe Fertigungsqualität gefordert, oder sind materialbedingte Belastungsschwankungen durch Festigkeitsunterschiede der Platinen 25 zu erwarten, ist selbstverständlich der zweistufige Biegevorgang bei jedem Teil einer Teileserie anwendbar.

Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten der Abkantpresse, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt. Es sind also auch sämtliche denkbaren Ausführungsvarianten, die durch Kombinationen einzelner Details der dargestellten und beschriebenen Ausführungsvariante möglich sind, vom Schutzzumfang mitumfasst. Insbesondere besteht keine Beschränkung hinsichtlich der Antriebsvorrichtung auf einen Betrieb mittels eines Druckmediums. Denkbar sind auch elektromechanische Antriebe z.B. elektromotorische Spindeltriebe an denen die Verstellkräfte - Pfeil 44, 45 - gemessen oder über die Leistungsaufnahme der Motore bestimmt werden. Auch der Hinweis auf die Kennwerte K1 bis K10 für die Einstellung der Ausgleichsvorrichtung 54 ist nur beispielhaft zu verstehen und können diese bedarfsweise festgelegt werden - wobei auch eine stufenlose Regelung denkbar ist.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus der Abkantpresse diese bzw. deren Bestandteile teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

Die den eigenständigen erfinderischen Lösungen zugrundeliegende Aufgabe kann der Beschreibung entnommen werden.

Bezugszeichenaufstellung

1 Abkantpresse

36 Datenspeicher

	2	Maschinengestell	37	Schalt- und Kontrollelemente
	3	Seitenwange	38	Energiequelle
	4	Seitenwange	39	Stromnetz
	5	Pressenbalken	40	Leitung
5	6	Querverband	41	Leitung
	7	Führungsanordnung	42	Wege- Messvorrichtung
	8	Pressenbalken	43	Linearmaßstab
	9	Antriebsmittel	44	Pfeil
10	10	Antriebsmittel	45	Pfeil
	11	Antriebsvorrichtung	46	Dehnungsmesssensor
	12	Hydraulikzylinder	47	
	13	Hydraulikanlage	48	
15	14	Endbereich	49	
	15	Kolbenstange	50	Biegelänge
	16	Achsposition	51	Biegelinie
	17	Achsposition	52	Gegenwölbung
20	18	Stützfläche	53	Neutrallinie
	19	Stützfläche	54	Ausgleichsvorrichtung
	20	Werkzeugaufnahme	55	Pfeil
	21	Biegewerkzeug	56	Distanz
25	22	Biegewerkzeug	57	Wirklinie
	23	Länge	58	Abstand
	24	Werkteil	59	Abstand
	25	Platine	60	Stützlänge
30	26	Aufstandsfläche	61	Verstellantrieb
	27	Mittelebene	62	
	28	Behälter	63	
	29	Pumpenaggregat	64	
	30	Steuereinheit	65	Umformwinkel
35	31	Verbindungsleitung	66	Druckraum
	32	Erfassungsmittel	67	Ringraum
	33	Drucksensor	68	Kolben
	34	Steuer- und/oder Regeleinrichtung	69	Drucksensor
40	35	Rechner	70	Eingriffstiefe
			71	Biegewinkel
			72	Biegeeingriff

45

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung eines Werkteils (24) durch Biegeumformung einer Platine (25) in einer Biegepresse, insbesondere Abkantpresse (1), mit einem Maschinengestell (2) aus bevorzugt zwei voneinander distanzierten Seitenwangen (3, 4) und mit einem mit diesen verbundenen mit einem ersten Biegewerkzeug (22) bestückten Pressenbalken (5) und mit einem relativ zu diesem in Führungen verstellbaren, mit einem weiteren Biegewerkzeug (21) bestückten Pressenbalken (8) und mit Antriebsmitteln (9, 10) einer Antriebsvorrichtung (11) für den Pressenbalken (8) und mit einer Steuer- und/oder Regeleinrichtung (34) mit einem Rechner (35) und Datenspeicher (36) und mit, mit der Steuer- und/oder Regelein-

55

richtung (34) leitungsverbundenen Erfassungsmitteln (32), z.B. Drucksensoren, Wegmesssensoren und mit einer Ausgleichsvorrichtung (54) zur Ausbildung einer Gegenwölbung (52) von einander gegenüber liegenden Stützflächen (18, 19) der Pressenbalken (5, 8) für die Biegewerkzeuge (21, 22) oder Werkzeugaufnahmen (20) zu einer unter Belastung durch Verstellkräfte der Antriebsmitteln (9, 10) für die Biegeumformung auftretenden Biegeverformung der Pressenbalken (5, 8), *dadurch gekennzeichnet*, dass nach Einlegen der Platine (25) zwischen die voneinander distanzierten Biegewerkzeuge (5, 8) diese durch Verstellung des verstellbaren Pressenbalkens (8) in eine Eingriffstiefe (70) gering kleiner eines erforderlichen Biegeeingriffs (72) zur Bildung eines vorgegebenen Umformwinkels (65) verbracht werden und dabei die Verstellkraft je Antriebsmittel (9, 10) aus einem Messwert des Erfassungsmittels (32) im Rechner (35) bestimmt wird, wonach die den Verstellkräften entsprechende Biegeverformung der Pressenbalken (5, 8) in Abhängigkeit von Maschinendaten im Rechner (35) oder aus im Datenspeicher (36) hinterlegten Daten ermittelt wird und die Verstellkraft der Antriebsmittel (9, 10) verringert wird und darnach durch Verstellung der Ausgleichsvorrichtung (54) die Gegenwölbung (65) der Stützflächen (18, 19) eingestellt wird und anschließend die Platine (25), durch Verstellung des Pressenbalkens (8) in den dem vorgegebenen Umformwinkel (65) entsprechenden Biegeeingriff (72), fertiggeformt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass aus den ermittelten Verstellkräften und den Produktionsdaten für die Biegeumformung der Platine (25) und den Maschinendaten die Biegeverformung des Tischbalkens (5) und/oder des Pressenbalkens (8) ermittelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Verstellkräfte je Antriebsmittel (9, 10) während der Biegeumformung der Platine (25) aus dem Druckniveau in einem das Antriebsmittel (9, 10) beaufschlagenden Druckmedium bestimmt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Verstellkräfte je Antriebsmittel (9, 10) während der Biegeumformung der Platine (25) aus der Leistungsaufnahme eines Antriebes des Antriebsmittels z.B. ein Elektromotor für einen Spindeltrieb bestimmt werden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass eine Position der Biegewerkzeuge (21, 22) in Bezug auf eine Länge (23) des Tischbalkens (5) und/oder des Pressenbalkens (8) aus der je Antriebsmittel (9, 10) bestimmten Verstellkraft ermittelt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Biegeverformung zumindest eines Pressenbalkens (5, 8) und/oder die Auffederung der Seitenwangen (3, 4) für eine vorbestimmte Anzahl von Belastungsfällen in einer Datenmatrix im Datenspeicher (36) hinterlegt ist.
7. Verfahren nach Anspruch 6, *dadurch gekennzeichnet*, dass nach Ermittlung der Verstellkräfte auf einen annähernd diesen entsprechenden, hinterlegten Belastungsfall und diesem zugeordnete Einstellwerte für die Ausgleichsvorrichtung (54) zugegriffen wird und entsprechend den Einstellwerten die Ausgleichsvorrichtung (54) justiert wird.
8. Verfahren nach Anspruch 1 oder 7, *dadurch gekennzeichnet*, dass jedem Belastungsfall ein Kennwert für die Einstellung der Ausgleichsvorrichtung (54) in der Datenmatrix zugeordnet ist.
9. Verfahren nach Anspruch 8, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Kennwert an der Steuer- und/oder Regeleinrichtung (34) angezeigt wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass dem Kennwert eine bestimmte Einstellung an der Ausgleichsvorrichtung (54) zugeordnet ist.
- 5 11. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Biegeverformung zumindest eines Pressenbalkens (5, 8) durch einen Rechenvorgang des Rechners (35) aus den ermittelten Verstellkräften der Antriebsmittel (9, 10) und der Position der Biegewerkzeuge (21, 22) und der Biegelänge (50) und den Maschinendaten bestimmt wird.
- 10 12. Verfahren nach Anspruch 1 oder 11, *dadurch gekennzeichnet*, dass jeweils vorgegebenen Bereichen der Biegeverformung ein Kennwert zugeordnet ist.
- 15 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass aus dem Kennwert in der Steuer- und Regeleinrichtung (34) Steuersignale generiert und Verstellantriebe (61) der Ausgleichsvorrichtung (54), zur Vornahme einer, den Kennwerten zugeordneten Einstellung der Ausgleichsvorrichtung (54), beaufschlagt werden.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dass die Einstellung der Ausgleichsvorrichtung (54) in durch die Kennwerte vorgegebenen Stufen erfolgt.
- 20 15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Einstellung der Ausgleichsvorrichtung (54) stufenlos erfolgt.

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

[illegible]

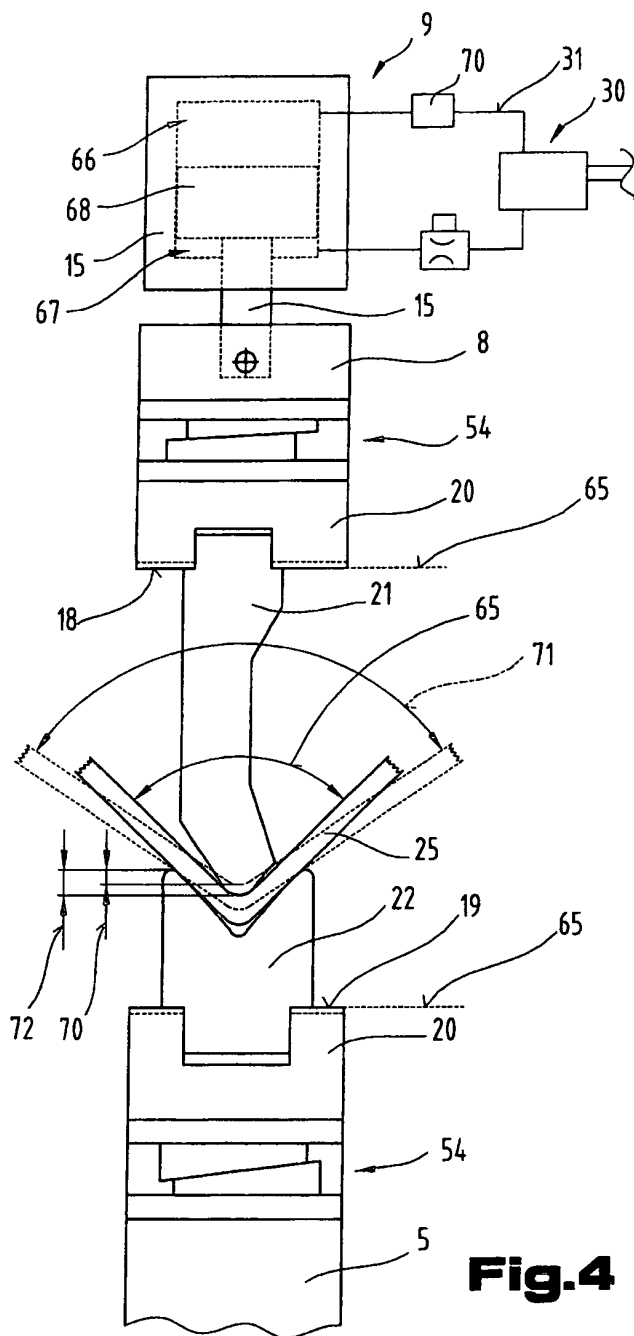


Fig. 4