(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 507 911 B1 2010-11-15**

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 350/2009
(22) Anmeldetag: 04.03.2009
(45) Veröffentlicht am: 15.11.2010

(51) Int. Cl.[8]: ***B21D 5/02*** (2006.01)

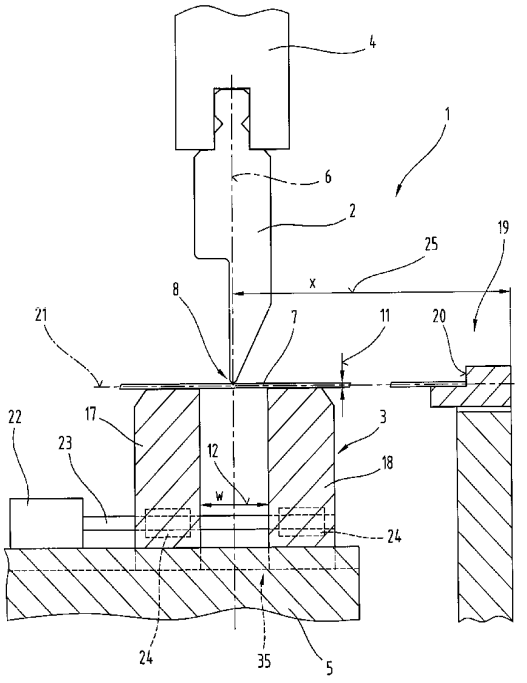
(56) Entgegenhaltungen:
DE 3245753A1 JP 59178130A
JP 2005297028A JP 3110019A

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

(54) VERFAHREN ZUM FREIBIEGEN

(57) Die Erfindung betrifft ein adaptives Einstellverfahren für eine Biegewerkzeuganordnung (1) zum Freibiegen von Blechteilen (7), wobei eine Gesenkweite w (12) des Biegegesenks (3) in Richtung normal zur Verfahrebene (6) veränderbar ist. Dabei wird bei jedem Biegevorgang eine Ist-Dicke des Blechteils (7) erfasst und eine Dickenabweichung dt der Ist-Dicke von einer Soll-Dicke berechnet. Ferner wird ein Korrekturwerts dw für die Gesenkweite (12) in Abhängigkeit von der Dickenabweichung dt anhand eines Modells des Biegevorgangs festgelegt und vor Durchführen der Biegeumformung, die Gesenkweite w (12) um den Korrekturwert dw verändert. Die Erfindung betrifft ferner eine Biegewerkzeuganordnung (1), umfassend einen Biegestempel (2) und ein Biegegesenk (3), wobei der Biegestempel (2) entlang einer Verfahrebene (6) relativ zum Biegegesenk (3) bewegbar ist. Das Biegegesenk weist ein erstes (17) und zweites (18) Gesenkteil auf, welche unabhängig voneinander, normal zur Verfahrebene (6) lösbar und längsverschiebbar mit einen Tischbalken (5) verbunden sind.

Fig.2



AT 507 911 B1 2010-11-15

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein adaptives Einstellverfahren für eine Biegewerkzeuganordnung zum Freibiegen von Blechteilen.

[0002] Aus dem Gebiet der Blechbearbeitung sind mehrere Umformverfahren bekannt, insbesondere ist als ein solches Verfahren das Freibiegen von Blechteilen bekannt. Dabei wird in einer Biegepresse ein Blechteil dadurch umgeformt, dass ein Pressbalken mit einem Biegestempel entlang der Biegelinie, die durch die Kontaktlinie des Biegestempels mit dem Blechteil gebildet ist, das Blechteil in ein Biegegesenk drückt, bis die gewünschte Umformung erreicht ist. Das Biegegesenk ist in bekannter Weise derart ausgebildet, dass eine, parallel zur Biegelinie verlaufende und bspw. schlitzartig ausgebildete Vertiefung zwei Biegekanten aufweist, die um einen Abstand w, der Gesenkweite, von einander beabstandet sind, wobei die Vertiefung bspw. U- oder V-förmig ausgebildet sein kann. Ferner weisen die beiden Biegekanten bevorzugt einen symmetrischen Abstand zur Biegelinie auf, insbesondere jeweils $\frac{w}{2}$. Bei der Verfahrbewegung des Pressenbalkens drückt der Biegestempel das Blechteil entlang der Biegelinie in die Vertiefung, wobei das Blech durch Anliegen an der Biegekante und der Kontaktlinie mit dem Biegestempel umgeformt wird, insbesondere werden sich die Schenkel des Blechteils aufbiegen. Durch die Kraftausübung des Biegestempels auf das Blechteil wird dieses entlang der Biegelinie umgeformt, wobei sich durch diese Umformung im Querschnitt des Blechteils einen Radius ausbildet, der im Wesentlichen von der Gesenkweite, der Blechdicke, dem Radius des Biegestempels und der Materialfestigkeit abhängt. Da üblicherweise eine möglichst scharfkantige Biegung gewünscht ist, also dass der erzielte Biegeradius möglichst klein ist, wird auch der Radius des Biegestempels möglichst klein sein, ohne jedoch die Gefahr einer Kerbwirkung mit sich zu bringen. Bedingt durch die Blechdicke und die Materialfestigkeit werden sich die Biegeradien an der, der Biegelinie gegenüberliegenden Flachseite des Blechs, und der mit dem Biegestempel in Kontakt befindlichen Flachseite des Blechs, unterscheiden, insbesondere wird der dem Biegestempel zugewandte Radius kleiner als der gegenüberliegende Radius sein. Wesentliche Einflussfaktoren auf den erzielbaren Biegeradius stellen jedoch die Blechdicke und die Materialhärte dar, da sich daraus die für den Biegevorgang erforderliche Gesenkweite und Presskraft ermitteln lässt. Bevorzugt sind die komplexen Abhängigkeiten zwischen und von den Ausgangsparametern exemplarisch berechnet und tabellarisch zusammengefasst, sodass ein Bediener einer derartigen Biegepresse ohne Durchführen der komplexen Berechnungen, bei gegebener Blechdicke und Gesenkweite, die erforderliche Presskraft zur Erreichung der Biegeumformung direkt aus der Tabelle ablesen kann.

[0003] Da die eingesetzten Biegewerkzeuge mechanische Präzisionsteile sind, die insbesondere im Hinblick auf die auftretenden Biegekräfte mechanisch besonders stabil ausgebildet sein müssen und daher zumeist auch äußerst kostspielig sind, wird nicht für jeden möglichen Biegefall ein optimales Werkzeug hergestellt bzw. vorhanden sein. Es wird daher einen Werkzeugsatz geben, wobei jedes Werkzeug für einen festgelegten Einsatzbereich verwendet werden kann. Somit wird für den überwiegenden Teil der durchgeführten Biegeumformungen mangels eines individuell ausgebildeten Biegegesenks, nur die bestmöglich passende Kombination aus Biegegesenk und Presskraft eingesetzt. Beim Wechsel der zu verarbeitenden Materialien bzw. Änderung der auszubildenden Biegegeometrie muss ferner zumeist das Biegewerkzeug getauscht werden, was einen beträchtlichen Zeitaufwand darstellt.

[0004] Um beispielsweise einen L-Winkel zu biegen, also einen um 90° zur Längserstreckung des Blechteils abgewinkelten Schenkel mit einer festgelegten Länge A zu formen, muss zuvor die so genannte abgewickelte Länge ermittelt werden, also jener Abstand zwischen Blechkante und Biegelinie, sodass nach dem Biegevorgang der Schenkel die entsprechend gewünschte Länge aufweist. Durch den Biegevorgang kommt es zu einer so genannten Biegeverkürzung, was mittels eines so genannten Korrekturfaktors ausgeglichen wird, um den die Biegelinie von der Blechkante weg verschoben werden muss, um nach der Biegeumformung die gewünschte

Schenkellänge zu erreichen.

[0005] Beispielsweise zeigt die US 7,454,943 ein Biegegesenk mit zwei Anlegwangen, die um eine Schwenkachse gegeneinander verschwenkt werden können. Beim Niederfahren des Biegestempels werden die beiden Wangen aufgeschwenkt und legen sich an das umzuformende Blechteil an und unterstützen somit die Biegeumformung. Die Presskraft wird dabei durch den niederfahrenden Biegestempel aufgebracht. Die beiden Anlegwangen sind bevorzugt mechanisch in ihrer Bewegung gekoppelt, sodass beide Wangen eine gegengleiche Bewegung ausführen. Mit dieser Ausbildung lassen sich bspw. Blechteile mit geringer Materialfestigkeit biegen, bei denen es ohne Unterstützung durch die Anlegwangen, zu keiner exakten Biegekante kommen würde und somit große Abweichungen im Biegeergebnis zu erwarten wären.

[0006] Aus der DE 32 45 753 A1 ist ein Verfahren zum Einstellen eines maßhaltigen Eintauchwegs des Oberwerkzeugs einer Biegepresse bekannt. Dabei wird das Oberwerkzeug nach einem ersten Biegevorgang bis zum belastungsfreien Aufsetzen auf das Werkstück entlastet und der Entlastungsweg ermittelt. Dieser Entlastungsweg ist proportional der Aufbiegung des Werkstücks infolge einer Rückfederung und wird mit einem Soll-Wert für die Maßhaltigkeit vergleichen. Bei einer Abweichung wird erneut und zumindest einem dem ermittelten Entlastungsweg entsprechendem Eintauchweg nachgefahren, das Oberwerkzeug wiederum entlastet und der Rückfederungsweg erneut ermittelt. Dieses Verfahren wird so lange fortgesetzt, bis die geforderte Maßhaltigkeit erreicht wurde. Anschließend wird der Arbeitshub für die weiteren Biegevorgänge auf den tiefsten Eintauchweg eingestellt.

[0007] Aus der JP 59178130 A ist eine Gesenkanordnung offenbart, mit der ein Rückfedern des Werkstücks reduziert werden kann. Dabei weist ein zweigeteiltes Unterwerkzeug neben den Biegeflanken, zusätzlich jeweils eine weitere äußere Flanke auf. Ferner sind am Oberwerkzeug zusätzliche Nocken angebracht, die in Arbeitsrichtung des Oberwerkzeugs längsverstellbar sind. Beim Biegevorgang drückt der Biegestempel das Werkstück in das Unterwerkzeug und gleichzeitig drücken die Nocken auf die Außenflanke des geteilten Unterwerkzeugs, wodurch sich die beiden Teile aufeinander zubewegen und so zusätzlichen Druck auf das Werkstück ausüben, wodurch ein genaues Biegeergebnis erreicht wird.

[0008] Die JP 2005297028 A offenbart eine Biegevorrichtung und ein Biegeverfahren, bei dem das Unterwerkzeug eine starre und eine verschwenkbar ausgebildete Anlegekante aufweist. Durch die Krafteinwirkung des Oberwerkzeugs auf das Werkstück wird dieses in das Unterwerkzeug eintauchen, wodurch ein Betätigungsmittel aktiviert wird, welches die verschwenkbaren Anlegekanten hoch und somit in Richtung des Oberwerkzeugs drückt, wodurch eine Verbesserung der Biegekante erreicht wird, da ein unbeabsichtigtes Abrutschen des Werkstücks an den Biegekanten verhindert wird.

[0009] Aus der JP 3110019 A ist eine Biegevorrichtung bekannt, die einen gleichmäßigen Biegewinkel über die gesamte Werkstücklänge ermöglichen soll. Durch die einwirkenden Kräfte des Oberwerkzeugs auf das Werkstück und damit auch auf das Unterwerkzeug, kommt es zu einer Aufweitung des Biegespalts, was sich wiederum auf den gebogenen Winkel auswirkt. Das Unterwerkzeug weist nun eine Mehrzahl keilförmiger Elemente auf, die über eine zentrale Einstellschraube eine Verstellung der Gesenkweite ermöglichen. Das gesamte Unterwerkzeug weist mehrere solcher Einstellabschnitte auf, welche derart justiert sind, dass die Gesenkweite in der Mitte des Unterwerkzeugs gegenüber den Randbereichen verringert ist.

[0010] Das Problem bei bekannten Freibiegeverfahren liegt nun insbesondere darin, dass beim Modell zur Berechnung der Schenkellänge die Blechdicke einen ganz wesentlichen Beitrag liefert, da davon insbesondere die Biegeradien im Bereich der Biegelinie abhängen, was sich wiederum auf den Verkürzungsfaktor auswirkt. Fertigungstechnisch bedingt wird es jedoch beim angelieferten Blech zumeist zu geringen Schwankungen der tatsächlichen Blechdicke kommen, sodass die gewünschte Schenkellänge des Biegeteils ohne zusätzliche Korrektur nicht zuverlässig eingehalten werden kann. Bislang ist dazu bekannt, nach dem ersten Biegevorgang die tatsächlich erhaltene Schenkellänge zu messen um daraus den neuen Versatz der Biegelinie zu berechnen. Bevorzugt weist eine Biegepresse ferner eine Anschlagvorrichtung auf, welche in

der Arbeitsebene angeordnet ist, in der das Blechteil in die Biegepresse eingelegt wird, insbesondere also normal zur Verfahrrichtung des Biegestempels. Das Blech wird in das Biegewerkzeug eingelegt und an der Anschlagvorrichtung angelegt. Bei bekannten Verfahren wird die Anschlagvorrichtung auf jenen Abstand x von der Biegelinie entfernt positioniert, der dem berechneten Abstand zur Erreichung der gewünschten Schenkellänge entspricht. Nach dem ersten Biegevorgang und Bestimmung eines Korrekturfaktors für die Schenkellänge, wird die Anschlagvorrichtung um den ermittelten Korrekturwert versetzt.

[0011] Von Nachteil ist nun, dass bei einer abweichenden Blechdicke zumindest das erste Biegeteil im Hinblick auf die Schenkellänge außerhalb zulässiger Toleranzen ist und somit als Ausschuss für die weiter Verarbeitung nicht verwendbar ist. Bei Blechteilen die nur in geringer Stückzahl gefertigt werden ist dies von besonderem Nachteil, da ein derartiges nicht verwendbares Blechteil auf die Gesamtkosten aufgerechnet werden muss. Bei Blechteilen die in großer Stückzahl gefertigt werden, werden zumeist im Laufe des Fertigungsvorgangs mehrere Blechchargen eingesetzt, wobei sich bei jedem Chargenwechsel die Blechdicke ändern kann und somit eine erneute Korrektur der Anschlagposition erforderlich ist, verbunden mit zumindest einem weiteren Ausschussteil. Ferner kann auch innerhalb einer Blechcharge die Dicke geringfügig schwanken, was hinsichtlich einzuhaltender Toleranzen bei Präzisionsbiegeteilen große Probleme aufwirft, als dass das Biegeergebnis, und damit der Einfluss einer eventuell abweichenden Blechdicke, erst nach dem Biegevorgang festgestellt werden kann, wo eine Korrektur nicht mehr möglich ist.

[0012] Das Biegeergebnis wird allerdings auch durch die Gesenkweite selbst beeinflusst, da sich bei unterschiedlicher Blechdicke auch unterschiedliche Radien und unter Einbeziehung der Festigkeit des Materials, auch unterschiedliche Presskräfte ergeben. Bekannte Verfahren haben dahingehend den Nachteil, dass die Gesenkweite aufgrund hoher Werkzeugkosten nur in groben Schritten verändert werden kann, da nur ein Satz von Werkzeugen vorhanden sein wird, wobei dazu jedoch ferner jeweils ein Werkzeugwechsel erforderlich ist. Mit bekannten Biegeverfahren kann daher der Einfluss der Gesenkweite auf das Biegeergebnis, insbesondere auf den Biegeradius und die damit verbundene Schenkellänge nur minimiert werden, ein vollständiger Ausgleich ist zumeist nicht möglich.

[0013] Die Aufgabe der Erfindung liegt also darin, ein Biegeverfahren, insbesondere zum Freibiegen von Blechteilen, dahingehend zu verbessern, dass Schwankungen der Blechteilparameter, bereits das erste Werkstück hinsichtlich der auszubildenden Biegeumformung, innerhalb festlegbarer Toleranzen liegt.

[0014] Die Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, dass vor der Biegeumformung der jeweils aktuelle Wert der Blechdicke gemessen wird und bei Abweichung von einer Soll-Dicke ein Korrekturwert für die Gesenkweite ermittelt wird und die Gesenkweite um den ermittelten Korrekturwert verändert wird.

[0015] Durch die Erfassung der Ist-Dicke des Blechteils können unvorhersehbare Dickenschwankungen beispielsweise aufgrund eines Chargenwechsels des verwendeten Blechs im Vorhinein korrigiert werden, sodass ein Ausschussteil aufgrund der sich ändernden Biegegeometrie von vorn herein ausgeschlossen wird. Die Erfassung der Ist-Dicke des Blechteils kann nun beispielsweise stichprobenartig durchgeführt werden, jedenfalls jedoch bei einem Chargenwechsel. Ferner kann die Erfassung aber auch vor jedem Biegevorgang durchgeführt werden, sodass für jedes Biegeteil eine exakte Korrektur des Einflusses der Blechdicke vorgenommen werden kann. Die Erfassung kann beispielsweise beim Einlegen des Blechteils in die Biegewerkzeuganordnung durch eine vorgelagerte Messvorrichtung, oder eine Messvorrichtung der Biegepresse erfolgen. Der Bediener der Biegepresse bekommt somit automatisch den Korrekturwert zur Verstellung der Gesenkweite mitgeteilt und kann daher ggf. die Gesenkweite um den Korrekturwert anpassen. Beispielsweise kann dies mittels einer Einstellvorrichtung erfolgen, bei der eine Gewindespindel auf die beiden Biegekanten des Beigegesenks derart wirkt, dass durch Verdrehen der Spindel mittels einer Betätigungsvorrichtung, der Abstand zwischen den Biegekanten, also die Gesenkweite, geändert wird.

[0016] Aus der ermittelten Ist-Dicke wird im Bezug zu einer Soll-Dicke eine Dickenabweichung ermittelt und bei einer Abweichung, anhand eines Modells des Biegevorgangs ein Korrekturwert dw für die Gesenkweite ermittelt. Für jede Biegeumformung existiert ein mathematisches Gleichungsmodell, um aus der Soll-Blechdicke, der gewünschten Schenkellänge des gebogenen Teils und der Materialhärte jene Biegelinie zu ermitteln, entlang derer der Biegestempel auf das Blechteil einwirken muss um mit den gegebenen Ausgangsparameter das gewünschte Biegeergebnis zu erreichen. Der ganz besondere Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt nun darin, dass das Biegegesenk in seiner Gesenkweite individuell veränderbar ist und somit eine genaue Anpassung an die, für die aktuelle Blechdicke erforderliche Gesenkweite möglich ist. Die Veränderung der Gesenkweite kann nun mittels der Einstellvorrichtung vorgenommen werden, ohne dass dafür ein Umrüsten der Biegepresse erforderlich ist, insbesondere jedoch ohne dass dafür das Biegegesenk vom Tischbalken abgebaut werden muss.

[0017] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist somit eine deutliche Steigerung der Genauigkeit der Biegevorgänge möglich und wird ferner eine Erweiterung des Einsatzbereichs einer Biegewerkzeuganordnung erreicht. Insbesondere wird es mit einem Biegegesenk möglich, eine deutlich größere Vielfalt an hochpräzisen Biegeumformungen durchzuführen.

[0018] Nach einer vorteilhaften Weiterbildung weist die Biegewerkzeuganordnung eine Anschlagvorrichtung mit einer Anschlagfläche für das Blechteil auf, wobei die Anschlagvorrichtung parallel zu einer zur Verfahrebene des Biegestempels normalen Zuführebene bewegbar angeordnet ist und wobei aus der Dickenabweichung dt ein Korrekturwert dx für eine Anschlagposition ermittelt wird und die Anschlagfläche um den ermittelten Korrekturwert bewegt wird. Ein zweiter bedeutender Einflussfaktor für die Genauigkeit einer Biegeumformung, insbesondere für die Länge des gebogenen Schenkels, ist durch die Anschlagposition des Blechteils an der Anschlagvorrichtung gegeben. Diese Anschlagposition legt fest, wie weit die Biegelinie von einer Blechteilkante entfernt ist, was entsprechend des Modells des Biegevorgangs, direkten Einfluss auf die gebogene Schenkellänge hat, insbesondere wird durch die Anschlagposition das Verhältnis der Schenkellängen eines gebogenen Winkels festgelegt. Durch eine Abweichung von der Soll-Blechdicke kommt es ohne Korrektur der Anschlagposition wiederum zu einer Abweichung von der gewünschten Schenkellänge, wobei sich diese Abweichung entsprechend der anspruchsgemäßen Weiterbildung über den Korrekturfaktor dx ausgleichen lässt.

[0019] Zur Verkleinerung des Toleranzfeldes und damit zur Erreichung einer höheren Biegegenauigkeit ist eine Weiterbildung von Vorteil, nach der nach Durchführen des Biegevorgangs eine Ist-Schenkellänge des gebogenen Blechteils erfasst wird und bei Abweichung von einer Soll-Schenkellänge ein Anteil dx_1 zum Korrekturwert dx und/oder ein Anteil dw_1 zum Korrekturwert dw ermittelt wird. Ein weiterer Einflussfaktor auf die Biegegenauigkeit sind Schwankungen in der Materialhärte bzw. der Festigkeit. Ein härteres Material setzt dem Biegevorgang einen größeren Widerstand entgegen, wodurch der modellgemäße Biegeradius entlang der Biegelinie nicht erreicht wird, was wiederum einen direkten Einfluss auf die Schenkellänge hat. Da die Materialhärte nur sehr aufwändig zu bestimmen ist, jedoch innerhalb einer Materialcharge zumeist nicht schwankt, kann mit der erfindungsgemäßen Weiterbildung durch die ermittelte Ist-Schenkellänge bei bekannten Parametern für die Gesenkweite und/oder die Anschlagposition, direkt auf die Materialhärte rückgeschlossen werden und bei Abweichung der Ist-Schenkellänge von einer Soll-Schenkellänge ein entsprechender Korrekturwert ermittelt werden.

[0020] Für die industrielle Fertigung ist ein möglichst hoher Durchsatz von Vorteil, es gilt also die erforderliche Zeit zur Durchführung der Biegeumformung zu reduzieren, ohne dabei die Genauigkeit der umgeformten Biegeteile zu verschlechtern. Bei Biegeteilen die in geringer Stückzahl hergestellt werden, oder für die am Stück mehrere Biegeumformungen durchgeführt werden müssen, ist die Zeit zur Vorbereitung einer Biegepresse auf den nächsten Biegevorgang, die so genannte Rüstzeit, ein wesentlicher Einflussfaktor auf den Durchsatz. Durch eine anspruchsgemäße Weiterbildung, nach der die Erfassung der Ist-Schenkellänge innerhalb einer Serie von Biegeumformungen nur nach dem ersten Biegevorgang durchgeführt wird, lässt sich erreichen, dass sich mit nur einem einzigen Messvorgang das Biegeverfahren derart anpassen bzw. korrigieren lässt, dass alle nachfolgend gebogenen Teile zuverlässig innerhalb vorgege-

bener Toleranzbereiche bleiben.

[0021] Im Hinblick auf eine möglichst hohe Genauigkeit, insbesondere innerhalb einer Serie von Biegeumformungen, ist eine Weiterbildung von Vorteil, nach der die Erfassung der Ist-Schenkellänge während der Biegeumformung durchgeführt wird. Die Erfassung der Ist-Schenkellänge kann beispielsweise mittels einer Tastvorrichtung erfolgen, wodurch sich unmittelbar der Biegeverlauf überwachen lässt und bei Abweichung von einem vorgegebenen Biegeverlauf, welcher in einer Abweichung von einer geforderten Schenkellänge resultiert, sofort eine Korrektur vorgenommen werden kann, beispielsweise in dem die Gesenkweite entsprechend angepasst wird. Das Biegegesenk wird in diesem Fall daher derart ausgebildet sein, dass es auch während eines Biegevorgangs verstellbar ist, ohne dass dazu das Biegeteil vom Bedienpersonal manipuliert werden muss. Beispielsweise kann dazu der Pressdruck etwas reduziert werden, sodass das Biegegesenk entlastet wird und die Gesenkweite verändert werden kann.

[0022] Von Vorteil ist eine Weiterbildung nach der die Erfassung der Ist-Schenkellänge kontaktlos durchgeführt wird, da somit das Biegeteil nicht in einer Messvorrichtung eingelegt bzw. angeordnet werden muss, was zusätzliche Bedienhandlungen erforderlich machen würde und damit die Bearbeitungszeit erhöht. Die Erfassung der Ist-Schenkellänge kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass das Biegeteil in seiner Ablageposition zur weiteren Bearbeitung automatisch von einer optisch wirkenden Messvorrichtung erfasst und die gebogene Schenkellänge ermittelt wird. Ist beispielsweise die Biegepresse Teil eines Produktionssystems kann die gebogene Schenkellänge vollautomatisch beim Transport des Biegeteils zum nächsten Verfahrensschritt ermittelt und an die Steuerung der Biegepresse übermittelt werden, um so direkt in die Einstellung bzw. Korrektur der Gesenkweite und/oder Anschlagposition einfließen. Auch kann die kontaktlose Erfassung der Ist-Schenkellänge bereits während des Biegevorgangs erfolgen, beispielsweise mittels einer optisch wirkenden Erfassungsvorrichtung die an der Biegpresse angeordnet ist und die Länge des gebogenen Schenkels in seiner gebogenen Endposition, oder ggf. bereits während des Biegevorgangs erfasst.

[0023] Ein weiterer Einflussfaktor auf die Genauigkeit der gebogenen Schenkel ist durch die Zuschnittgenauigkeit des Blechteils gegeben. Ist beispielsweise ein gleichschenkeliger Winkel zu biegen, hat die ursprüngliche Ausgangslänge des Blechstreifens einen ganz wesentlichen Einfluss auf die Länge der gebogenen Schenkel. Daher wird nach einer Weiterbildung vor der Biegeumformung eine abgewickelte Ist-Länge des Blechteils erfasst und bei Abweichung von einer Soll-Länge ein Anteil dx_2 zum Korrekturwert dx und/oder ein Anteil dw_2 zum Korrekturwert dw ermittelt. Auch wenn beispielsweise mehrere Biegevorgänge an einem Blechteil vorgenommen werden, ist die tatsächlich abgewickelte Länge zu berücksichtigen, da sonst ohne Korrektur ein sich fortpflanzender Fehler auftreten könnte, was in deutlichen Abweichungen in den zu biegenden Blechteilen resultieren könnte. Diese Weiterbildung hat nun den Vorteil, dass aufgrund der ermittelten tatsächlichen Ist-Länge des Blechteils und unter Berücksichtigung bzw. Kenntnis des Modells der Biegeumformung, insbesondere der Kenntnis aller für dieses Blechteil durchzuführenden Biegeumformungen, die Längenabweichung auf alle, entlang der vom Soll-Wert abweichenden Längserstreckung des Biegeteils durchzuführenden Biegeumformungen aufgeteilt werden kann, sodass insgesamt die geforderte Toleranz eingehalten werden kann. Insbesondere kann das Biegemodell derart ausgebildet sein, dass absolut erforderliche Abmessungen jedenfalls eingehalten werden, jedoch die sich durch eine Abweichung von der geforderten, abgewickelten Länge ergebenden Toleranzen auf die verbleibenden Biegungen bzw. Schenkel derart aufgeteilt werden, dass insgesamt alle Toleranzen eingehalten werden und somit ein weiter verarbeitbarer Biegeteil geformt wird.

[0024] Eine vorteilhafte Weiterbildung erhält man dadurch, dass das Biegegesenk einen ersten und zweiten Gesenkteil aufweist, welche voneinander durch die Gesenkweite beabstandet sind, wobei das erste und zweite Gesenkteil parallel zur Zuführebene in ihrer Relativposition zum Tischbalken verstellt wird. Insbesondere werden die Biegekanten der beiden Gesenkteile durch die Gesenkweite voneinander beabstandet sind. Durch diese Weiterbildung ist sichergestellt, dass die Gesenkweite des Biegegesenks im Wesentlichen beliebig verstellt werden kann und somit jede gewünschte Gesenkweite ausgebildet werden kann. Mit dieser Weiterbildung kann

nun, nach Einstellung der Gesenkweite auf das durch das Modell der Biegeumformung vorgegebene Grundmaß, die Gesenkweite fein abgestuft um den erforderlichen Korrekturwert eingestellt werden und somit hochgenaue Biegeumformungen durchführen zu können. Gegenüber bekannten Biegevorrichtungen hat das erfindungsgemäß weitergebildete Verfahren nun den ganz besonderen Vorteil, dass mit diesem in der Gesenkweite veränderbaren Biegegesenk, eine Vielzahl unterschiedlicher Gesenkweiten eingestellt werden kann. Insbesondere kann somit bei einer Vielzahl unterschiedlich möglicher Biegeumformungen individuell auf Abweichungen von dem Biegemodell zugrunde liegende Soll-Werten eingegangen werden, in dem die Gesenkweite entsprechend eingestellt wird.

[0025] Im Hinblick auf einen möglichst automatisierten Verfahrensablauf ist eine Weiterbildung von Vorteil, nach der die Gesenkteile des Biegegesenks durch eine Antriebseinheit in ihrer Relativposition zueinander verstellt werden. Da eine derartige Biegepresse zumeist auch eine Steuerung aufweist, die zumeist auch zur Abarbeitung des Biegemodells ausgebildet ist, ist diese Weiterbildung dahingehen von Vorteil, dass die ermittelten Korrekturwerte dw und/oder dx von der Steuerung ermittelt werden und somit direkt die Antriebseineinheit angesteuert werden kann, um die Gesenkteile des Biegegesenks automatisch und insbesondere ohne zusätzliche Manipulationsarbeit durch den Bediener, in die entsprechende Position zu verfahren. Ein Bediener kann somit jederzeit davon ausgehen, dass die Biegepresse, insbesondere also Gesenkweite auf das aktuell zu bearbeitende und unter Umständen in einzelnen Abmessungen von Soll-Werten abweichende Blechteil eingestellt ist. Durch das anspruchsgemäß weitergebildete Verfahren ist die Biegewerkzeuganordnung somit unter Berücksichtigung der tatsächlichen Blechteilparameter stets optimal an das Biegemodell angepasst. Insbesondere ist es von Vorteil, wenn das erste und zweite Gesenkteil des Biegegesenks symmetrisch zu einer Mittellinie verstellt werden, sodass sich die durch den Biegevorgang bildenden Schenkellängen in gleicher Weise ändern. Somit lässt sich mit dem anspruchsgemäß weitergebildeten Einstellverfahren eine Abweichung der Blechdicke von einer Soll-Dicke einfach und schnell korrigieren, wenn die restlichen Blechteilparameter wie beispielsweise Zuschnittabmessungen korrekt sind.

[0026] Vorteilhaft ist ferner eine Weiterbildung, nach der das erste und zweite Gesenkteil des Biegegesenks unabhängig voneinander verstellt werden, da somit auch eine bezüglich der Mittelebene bzw. Verfahrebene unsymmetrische Verstellung der Gesenkweite möglich ist um Ungenauigkeiten in den Blechteilabmessungen zu korrigieren, um somit die Toleranzen der gebogenen Biegeschenkel zu reduzieren. Insbesondere ist diese Weiterbildung von Vorteil, wenn bspw. während des Biegevorgangs eine Korrektur der Biegeumformung durchgeführt werden soll, um eine Abweichung der Umformung vom Biegemodell unmittelbar zu korrigieren.

[0027] Im Hinblick auf eine Vereinfachung des Biegevorgangs, insbesondere eine Reduktion der Bedienhandlungen, ist eine Weiterbildung von Vorteil, nach der die Gesenkweite auf eine, durch das Modell des Biegevorgangs ermittelte Gesenkweite w eingestellt wird. Da die Soll-Abmessung des zu formenden Biegeschenkels und auch die Soll-Dicke des eingesetzten Blechs bekannt sind, lässt sich anhand des Biegemodells die dafür erforderliche Gesenkweite ermitteln und somit die Gesenkweite automatisch, insbesondere jedoch ohne manuelle Bedienhandlung einstellen. Diese Weiterbildung hat jedoch auch den Vorteil, dass die Gesenkweite spezifisch und genau auf das erforderliche Sollmaß eingestellt werden kann und somit nicht wie bisher eines der verfügbaren Biegegesenke mit einer festgelegten Nenngesenkweite verwendet werden muss, wobei es durch die festgelegte Gesenkweite zu systematischen Abweichungen im Biegevorgang kommen wird.

[0028] Ebenfalls von Vorteil ist eine Weiterbildung, nach der die Anschlagfläche relativ zur Verfahrebene auf eine durch das Modell des Biegevorgangs ermittelte Anschlagposition x bewegt wird. Aufgrund des Biegemodells lässt sich aus den gewünschten Soll-Abmessungen des Biegeteils direkt jene Position des Anschlags ermitteln, um nach Anlegen des Blechteils an die Anschlagfläche und Durchführen der Biegeumformung den gewünschten Biegeschenkel formen zu können. Die Bewegung auf die ermittelte Anschlagposition x erfolgt bevorzugt durch ein Antriebsmittel, wodurch die Anschlagposition automatisch und insbesondere ohne Bedienhandlung eingestellt werden kann.

[0029] Eine Weiterbildung nach der mit dem Modell des Biegevorgangs eine Biegeverkürzung ermittelt wird hat den Vorteil, dass sich somit bereits vor Durchführung der ersten Biegeumformung ein Korrekturwert für die Anschlagposition dx und/oder für die Gesenkweite dw ermitteln lässt, sodass bereits die erste Biegeumformung mit hoher Genauigkeit durchgeführt werden kann. Diese Weiterbildung hat ferner den Vorteil, dass bei an einem Blechteil hintereinander durchgeführten Biegeumformungen, wobei es jeweils bei jeder Biegeumformung zu einer Verkürzung der Blechlänge kommt, im Vorhinein die erforderliche Zuschnittlänge ermittelt werden kann und sich insbesondere vor Durchführung der Biegeumformung ein Korrekturfaktor der Gesenkweite dw bzw. ein Korrekturfaktor der Anschlagposition dx ermitteln lässt und somit wiederum das erste gebogene Biegeteil in hoher Genauigkeit hergestellt werden kann.

[0030] Nach einer Weiterbildung ist es möglich, dass die Veränderung der Gesenkweite auch während des Biegevorgangs durchgeführt wird. Dies hat den Vorteil, dass eine Abweichung von einem Soll-Biegeverlauf, wie er aus dem Biegemodell gefordert ist, noch während der ablaufenden Biegeumformung korrigiert werden kann. Insbesondere kann der Bewegungsverlauf der sich bzw. die sich aufbiegenden Blechschenkel bspw. mittels einer Erfassungsvorrichtung erfasst werden und eine Abweichung vom Verlauf nach dem Biegemodell ermittelt werden. Daraufhin kann die Gesenkweite und/oder die Ausrichtung des Biegegesenks in Relation zur Verfahrebene korrigiert werden, um so einen maßhaltigen Biegeteil zu formen.

[0031] Die Aufgabe der Erfindung wird auch durch eine Biegewerkzeuganordnung gelöst, wobei der Biegestempel ein erstes und zweites Gesenkteil aufweist, welche normal zur Verfahrebene lösbar längsverschiebbar mit einem Tischbalken verbunden sind. Diese Ausbildung hat den ganz besonderen Vorteil, dass im Gegensatz zu bekannten Biegewerkzeuganordnungen, die beiden Gesenkteile eine wahlfrei einstellbare Gesenkweite ausbilden können und somit nicht wie bisher auf einen Satz von Biegegesenken zurückgegriffen werden muss, wobei aus Kostengründen zumeist nur eine eingeschränkte Anzahl unterschiedlicher Gesenkweiten verfügbar war. Eine Biegeumformung wurde daher bisher meist nur mit dem möglichst gut passenden Biegegesenk durchgeführt, wodurch eine systematische Abweichung vom gewünschten und nach dem Biegemodell vorgegebenen Biegeverlauf zu erwarten war. Somit kann für jede Biegeumformung ein optimal ausgebildetes Biegegesenk bereitgestellt werden, wobei insbesondere mit einem erfindungsgemäß ausgebildeten Biegegesenk ein sehr großer Bereich möglicher Gesenkweiten ausgebildet werden kann.

[0032] Nach einer Weiterbildung umfasst die Biegewerkzeuganordnung ferner eine Anschlagvorrichtung mit einer Anschlagfläche wobei die Anschlagvorrichtung parallel zu einer Zuführebene bewegbar ist und wobei die Zuführebene normal zur Verfahrebene ausgerichtet ist. Eine bewegbare Anschlagvorrichtung hat insbesondere den Vorteil, dass, basierend auf dem Modell der Biegeumformung, die Anschlagvorrichtung und damit eine Anschlagposition x auf jenen geforderten Wert eingestellt bzw. bewegt werden kann, der anhand des Biegemodells ermittelt wurde. Bevorzugt wird die Anschlagvorrichtung ferner eine Antriebsvorrichtung aufweisen, sodass die Bewegung der Anschlagvorrichtung und damit die Änderung bzw. Einstellung der Anschlagposition x automatisch durchgeführt werden kann, ohne dass dafür eine manuelle Bedienhandlung erforderlich wäre. Im Hinblick auf einen möglichst hohen Automatisierungsgrad hat diese Ausbildung den weiteren Vorteil, dass beispielsweise Fertigungsdaten betreffend das Biegeteil, von einer übergeordneten Steuerungseinrichtung übernommen werden können und insbesondere automatisch, ohne zutun eines Bedieners, übernommen und die erfindungsgemäße Biegewerkzeuganordnung auf die entsprechenden Werkteilparameter eingestellt werden kann.

[0033] Im Hinblick auf eine mehrfache Verwendung bzw. Wiederverwendung der Biegewerkzeuganordnung ist eine Weiterbildung von Vorteil, nach der das erste Gesenkteil und der Biegestempel eine Pressfläche aufweisen. Eine Biegeumformung die mit der anspruchsgemäß weitergebildeten Biegewerkzeuganordnung durchgeführt werden soll, ist als so genanntes Falzen bekannt. Dabei wird ein Biegeschenkel im Freibiegeverfahren weitest möglich aufgebogen und der aufgebogene Schenkel anschließend flach gedrückt. Durch die anspruchsgemäß weitergebildete Biegewerkzeuganordnung ist es nun in besonders vorteilhafter Weise möglich,

mit einem Werkzeug sowohl einen Freibiegevorgang als auch beispielsweise einen Falzvorgang durchzuführen, wobei aufgrund der erfindungsgemäßen Ausbildung das erste und zweite Gesenkteil unabhängig voneinander bewegt werden können, sodass beispielsweise nach Durchführen des Freibiegevorgangs mit den beiden Gesenkteilen in jeweils einer ersten Position, zumindest ein Gesenkteil in eine zweite Position bewegt werden kann, sodass das Biegeteil erneut angelegt werden kann und durch Zudrücken der Pressflächen des ersten Gesenkteils und des Biegestempels aus den hochgebogenen Blechschenkel ein Falz geformt wird. Gegenüber bekannten Biegegesenken hat diese Weiterbildung den Vorteil, dass mit einem deutlich einfacher aufgebauten Biegegesenk mehrere Biegeumformungen bzw. Umformungsarten durchgeführt werden können, ohne dafür das Biegegesenk durch Umbauarbeiten auf die durchzuführenden Biegeumformungen vorbereiten zu müssen. Insbesondere muss zur Durchführung des zweiten Schritts des Falzens nur ein Gesenkteil in eine zweite Position bewegt werden, während das andere Gesenkteil in seiner Position bleiben kann.

[0034] Ein Tischbalken der zumindest eine Antriebsvorrichtung aufweist hat den Vorteil, dass ohne Manipulationshandlung des Bedieners das Biegegesenk bewegt werden kann und somit beispielsweise die Änderung der Gesenkweite durch Verschieben des ersten und zweiten Gesenkteils symmetrisch zueinander geändert werden kann. Dazu wird die Antriebsvorrichtung derart ausgebildet sein, dass die Antriebswirkung eine zur Verfahrebene bevorzugt symmetrische Bewegung der Gesenkteile relativ zueinander bewirkt, wobei jedoch auch eine unsymmetrische Bewegung der Gesenkteile von der Weiterbildung mit umfasst ist.

[0035] Im Hinblick auf die Verstellmöglichkeiten des ersten und zweiten Gesenkteils ist eine Weiterbildung von Vorteil, nach der die Antriebsvorrichtung mit dem ersten und/oder zweiten Gesenkteil kuppelbar verbunden ist. Durch diese Weiterbildung kann die Antriebswirkung der Antriebsvorrichtung wahlfrei auf das erste, das zweite oder beide Gesenkteile gelenkt werden, sodass eine unterschiedliche und insbesondere individuelle Verstellung des ersten und/oder zweiten Gesenkteils in Relation zur Verfahrebene und in Relation zueinander ausgebildet werden kann. Insbesondere ist mit der anspruchsgemäß weitergebildeten Biegewerkzeuganordnung eine große Flexibilität hinsichtlich der damit durchzuführenden Biegevorgänge gegeben. Beispielsweise ist mit dieser Weiterbildung eine Änderung der Gesenkweite symmetrisch und unsymmetrisch zur Verfahrebene möglich, was implizit eine wahlfreie Positionierung bzw. Verschiebung der beiden Gesenkteile in Relation zur Verfahrebene mit umfasst.

[0036] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

[0037] Es zeigen jeweils in stark schematisch vereinfachter Darstellung:

[0038] Fig. 1 a) bis c) ein Biegeverfahren nach dem Stand der Technik, wobei c) die Auswirkungen abweichender Blechdicke auf das Biegeergebnis zeigt;

[0039] Fig. 2 ein erfindungsgemäßes Biegegesenk, das zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist;

[0040] Fig. 3 einen Vergleich zwischen dem Stand der Technik und dem erfindungsgemäß weitergebildeten Beigeverfahren bei der Bildung eines Falzes.

[0041] 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.

[0042] Figur 1 zeigt eine Biegewerkzeuganordnung 1 nach dem Stand der Technik, umfassend einen Biegestempel 2 und ein Biegegesenk 3, wobei der Biegestempel 2 in einem Pressenbalken 4 angeordnet bzw. gehaltert ist und wobei das Biegegesenk 3 auf in einem Tischbalken 5 angeordnet ist und mit diesem wechselbar fixiert verbunden ist. Der Pressenbalken 4 mit dem

Biegestempel 2 ist entlang einer Verfahrebene 6 relativ zum Tischbalken 5 bzw. Biegegesenk 3 bewegbar. Zur Durchführung einer Biegeumformung wird ein Blechteil 7 in die Biegewerkzeuganordnung 1 eingelegt, insbesondere am Biegegesenk 3 angelegt. Durch Verfahren des Biegestempels 2 in Richtung Biegegesenk 3 kommt es zwischen dem Kontaktpunkt 8 des Biegestempels 2 und den Kontaktpunkten 9 des Biegegesenks 3 zu einer Deformation des Blechteils 7 dahingehend, dass sich die beiden Schenkel des Blechteils 7 aufwölben 10 werden. Darstellungsbedingt ist ein punktförmiger Kontakt 8, 9 zwischen Biegestempel 2, Blech 7 und Biegegesenk 3 angedeutet, wobei der tatsächliche Kontakt jedoch entlang einer Linie zwischen Biegestempel 2 und Blech 7 stattfindet, und als Biegelinie 8 bezeichnet wird, da es entlang dieser Linie zu einer Materialdeformation kommt. Wesentlich für den Verlauf der Biegeumformung, insbesondere für die Aufwölbung 10 der Blechschenkel, ist die Blechdicke 11, die Gesenkweite 12, die Härte des Blechteils 7 und die ermittelte Presskraft, da dadurch im Wesentlichen jener Biegeradius festgelegt wird, der sich bei Kraftausübung des Biegestempels 2 auf das Blechteil 7 entlang der Biegelinie 8 bzw. auf der, der Biegelinie gegenüberliegenden Seite des Blechteils ausbilden wird. Das Biegegesenk muss während der Biegeumformung hohe Kräfte aufnehmen, insbesondere wird die über den Biegestempel 2 einwirkende Kraft entlang zweier Kontaktlinien 9 auf das Biegegesenk 3 übertragen. Ein Biegegesenk muss daher aus sehr hochfesten Materialien gebildet sein, um den mechanischen Belastungen entsprechend lang widerstehen zu können und so eine entsprechende Maßhaltigkeit gewährleisten zu können. Daher werden je Biegepresse zumeist nur eine begrenzte Anzahl Biegegesenke 3 vorhanden sein, wobei jedes Biegegesenk eine Nenngesenkweite 12 aufweist, welches für eine festgelegte Kombination aus Blechdicke, Materialfestigkeit und gewünschtem Biegeradius verwendbar ist. Insbesondere wird daher die eingesetzte Gesenkweite zumeist nur annähernd optimal für den durchzuführenden Biegevorgang angepasst sein. Auch ist ein bekanntes Biegegesenk 3 nur zur Durchführung einer Art einer Biegeumformung verwendbar, zusätzliche Biegeaufgaben zur Erhöhung der Produktivität sind mit bekannten Biegegesenken nicht durchführbar oder erfordern zumeist die Bildung einer komplexen Werkzeuganordnung aus Einzelwerkzeugen.

[0043] Figur 1b und 1c zeigt die Auswirkungen, wenn reale Bauteilparameter von jenen Idealwerten abweichen, die dem Biegemodell zugrunde liegen. Um beispielsweise einen gleichschenkeligen Winkel zu biegen, wird das Blechteil 7 zum Biegegesenk 3 derart orientiert ausgerichtet angelegt, dass die Mittellinie des Blechteils mit der Biegelinie bzw. Verfahrebene 6 des Beigestempels übereinstimmt, der Biegestempel wir das Blechteil also genau entlang dieser Mittellinie kontaktieren und umformen. Wenn die Ist-Blechdicke 11 gleich der dem Biegemodell zugrunde liegenden Soll-Blechdicke 14 ist, werden die Schenkellängen a_1 und a_2 13 gleich sein und insbesondere auch gleich der geforderten Soll-Schenkellänge nach dem Biegemodell. Abweichungen der Blechdicke und/oder der Materialfestigkeit von den Soll-Parametern des Biegemodells wird es zu Abweichungen beim gebogenen Blechteil kommen, insbesondere werden die Schenkellängen bzw. ggf. auch das Verhältnis der Schenkellängen abweichen. Beispielsweise wird sich bei einem dickeren Blech 15 entlang der Biegelinie 8 ein größerer Biegeradius einstellen, was in einer größeren Schenkellänge 13 resultiert. Umgekehrt erhält man bei einem dünneren Blech 16 eine Verkürzung der Schenkellänge. Diese Auswirkung der Blechdickenschwankung ist in Figur 1c dargestellt, wobei die Abweichungen zur besseren Darstellung deutlich übertrieben dargestellt wurden. Gleiche Verhältnisse erhält man bei abweichender Materialhärte, wobei eine größere Härte aufgrund des geringeren Biegeradius zu einer größeren Schenkellänge führt.

[0044] Figur 2 zeigt das adaptive Einstellverfahren für eine Biegewerkzeuganordnung anhand einer erfindungsgemäß ausgebildeten Biegewerkzeuganordnung. Die Biegewerkzeuganordnung 1 umfasst wiederum einen Pressenbalken 4 mit einem angeordneten Biegestempel 2, der entlang einer Verfahrebene 6 relativ zu einem Biegegesenk 3 bewegt werden kann, wobei das Biegegesenk 3 lösbar längsverschieblich mit einem Tischbalken 5 verbunden ist. Das Biegegesenk 3 weist einen ersten 17 und zweiten 18 Gesenkteil auf, deren zur Verfahrebene 6 bevorzugt parallel orientierte Flachseiten einen Abstand 12 voneinander aufweisen, wobei dieser Abstand die so genannte Gesenkweite w ist. Insbesondere ist die Gesenkweite durch den Abstand der Kontaktlinien 9 der Gesenkteile gebildet. Es sind daher auch andere Ausbildungen

der Gesenkteile möglich, bei denen die einander zugewandten Seitenflächen der Gesenkteile nicht notwendigerweise parallel ausgerichtet sein müssen. Nach einer Weiterbildung ist ferner eine Anschlagvorrichtung 19 vorhanden, welche eine Anschlagfläche 20 aufweist, wobei die Anschlagfläche 20 und/oder die Anschlagvorrichtung 19 parallel zu einer Zufuhrebene 21 bewegbar ist. Die Zufuhrebene 21 kennzeichnet jene Ebene, die normal zur Verfahrebene 6 angeordnet ist und ferner jener Ebene entspricht, auf der das Blechteil 7 zur Durchführung der Biegeumformung angeordnet wird. In einer Weiterbildung ist am Tischbalken 5 ferner eine Antriebsvorrichtung 22 vorhanden, welche über ein Antriebsmittel 23 auf das erste 17 und/oder zweite 18 Gesenkteil wirkt, wobei beispielsweise über eine Kupplungsvorrichtung 24 das Antriebsmittel 23 individuell mit den Gesenkteilen verbunden werden kann. Ferner kann ein mehrteiliges Antriebsmittel 23 vorhanden sein, mit dem die Antriebswirkung individuell auf die beiden Gesenkteile gelenkt werden kann. Mittels der Antriebsvorrichtung 22 ist es nun möglich, die beiden Gesenkteile 17, 18 relativ zur Verfahrebene zu bewegen, wobei insbesondere eine symmetrische als auch unsymmetrische Verstellung bzw. Bewegung in Relation zur Verfahrebene 6 möglich ist. Bei symmetrischer Verstellung, also bei gegengleicher Bewegung der beiden Gesenkteile, lässt sich die Gesenkweite w 12 vergrößern bzw. verkleinern. Bei symmetrischer Verstellung bleibt die Gesenkweite w gleich, jedoch die relative Lage in Bezug zur Verfahrebene wird geändert.

[0045] Die Kupplung 24 bzw. das Antriebsmittel 23 können nun beispielsweise derart ausgebildet sein, dass sie auch die lösbare Verbindung der Gesenkteile 17, 18 mit dem Tischbalken 5 bilden. Dies ist insbesondere dahingehend von Vorteil, da somit gleichzeitig mit der Verstellung der Gesenkweite 12 die Gesenkteile relativ zum Tischbalken 5 entriegelt werden und nach Verstellung der Gesenkweite auf den gewünschten Sollwert wiederum verriegelt werden und somit für den nächsten Biegevorgang in der gewünschten Position zur Bildung der geforderten Gesenkweite relativ zum Tischbalken fixiert sind. Ferner kann im Tischbalken 5 eine Führung 35 angeordnet sein, die eine Längsverschiebung der Gesenkteile 17, 18 in Richtung parallel zur Zuführebene 21 ermöglicht, wobei mittels Feststellmittel eine Fixierung der Gesenkteile in der Führung 35 bzw. am Tischbalken möglich ist. Die Führung bzw. die entsprechend komplementär gebildete Aufnahme an den Gesenkteilen kann bspw. auch derart ausgebildet sein, dass bei Entlastung des Biegegesenks eine Längsverstellung der Gesenkteile möglich ist, bei Belastung durch den niederfahrenden Biegestempel erfolgt eine automatische Verriegelung der Gesenkteile in der Führung. Somit können Anpassungen der Gesenkweite bzw. der Gesenkposition relativ zur Verfahrebene auch noch bei einem bereits eingelegten Blechteil durchgeführt werden, sobald der Umformvorgang startet, insbesondere aber sobald der Biegestempel Presskraft auf das Blechteil ausübt, wird das Biegegesenk fixiert.

[0046] Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt nun insbesondere darin, dass vor Durchführung der Biegeumformung die aktuelle Ist-Dicke 11 des Blechteils 7 erfasst wird und daraufhin, basierend auf dem Modell der Biegeumformung, im Fall einer Abweichung von einer Soll-Blechdicke, jener Korrekturwert dw ermittelt wird, um den die Gesenkweite w 12 geändert werden muss, um trotz abweichender Blechdicke einen Biegeteil mit der geforderten Schenkellänge bzw. dem geforderten Verhältnis der Schenkellängen herstellen zu können. Die Erfassung der aktuellen Ist-Blechdicke kann beispielsweise durch eine Messvorrichtung mit einem Satz Taststifte erfolgen, wobei das Blechteil 7 vor Einlegen in die Biegepresse in die Messvorrichtung eingelegt bzw. die Messvorrichtung an das Blechteil angelegt wird, und so die Dicke bestimmt wird. Ferner kann auch beispielsweise ein Ultraschall-Transpondersystem zum Einsatz kommen, welches beispielsweise am eingelegten Blechteil 7 im Bereich der Umformungszone am Blechteil angelegt wird und daher direkt im, die Biegung wesentlich beeinflussenden Abschnitt, die aktuelle Blechdicke misst. Ferner kann auch im Biegestempel 2 eine Tastvorrichtung angeordnet sein, die beim Niederfahren des Biegestempels, jedoch vor Aufbringen einer Presskraft durch den Biegestempel auf das Blechteil, die Blechdicke erfasst. Von Vorteil ist jedenfalls eine Ausbildung, bei der die Messvorrichtung derart an der Biegepresse angeordnet ist, bspw. am Biegestempel, dass das Erfassen der aktuellen Dicke 11 des Blechteils 7 keine zusätzlichen Bedienschritte erforderlich macht, sondern im Zuge des Einlegens bzw. Ausrichtens des Blechteils in die/der Biegepresse erfolgt.

[0047] Durch die Biegeumformung kommt es zu einer Verkürzung des Blechstreifens, wobei sich die so genannte abgewickelte Länge des Blechstreifens aus dem Biegemodell anhand der Blechdicke, der gewünschten Schenkellänge und der Gesenkweite ermitteln lässt. Weicht nun die Blechdicke von der angenommenen Soll-Blechdicke ab, hat das über den Verkürzungsfaktor eine direkte Auswirkung auf die gebogene Schenkellänge. Da jedoch dieser Verkürzungsfaktor auch von der Gesenkweite abhängt, kann durch entsprechende Anpassung der Gesenkweite, nach dem erfindungsgemäßen Verfahren, eine Abweichung der Ist-Blechdicke dadurch korrigiert werden, dass die Gesenkweite entsprechend dem Biegemodell geändert wird und somit wiederum ein Biegeteil mit der gewünschten Schenkellänge geformt wird. Gegenüber bekannten Biegeverfahren hat dies den ganz besonderen Vorteil, dass somit in jedem Fall eine korrekte Schenkellänge gebogen werden kann, da die Gesenkweite adaptiv auf die aktuelle Soll-Dicke des Blechteils angepasst wird. Insbesondere kann dieses Adaptionsverfahren vor jedem Biegevorgang durchgeführt werden, sodass kontinuierlich hochgenaue Biegeteile geformt werden können, wobei Abweichungen der Blechdicke das Biegeergebnis im Wesentlichen nicht beeinträchtigen.

[0048] Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt ferner darin, dass auch Zuschnitttoleranzen ausgeglichen werden können, da nach einer Weiterbildung das Modell der Biegeumformung auch die Ermittlung der abgewickelten Länge umfasst. Somit kann aus der gewünschten Schenkellänge und der Blechdicke, unter Berücksichtigung der Gesenkweite und der Materialhärte, die Anschlagposition bzw. der Anschlagabstand x 25 ermittelt werden. Gemäß einer Weiterbildung wird die Anschlagvorrichtung 19 mit der Anschlagfläche 20 nun auf jenen Anschlagabstand x 25 bewegt, sodass durch Anliegen des Blechteils 7 in der Zufuhrebene 21 der Biegewerkzeuganordnung 1 und ferner Anliegen an der Anschlagfläche 20, sichergestellt ist, dass unter Berücksichtung bzw. Ausgleich der aktuellen Ist-Blechdicke ein Biegeteil mit der korrekten Schenkellänge gebogen wird. Bei einem Biegeteil 7, für den mehrere Biegeumformungen durchzuführen sind, wirkt sich ein ungenaues Zuschnittmaß dahingehend besonders negativ aus, dass ohne Korrektur der Anschlagposition manche Schenkellängen eine deutliche Abweichung vom Soll-Maß aufweisen werden, wodurch das Biegeteil insgesamt als Ausschuss zu bewerten ist. Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann nun auch der Anschlagabstand 25 derart adaptiert werden, dass die anhand des Biegemodells ermittelte Anschlagposition bzw. der Anschlagabstand um einen Korrekturwert dx angepasst wird, sodass insgesamt ein Biegeteil mit ein oder mehreren Biegeumformungen gebildet werden kann, wobei die ermittelte Zuschnitttoleranz und der sich anhand des Biegemodells daraus ergebende Korrekturwert dw derart auf die einzelnen Biegeumformungen aufgeteilt wird, dass insgesamt ein maßhaltiges Biegeteil geformt wird.

[0049] Durch Bestimmung der aktuellen Blechdicke und entsprechende Anpassung der Gesenkweite 12 bzw. durch Bestimmung der aktuellen Zuschnittlänge des Blechteils 7 können durch Änderung bzw. Anpassung der Gesenkweite 12 und/oder Änderung des Anschlagabstands 25 Abweichungen von einer Soll-Blechdicke bzw. von einer Soll-Zuschnittlänge korrigiert werden, um trotzdem weitestgehend formgenaue Teile fertigen zu können. Eine vom Soll abweichende Härte des Materials des Blechteils wird auch zu einem nicht modellkonformen Ablauf der Biegeumformung führen, insbesondere wird sich ein anderer Biegeradius einstellen, was wiederum direkten Einfluss auf die sich ausbildenden Schenkellängen hat. Daher wird gemäß einer Weiterbildung während des Biegevorgangs die sich ausbildende Schenkellänge erfasst und bei einer Abweichung vom biegemodellhaften Verlauf entsprechend gegengesteuert, beispielsweise indem die Gesenkweite bereits während des Biegevorgangs entsprechend angepasst wird. Dazu wird beispielsweise der Pressdruck soweit reduziert, dass eine Verstellung der Gesenkteile 17, 18 relativ zum Tischbalken 5 möglich ist, ohne dass das Blechteil 7 in der Biegewerkzeuganordnung 1 verrutscht bzw. dass ein Verkanten der Gesenkteile 17, 18 zwischen dem Blechteil 7 und/oder dem Tischbalken 5 verhindert wird. Die Erfassung der Schenkellänge während der Biegeumformung wird bevorzugt kontaktlos erfolgen, beispielsweise mittels einer optisch bzw. akustisch wirkenden Erfassungsvorrichtung, die den Bewegungsverlauf des sich aufbiegenden Schenkelteils erfasst und durch Vergleich mit dem Biegemodell bei einer Abweichung einen Korrekturwert für die Gesenkweite ermittelt.

[0050] Figur 3a bis 3d zeigt anhand einer Biegeumformung zur Formung eines Falzes den Unterschied des erfindungsgemäßen adaptiven Einstellverfahrens bei einer erfindungsgemäßen Biegewerkzeuganordnung im Vergleich zum Stand der Technik. Figur 3a und b zeigen den Stand der Technik mit einer Biegewerkzeuganordnung 1. Die Biegewerkzeuganordnung 1 umfasst einen Biegestempel 2 und eine, für den jeweiligen Anwendungsfall individuell konfigurierte Biegegesenkanordnung 26, welche über eine Führungsvorrichtung 27 mit dem Tischbalken verbunden ist. Die Biegegesenkanordnung 26 umfasst nun ein Biegegesenk 3 mit einer unveränderlich vorgegebenen Gesenkweite 12, eine Distanzplatte 28 und einen Falzanschlag 29. Eine obere Flachseite der Distanzplatte 28 bildet zusammen mit einer Schulter des Biegegesenks 3 eine Falzfläche 30 aus, auf der der aufgebogene Blechschenkel anschließend flachgedrückt wird, wie dies in Figur 3b dargestellt ist. Die einzelnen Komponenten der Biegegesenkanordnung 26 sind mittels eines Verbindungsmittels 31 kraft- und/oder formschlüssig miteinander verbunden und bilden insbesondere eine mechanisch kompakte Einheit. Mittels der Führungsvorrichtung 27 ist die Biegegesenkanordnung 26 zwischen einer ersten und zweiten fest vorgegebenen Position bewegbar, um in einer ersten Position die Biegeumformung zur Bildung der Schenkel durchzuführen und in einer zweiten Anschlagposition das Zudrücken der Schenkel zur Bildung des Falzes durchzuführen. Die erste und zweite Anschlagposition sind exakt auf die jeweilige Biegegesenkanordnung 26 einzustellen, da sich aufgrund der Anordnung der einzelnen Komponenten der Biegegesenkanordnung eine Mehrzahl unterschiedlich möglicher Distanzen zwischen dem Biegegesenk und dem Falzanschlag einstellen werden.

[0051] Figur 3a zeigt den ersten Umformungsschritt, bei dem ein Blechteil 7 durch Anlegen an der Biegegesenkanordnung 26 und Bewegen 32 des Biegestempels 2 in Richtung des Biegegesenks 3 dahingehend umgeformt wird, dass ein Schenkel 33 geformt wird. Nach Abschluss des ersten Umformvorgangs fährt der Biegestempel 2 zurück und wird die Biegegesenkanordnung 26 mittels der Führungsvorrichtung 27 in die zweite Anschlagposition verfahren wie dies in Fig. 3b dargestellt ist, und das Blechteil 7 wiederum an der Biegegesenkanordnung 26 angelegt, diesmal jedoch an der Falzfläche 30. Der Biegestempel 2 wird wiederum in Richtung der Biegegesenkanordnung bewegt 32 bis eine Falzfläche 34 des Biegestempels Kontakt mit dem aufgebogenen Schenkel 33 hat und diesen zu einem Falz flachdrückt.

[0052] Der Nachteil dieser Anordnung liegt nun insbesondere darin, dass ein Biegegesenk 3 mit einer fest vorgegebenen Gesenkweite 12 Verwendung findet und die Biegegesenkanordnung 26 insgesamt trotz komplexen Aufbau nicht universell einsetzbar ist, da beispielsweise die Distanzplatte 28 auf den Falzanschlag 29 und das Biegegesenk 3 abgestimmt werden muss. Ferner ist die Biegegesenkanordnung 26 durch das Verbindungsmittel 31 zu einer kompakten Einheit verbunden, sodass eine Neukonfiguration zumeist einen beträchtlichen Manipulationsaufwand darstellt. Da eine derartige Biegegesenkanordnung beträchtliche mechanische Kräfte aufnehmen muss, wird diese aufgrund des zumeist massiven Aufbaus, ein entsprechend hohes Gewicht aufweisen. Daher sind Manipulationsarbeiten an der Biegegesenkanordnung, zur Konfiguration bzw. zur Anbringung an der Biegepresse, zumeist nur mit mechanischer Hebeunterstützung möglich.

[0053] Von besonderem Vorteil ist daher, wenn derartig aufwändige Konfigurations- und Manipulationsarbeiten reduziert bzw. vermieden werden können.

[0054] Ferner weist eine bekannte Biegegesenkanordnung 26 eine feste Geometrie auf, insbesondere ist die Gesenkweite 12 fest vorgegeben, sodass keinerlei Korrekturmöglichkeit gegeben ist, um eine vom Soll abweichende Biegegeometrie des Blechteils korrigieren zu können.

[0055] Figur 3c und d zeigen eine Biegeumformung mit dem erfindungsgemäßen Verfahren in Kombination mit der erfindungsgemäßen Biegewerkzeuganordnung. In einem ersten Schritt, wie in Figur 3c dargestellt, wird ein Blechteil 7 durch Bewegen 32 des Biegestempels 2 zur Bildung eines Schenkels 33 umgeformt. Da vom Blechteil 7 die aktuelle Dicke erfasst wurde und die Gesenkweite 12 gegebenenfalls um den, aus einer Abweichung der Blechdicke von einer Soll-Blechdicke ermittelten Korrekturwert dw verändert wurde, wird zuverlässig auch beim ersten Biegeteil ein Schenkel 33 mit der geforderten Schenkellänge gebogen.

[0056] Nach Durchführung der ersten Biegeumformung wird beispielsweise nur das erste Gesenkteil 17 in seiner Position verändert, insbesondere wird es in Richtung zur Verfahrebene 6 bewegt, sodass der Biegestempel 2 mit der Falzfläche 34 den aufgebogenen Schenkel 33 des Blechteils 7 flachdrückt, wobei das Blechteil dazu auf der Falzfläche 30 des ersten Gesenkteils 17 angelegt wurde.

[0057] Im Vergleich zum bekannten Biegeumformverfahren bzw. zur bekannten Biegewerkzeuganordnung sind die Vorteile der erfindungsgemäßen Ausbildung klar erkennbar. Mit dem ersten 17 und zweiten Gesenkteil 18 ist eine stufenlose Ausbildung der Gesenkweite 12 möglich, insbesondere ist somit eine optimale Anpassung an die durchzuführende Biegeumformung möglich. Zum Einen kann für jede Biegeumformung die optimale Gesenkweite gebildet werden, die sich aus dem Biegemodell anhand der Blechdicke und der Materialfestigkeit ergibt, zum Anderen kann die Gesenkweite bei Abweichungen der Blechdicke vom Soll-Wert entsprechend korrigiert werden um dennoch eine korrekte Biegeumformung durchführen zu können. Zur Aufnahme der auftretenden Biegekräfte weisen bekannte Biegegesenke zumeist eine V-förmig Gesenkform auf, was den erreichbaren Biegegrad, also wie weit die Schenkel des Blechteils aufgebogen werden können, deutlich einschränkt. Demgegenüber weisen die Gesenkteile der erfindungsgemäßen Biegeanordnung jeweils eine zur Verfahrebene 6 des Biegestempels 2 bevorzugt parallele Seitenfläche auf, wodurch sich die Biegeteile besonders gut gegen den Tischbalken 5 abstützen können. Insbesondere lässt sich durch konstruktiv einfache Formgebung eine hohe Belastbarkeit der Gesenkteile ausbilden. Demgegenüber müssen bekannte Biegesenke aufgrund der V-förmigen Gesenkform mechanisch besonders stabil ausgebildet sein, um die Gefahr einer Aufweitung der V-Form, und damit eine abweichende Gesenkweite, zu verhindern, was zu deutlich höheren Werkzeugkosten führt.

[0058] Ferner kann das erste und zweite Gesenkteil hinsichtlich Form und mechanischer Eigenschaften identisch ausgebildet sein, wodurch sich die erforderlichen unterschiedlichen Biegewerkzeugkomponenten reduzieren, insbesondere findet man mit einem Typ eines Gesenkteils das Auslangen. Wesentlich von Vorteil ist ferner, dass das erste 17 und zweite Gesenkteil 18 in Relation zum Tischbalken 5 individuell und unabhängig voneinander bewegt werden kann, wobei im dargestellten Fall beispielsweise nur das erste Gesenkteil 17 bewegt wird während das zweite Gesenkteil an seiner Position bleibt.

[0059] Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus des adaptiven Einstellverfahren bzw. der Biegegesenkanordnung, diese bzw. deren Bestandteile teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

BEZUGSZEICHENAUFSTELLUNG

1 Biegewerkzeuganordnung
2 Biegestempel
3 Biegegesenk
4 Pressenbalken
5 Tischbalken

6 Verfahrebene
7 Blechteil
8 Kontaktpunkt
9 Kontaktpunkt
10 Aufwölbung

11 Dicke
12 Gesenkweite
13 Schenkellänge
14 Blech mit Nenndicke
15 Blech mit größerer Dicke

16 Blech mit geringerer Dicke
17 Erster Gesenkteil
18 Zweiter Gesenkteil
19 Anschlagvorrichtung
20 Anschlagfläche

21 Zuführebene
22 Antriebsvorrichtung
23 Antriebsmittel
24 Kupplungsvorrichtung
25 Anschlagabstand

26 Biegegesenkanordnung
27 Führungsvorrichtung
28 Distanzplatte
29 Falzanschlag
30 Falzfläche

31 Verbindungsmittel
32 Pressenbewegung
33 Schenkel
34 Falzfläche
35 Führung

Patentansprüche

1. Adaptives Einstellverfahren für eine Biegewerkzeuganordnung (1) zum Freibiegen von Blechteilen (7),
   wobei die Biegewerkzeuganordnung (1) einen, mit einem Biegestempel (2) bestückbaren Pressenbalken (4) und einen, mit einem Biegegesenk (3) bestückbaren Tischbalken (5) umfasst,
   wobei der Pressenbalken (4) entlang einer Verfahrebene (6) relativ zum Tischbalken (5) bewegbar ist
   und wobei eine Gesenkweite w (12) des Biegegesenks (3) in Richtung normal zur Verfahrebene (6) veränderbar ist
   umfassend die Schritte bei jedem Biegevorgang:
   - Erfassen einer Ist-Dicke des Blechteils (7);
   - Berechnen einer Dickenabweichung dt der Ist-Dicke von einer Soll-Dicke;
   - Festlegen eines Korrekturwerts dw für die Gesenkweite (12) in Abhängigkeit von der Dickenabweichung dt anhand eines Modells des Biegevorgangs;
   - Verändern der Gesenkweite w (12) um den Korrekturwert dw;
   - Durchführen der Biegeumformung.
2. Adaptives Einstellverfahren nach Anspruch 1, wobei die Biegewerkzeuganordnung (1) eine Anschlagvorrichtung (19) mit einer Anschlagfläche (20) für das Blechteil (7) umfasst und wobei die Anschlagvorrichtung (19) parallel zu einer, zur Verfahrebene (6) normalen Zuführebene (21), bewegbar angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus der Dickenabweichung dt ein Korrekturwert dx für eine Anschlagposition bzw. einen Anschlagabstand (25) ermittelt wird und die Anschlagfläche (20) um den ermittelten Korrekturwert dx bewegt wird.
3. Adaptives Einstellverfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach Durchführen des Biegevorgangs eine Ist-Schenkellänge des gebogenen Blechteils (7) erfasst wird und bei Abweichung von einer Soll-Schenkellänge ein Anteil dx1 zum Korrekturwert dx und/oder ein Anteil dw1 zum Korrekturwert dw ermittelt wird.

4. Adaptives Einstellverfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Erfassung der Ist-Schenkellänge innerhalb einer Serie von Biegeumformungen nur nach dem ersten Biegevorgang durchgeführt wird.

5. Adaptives Einstellverfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Erfassung der Ist-Schenkellänge während der Biegeumformung durchgeführt wird.

6. Adaptives Einstellverfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Erfassung der Ist-Schenkellänge kontaktlos durchgeführt wird.

7. Adaptives Einstellverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor der Biegeumformung eine abgewickelte Ist-Länge des Blechteils (7) erfasst wird und bei Abweichung von einer Soll-Länge ein Anteil dx2 zum Korrekturwert dx und/oder ein Anteil dw2 zum Korrekturwert dw ermittelt wird.

8. Adaptives Einstellverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Biegegesenk einen ersten (17) und zweiten (18) Gesenkteil aufweist welche voneinander durch die Gesenkweite (12) beanstandet sind und wobei das erste (17) und zweite (18) Gesenkteil parallel zur Zuführebene (21) in ihrer Relativposition zum Tischbalken (5) verstellt werden.

9. Adaptives Einstellverfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gesenkteile (17, 18) des Biegegesenks (3) durch eine Antriebseinheit (22) in ihrer Relativposition zueinander verstellt werden.

10. Adaptives Einstellverfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste (17) und zweite (18) Gesenkteil des Biegegesenks (3) unabhängig voneinander verstellt werden.

11. Adaptives Einstellverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gesenkweite (12) auf eine, durch das Modell des Biegevorgangs ermittelte Gesenkweite w eingestellt wird.

12. Adaptives Einstellverfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anschlagfläche (20) relativ zur Verfahrebene (6), auf eine durch das Modells des Biegevorgangs ermittelte Anschlagposition x (25) bewegt wird.

13. Adaptives Einstellverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass mit dem Modell des Biegevorgangs eine Biegeverkürzung ermittelt wird.

14. Adaptives Einstellverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Veränderung der Gesenkweite (12) während des Biegevorgangs durchgeführt wird.

15. Biegewerkzeuganordnung (1), umfassend einen Biegestempel (2) und ein Biegegesenk (3), wobei der Biegestempel (2) entlang einer Verfahrebene (6) relativ zum Biegegesenk (3) bewegbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Biegegesenk ein erstes (17) und zweites (18) Gesenkteil aufweist, welche unabhängig voneinander, normal zur Verfahrebene (6) lösbar und längsverschiebbar mit einen Tischbalken (5) verbunden sind.

16. Biegewerkzeuganordnung nach Anspruch 15, umfassend ferner eine Anschlagvorrichtung (19) mit einer Anschlagfläche (20), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anschlagvorrichtung (19) parallel zu einer Zuführebene (21) bewegbar ist, wobei die Zuführebene (21) normal zur Verfahrebene (6) ausgerichtet ist.

17. Biegewerkzeuganordnung nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste (17) Gesenkteil und der Biegestempel (18) eine Pressfläche (30, 34) aufweisen.

18. Biegewerkzeuganordnung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Tischbalken (5) zumindest eine Antriebsvorrichtung (22) aufweist.

19. Biegewerkzeuganordnung nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet** dass die Antriebsvorrichtung (22) mit dem ersten (17) und/oder zweiten (18) Gesenkteil kuppelbar verbunden ist.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen

Fig.1a

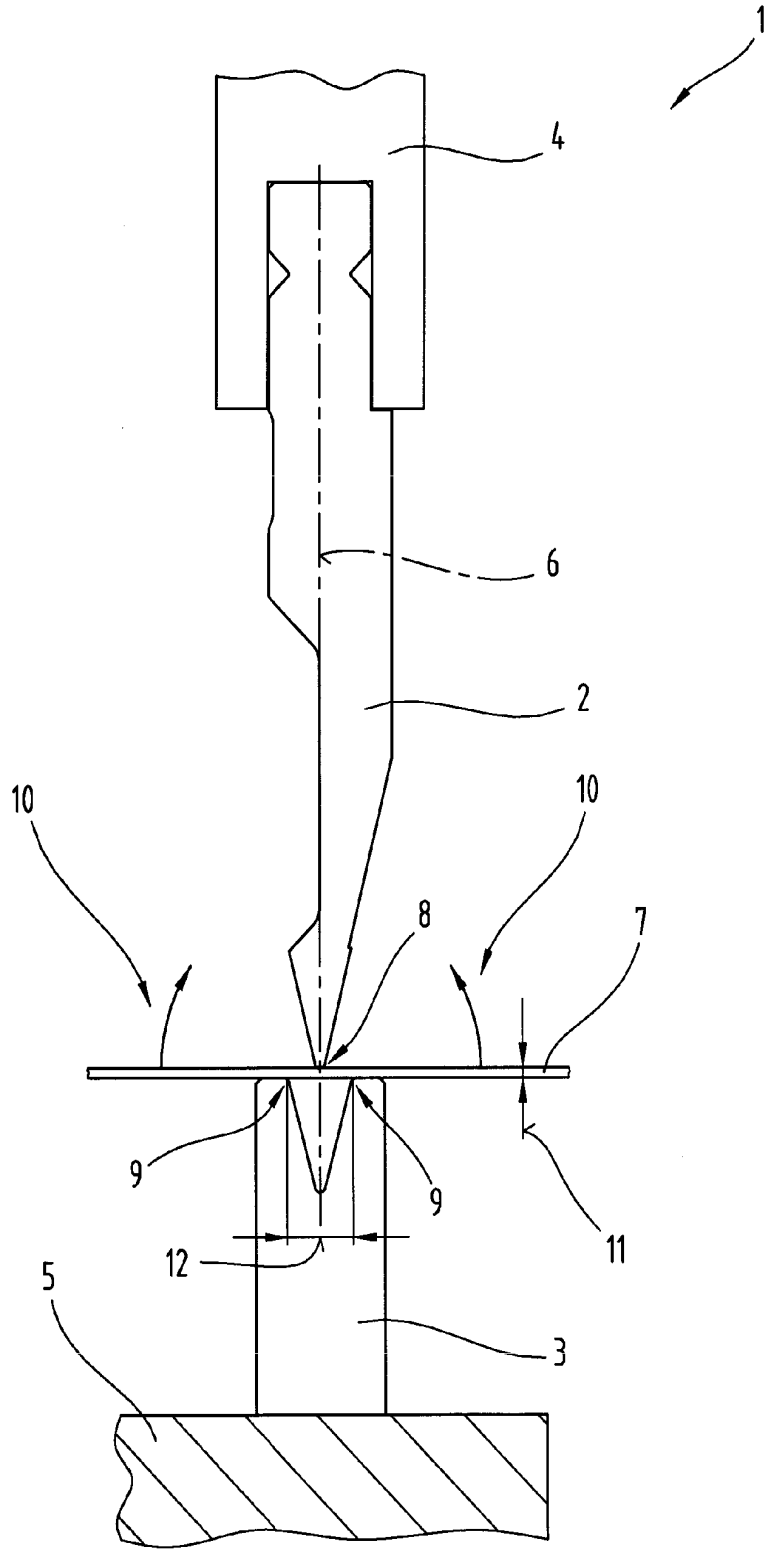


Fig.1b

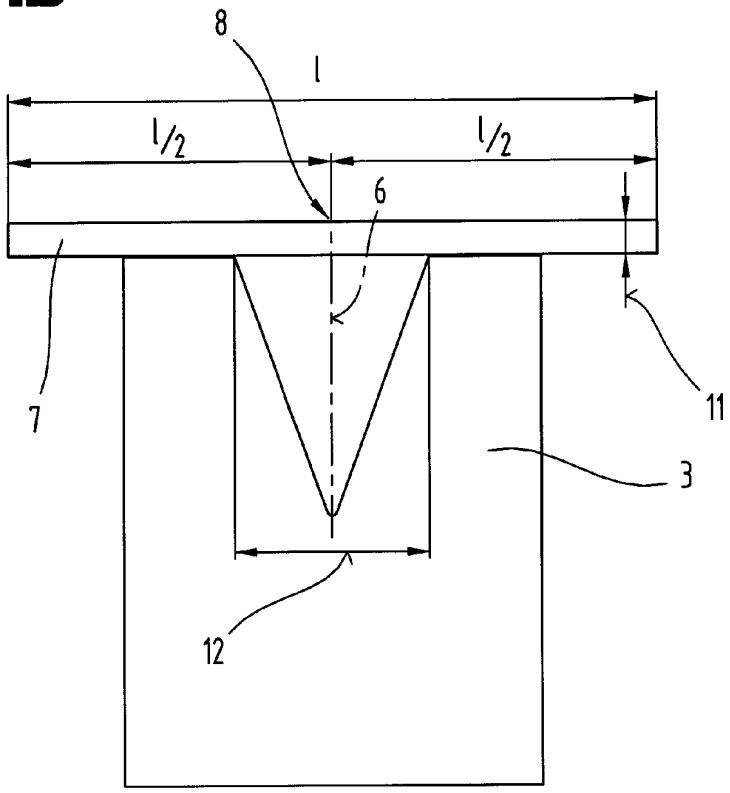


Fig.1c

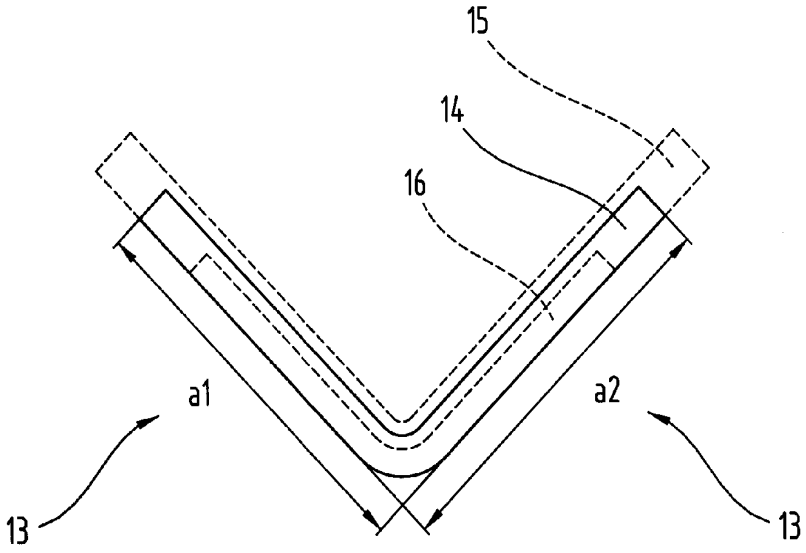


Fig.2

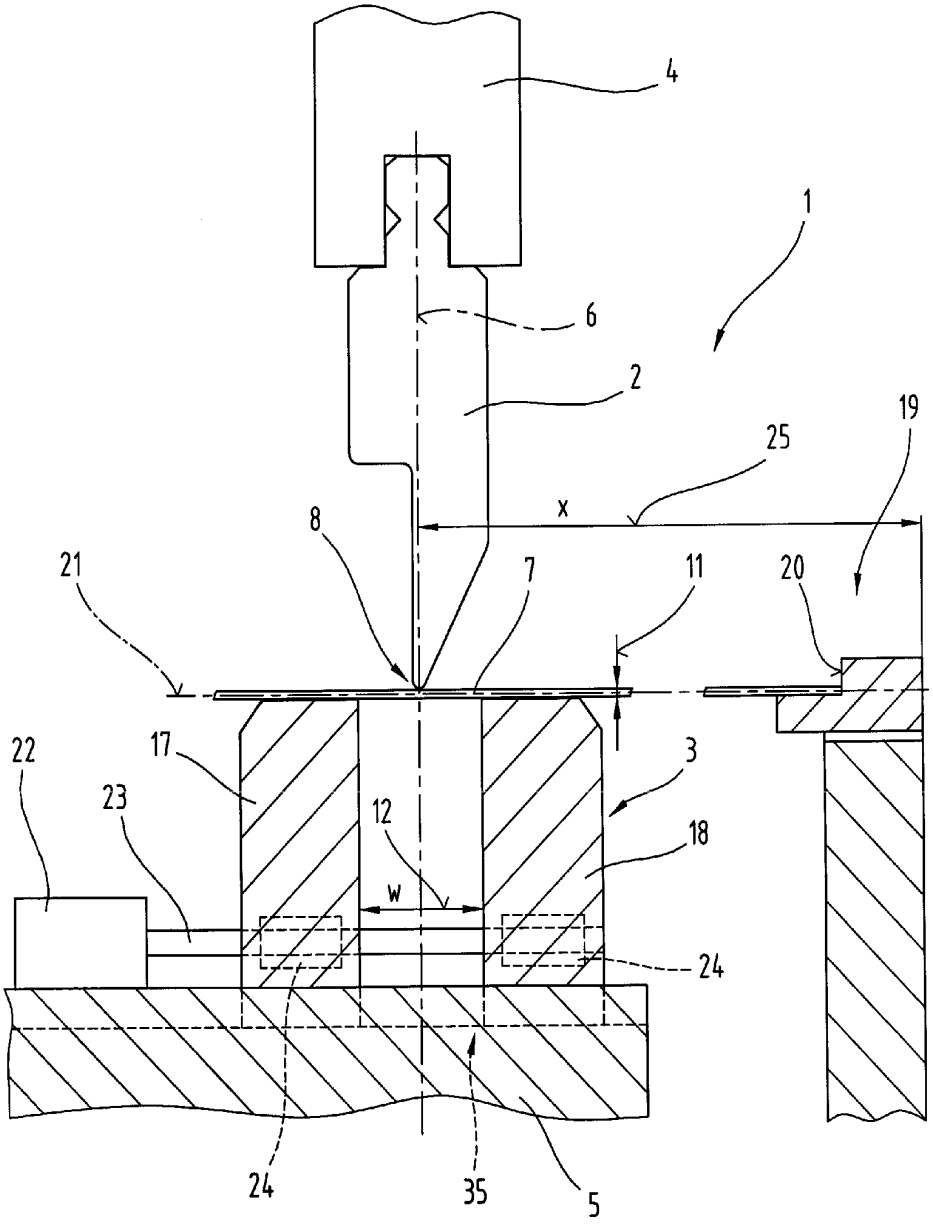


Fig.3a

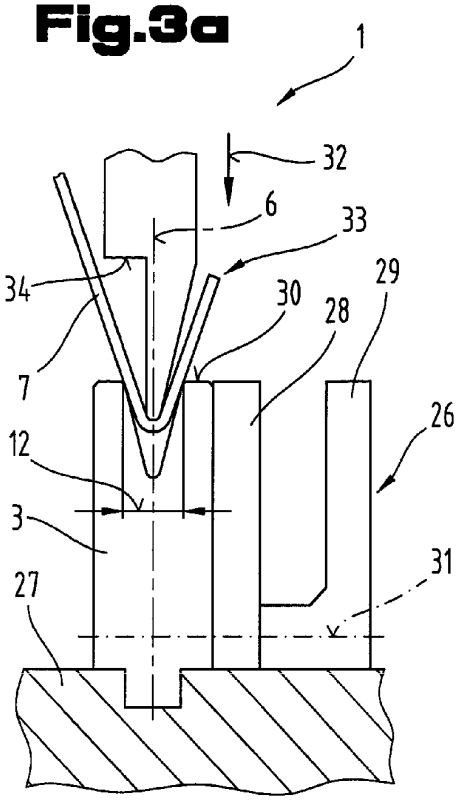


Fig.3b

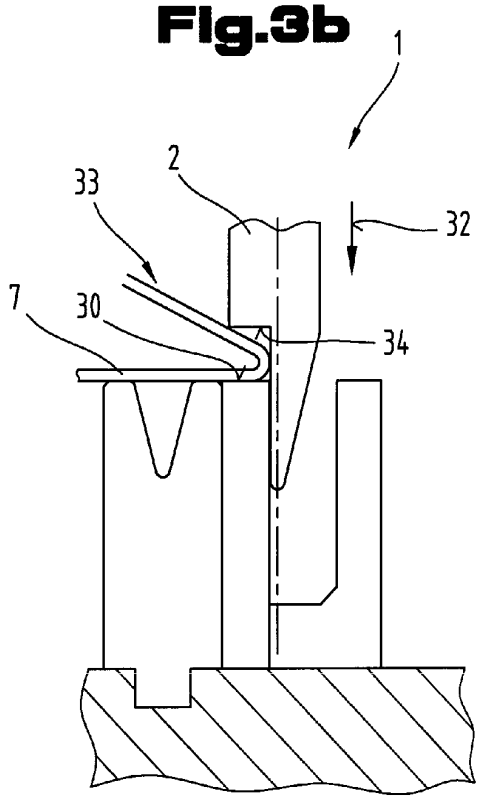


Fig.3c

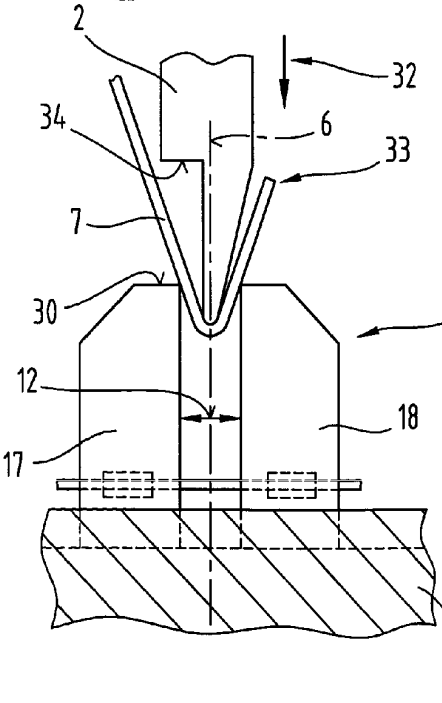


Fig.3d

