

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50378/2018
(22) Anmeldetag: 07.05.2018
(43) Veröffentlicht am: 15.06.2019

(51) Int. Cl.: **B21D 5/00** (2006.01)
B21D 43/00 (2006.01)

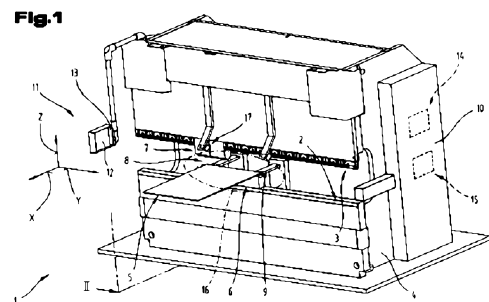
(56) Entgegenhaltungen:
JP 2014104506 A
JP 2013158787 A
CN 106180299 A
WO 2016094918 A1

(71) Patentanmelder:
TRUMPF Maschinen Austria GmbH & Co. KG.
4061 Pasching (AT)

(74) Vertreter:
Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt
GmbH
4580 Windischgarsten (AT)

(54) **Verfahren mit einer Fertigungseinrichtung zum Umformen von Blech**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils durch Umformung eines Werkstücks (5) aus Blech mit einer Fertigungseinrichtung (1) mit an Pressbalken (2, 3) befestigten Biegewerkzeugen (6, 7) und mit einer Steuervorrichtung (10) mit einem Fertigungsprogramm (14) zum halbautomatischen Betreiben der Fertigungseinrichtung (1), wobei zumindest zwei Fertigungsschritte (F1, F2) mit jeweils einer Biegeumformung durchgeführt werden, und wobei ein Fertigungsschritt (F1, F2) umfasst: Positionieren von Anschlägen (8, 9) zur Ausrichtung des Werkstücks (5); Einlegen des Werkstücks (5) in den Bearbeitungsbereich (16) durch eine Bedienperson; Durchführen der Biegeumformung; Auseinanderbewegen der Pressbalken (2, 3) und Entnehmen des Werkstücks (5) durch die Bedienperson. Nach einem ersten Fertigungsschritt (F1) wird die Ausführung eines nachfolgenden, zweiten Fertigungsschritts (F2) des Fertigungsprogramms (14) gestartet, indem durch eine Kamera (17, 18) der Bearbeitungsbereich (16) erfasst wird und durch ein Bilderkennungsprogramm (15) die Lage und Ausrichtung des Werkstücks (5) bestimmt wird und, basierend auf der von dem Bilderkennungsprogramm (15) bestimmten Lage des Werkstücks (5), durch das Fertigungsprogramm (14) der nachfolgende, zweite Fertigungsschritt (F2) gestartet wird.



Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils durch Umformung eines Werkstücks (5) aus Blech mit einer Fertigungseinrichtung (1) mit an Pressbalken (2, 3) befestigten Biegewerkzeugen (6, 7) und mit einer Steuervorrichtung (10) mit einem Fertigungsprogramm (14) zum halbautomatischen Betreiben der Fertigungseinrichtung (1), wobei zumindest zwei Fertigungsschritte (F1, F2) mit jeweils einer Biegeumformung durchgeführt werden, und wobei ein Fertigungsschritt (F1, F2) umfasst: Positionieren von Anschlägen (8, 9) zur Ausrichtung des Werkstücks (5); Einlegen des Werkstücks (5) in den Bearbeitungsbereich (16) durch eine Bedienperson; Durchführen der Biegeumformung; Auseinanderbewegen der Pressbalken (2, 3) und Entnehmen des Werkstücks (5) durch die Bedienperson. Nach einem ersten Fertigungsschritt (F1) wird die Ausführung eines nachfolgenden, zweiten Fertigungsschritts (F2) des Fertigungsprogramms (14) gestartet, indem durch eine Kamera (17, 18) der Bearbeitungsbereich (16) erfasst wird und durch ein Bilderkennungsprogramm (15) die Lage und Ausrichtung des Werkstücks (5) bestimmt wird und, basierend auf der von dem Bilderkennungsprogramm (15) bestimmten Lage des Werkstücks (5), durch das Fertigungsprogramm (14) der nachfolgende, zweite Fertigungsschritt (F2) gestartet wird.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Fertigungseinrichtung zum Umformen von Werkstücken aus Blech entsprechend den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruches 1.

Fertigungseinrichtungen zum Umformen von Werkstücken aus Blech, auch als Biegemaschinen zum Gesenkbiegen oder Schwenkbiegen bzw. als Abkantpressen bezeichnet, weisen zwei parallel zueinander ausgerichtete Pressbalken auf, an denen Biegewerkzeuge angeordnet sind. Die Pressbalken sind üblicherweise mit mehreren paarweise angeordneten Biegewerkzeugen bestückt. Ein zwischen diesen Biegewerkzeugen positioniertes Werkstück wird durch deren Gegeneinanderführen bzw. deren Gegeneinanderpressen umgeformt, wobei eine Kante in dem Werkstück erzeugt wird. Einander entsprechende Biegewerkzeuge – Unterwerkzeug und Oberwerkzeug – werden auch als Matrize und Patrize bezeichnet.

Zur Herstellung komplexer Bauteile werden an ein und demselben Werkstück in einer geeigneten Aufeinanderfolge von Fertigungsschritten mehrere Biegebearbeitungen hintereinander ausgeführt. Ein jeder einzelne solcher Fertigungsschritte zur Ausführung einer Biegeumformung umfasst mehrere Phasen bzw. Einzelmaßnahmen. Dazu zählen: Anschläge in Ausgangsposition bringen; Werkstück auf Unterwerkzeug auflegen und an Anschläge an- bzw. auflegen; Oberwerkzeug gegen Werkstück und Unterwerkzeug drücken; Oberwerkzeug hochfahren; Werkstück entnehmen. Zur Ausführung eines weiteren Fertigungsschritts werden die Anschläge neu positioniert und die genannten Phasen entsprechend wiederholt.

Im Stand der Technik ist auch bereits bekannt, bei solchen Fertigungseinrichtungen bzw. Biegemaschinen eine automatisierte bzw. halbautomatisierte Steuerung

des Betriebs dieser Maschinen vorzusehen. Dazu ist es beispielsweise üblich, dass eine Bedienperson das Werkstück in die Maschine einlegt und an den Anschlägen zur Anlage bringt, woraufhin nach Betätigung eines Fußtasters die Pressbalken zusammengefahren werden und so die Umformung des Werkstücks ausgeführt wird. Nach weiterer Betätigung des Fußtasters wird der nächstfolgende Fertigungsschritt eingeleitet. Die dazu nötigen Verstellungen und Neupositionierungen der Anschläge bzw. auch von Auflagekonsolen erfolgt auf der Grundlage eines in der Steuerung hinterlegten Programms automatisch. Lediglich das Auslösen des Hubs bzw. der Bewegung der Pressbalken und das Weiterschalten zum nächstfolgenden Fertigungsschritt werden durch die Bedienperson auf deren Initiative hin durchgeführt.

Es sind andererseits auch Lösungen zur Überwachung des Arbeitsbereichs von Abkantpressen bekannt, bei denen Lichtschranken oder ähnliche Sensoranordnungen vorgesehen sind, durch die Kollisionen zwischen Maschinenkomponenten aber vor allem Verletzungen von Bedienpersonen bei den automatisch bzw. halbautomatisch erfolgenden Positionsänderungen von Maschinenteilen bzw. Biegewerkzeugen verhindert werden sollen.

Bei den bekannten Werkstückbearbeitungsmaschinen ist nach wie vor eine erhöhte Aufmerksamkeit und Konzentration des Bedienpersonals erforderlich, gleichzeitig das Werkstück nach einem erfolgten Fertigungsschritt aus der Maschine zu entnehmen, es in eine neue Ausrichtung zu bringen und wieder in die Maschine einzusetzen und das Fertigungsprogramm zeitgerecht in den nächsten Fertigungsschritt zu schalten.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein verbessertes Verfahren zum Betreiben einer Fertigungseinrichtung bzw. einer Werkstückbearbeitungsmaschine anzugeben, durch das die Bedienung vereinfacht und mit dem eine höhere Sicherheit erreicht werden kann.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils, durch Umformung eines Werkstücks aus Blech und der Verwendung einer Fertigungseinrichtung wie beispielsweise einer Abkantpresse mit zwei parallel zueinander

ausgerichteten Pressbalken, mit an den Pressbalken befestigten Biegewerkzeugen und mit einer Steuervorrichtung mit einem Fertigungsprogramm zum halbautomatischen Betreiben der Fertigungseinrichtung, wobei zumindest zwei Fertigungsschritte mit jeweils einer Biegeumformung durchgeführt werden. Jeder dieser Fertigungsschritte umfasst dabei die Maßnahmen bzw. Phasen:

Positionieren von Anschlägen zur Ausrichtung des Werkstücks in einem Bearbeitungsbereich;

Einlegen des Werkstücks in den Bearbeitungsbereich durch Auflegen auf ein Unterwerkzeug und Anlegen bzw. Auflegen des Werkstücks an den Anschlägen durch eine Bedienerperson;

Durchführen der Biegeumformung durch Andrücken bzw. Anpressen eines Oberwerkzeugs gegen das Werkstück und das Unterwerkzeug durch Gegeneinanderbewegen der Pressbalken;

Auseinanderbewegen der Pressbalken;

Entnehmen des Werkstücks aus dem Unterwerkzeug durch die Bedienerperson.

Dabei wird nach einem ersten Fertigungsschritt die Ausführung eines nachfolgenden, zweiten Fertigungsschritt des Fertigungsprogramms gestartet, wobei durch zumindest eine Kamera der Bearbeitungsbereich erfasst wird und durch ein Bilderkennungsprogramm die Lage und Ausrichtung des Werkstücks aus den von der Kamera erhaltenen Bildern bestimmt wird und, basierend auf der von dem Bilderkennungsprogramm bestimmten Lage und der Ausrichtung des Werkstücks, durch das Fertigungsprogramm der nachfolgende, zweite Fertigungsschritt gestartet wird.

Vorteilhaft ist auch die Verfahrensweise, wobei das Positionieren der Anschläge durch die Steuervorrichtung auf der Grundlage von Anweisungen in dem Fertigungsprogramm automatisch durchgeführt wird. Dies hat den Vorteil, dass Manipulationszeiten für das Neueinstellen der Anschläge optimiert werden können.

Von Vorteil ist auch, dass das Durchführen der Biegeumformung durch die Steuervorrichtung automatisch gestartet wird, wenn von dem Bilderkennungsprogramm festgestellt worden ist, dass das Werkstück in den Bearbeitungsbereich eingelegt und an den Anschlägen zur Anlage gebracht worden ist. Dies hat den besonderen

Vorteil einer Entlastung der Bedienperson, da sich diese nun gänzlich auf das Einlegen und Ausrichten des zu bearbeitenden Werkstücks konzentrieren kann und beispielsweise ein Verrutschen des Werkstücks während des sonst erforderlichen Betätigen eines Schalters zum Starten der Bewegung der Pressbalken sehr unwahrscheinlich ist.

Vorteilhaft ist auch die Verfahrensweise bei der das Durchführen der Biegeumformung durch die Steuervorrichtung automatisch gestoppt wird, wenn von dem Bilderkennungsprogramm festgestellt worden ist, dass der gewünschte Verformungszustand des Werkstücks erreicht ist und dass danach durch die Steuervorrichtung das Auseinanderbewegen der Pressbalken durchgeführt wird.

Die Verfahrensweise bei der der auf den ersten Fertigungsschritt folgende, zweite Fertigungsschritt erst gestartet wird, wenn von dem Bilderkennungsprogramm festgestellt worden ist, dass das Werkstück vollständig aus dem Beobachtungsbereich entnommen worden ist, hat den Vorteil einer besonders hohen Betriebssicherheit.

Durch die Maßnahme, wobei das Positionieren der Anschläge in dem auf den ersten Fertigungsschritt folgenden, zweiten Fertigungsschritt schon gestartet wird, wenn von dem Bilderkennungsprogramm festgestellt worden ist, dass das Werkstück von den Biegewerkzeugen einen größeren Abstand als einen Wert eines vorgegebenen Mindestabstands, der in dem Fertigungsprogramm festgelegt worden ist, erreicht hat, hat den Vorteil eines entsprechenden Zeitgewinns und ermöglicht somit eine insgesamt höhere Produktivität.

Mit der weiteren Maßnahme, dass während des Positionierens der Anschläge diese durch die Steuervorrichtung nur so schnell bewegt werden, dass der vorgegebene Mindestabstand nicht unterschritten wird, kann zu jedem Zeitpunkt ein ausreichender Sicherheitsabstand eingehalten werden.

Von Vorteil ist auch die Verfahrensweise, wobei in einem dritten Fertigungsschritt zuerst das Einlegen des Werkstücks in den Bearbeitungsbereich durch die Bedi-

enperson erfolgt und erst danach die Anschläge durch die Steuervorrichtung positioniert werden, wobei die Biegeumformung von der Steuervorrichtung gestartet wird, wenn von dem Bilderkennungsprogramm festgestellt worden ist, dass die Positionierung der Anschläge abgeschlossen ist.

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

Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

- Fig. 1 eine Biegepresse als Ausführungsbeispiel einer Fertigungseinrichtung;
- Fig. 2 einen Querschnitt der Biegepresse gemäß Fig.1;
- Fig. 3 ein Zeitlaufschema eines Fertigungsprogramms zur Herstellung eines Bauteils auf der Biegepresse;
- Fig. 4 ein Detail der Biegepresse mit dem Werkstück in einem vierten Fertigungsschritt des Fertigungsprogramms;
- Fig. 5 ein Zeitlaufschema einer zweiten Betriebsweise der Biegepresse;
- Fig. 6 ein Zeitlaufschema einer dritten Betriebsweise der Biegepresse;
- Fig. 7 ein Zeitlaufschema einer vierten Betriebsweise der Biegepresse;
- Fig. 8 ein Detail der Biegepresse mit dem Werkstück in einem Fertigungsschritt der Betriebsweise gemäß Fig. 7.

Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

Die Fig. 1 zeigt eine Biegepresse 1 als Ausführungsbeispiel einer Fertigungseinrichtung bzw. einer Werkstückbearbeitungsmaschine. Die Biegepresse 1 verfügt in bekannter Weise über einen unteren Pressbalken 2 und einen oberen Pressbalken 3. Die beiden Pressbalken 2, 3 werden von einem Maschinengestell 4 gehalten, wobei der untere Pressbalken 2 fix, d.h. feststehend an dem Maschinengestell 4 befestigt ist. Der untere, feststehende Pressbalken 2 wird daher auch oft als Tischbalken bezeichnet. Der obere Pressbalken 3 andererseits ist an dem Maschinengestell 4 in vertikaler Richtung (Z-Richtung) verstellbar geführt. Mit Hilfe eines geeigneten motorischen Antriebes, beispielsweise mit Hilfe von Hydraulikzylindern (nicht dargestellt), kann der obere Pressbalken 3 auf den unteren Pressbalken 2 hin abgesenkt werden. Zur Durchführung einer Biegeumformung an einem Werkstück 5 werden an den beiden Pressbalken 2, 3 jeweils paarweise ein unteres Biegewerkzeug 6 (eine Matrize) und ein oberes Biegewerkzeug 7 (eine Patrize) befestigt. Eine Biegeumformung an dem Werkstück 5 erfolgt sodann durch ein gegeneinander bewegen der beiden Pressbalken 2, 3, wobei das obere Biegewerkzeug 7 (kurz: „Oberwerkzeug“) gegen das Werkstück 5 und das untere Biegewerkzeug 6 (kurz: „Unterwerkzeug“) angedrückt wird, bis das gewünschte Ausmaß der Verformung des Werkstücks 5 erreicht ist.

Neben den die eigentliche Biegeumformung bewirkenden Biegewerkzeugen 6, 7, die durch die Relativverstellung der Pressbalken 2, 3 auf das Werkstück 5 einwirken, umfasst die Biegepresse 1 auch einen oder mehrere Anschläge 8, 9, an denen Kanten oder Seiten des Werkstücks 5 angelegt und somit ausgerichtet werden können. Die Anschläge 8, 9 werden üblicherweise auch als „Hinteransschläge“ bezeichnet, da aus Sicht einer vor der Biegepresse 1 stehenden Bedienperson diese hinter den Pressbalken 2, 3 angeordnet sind. Nach entsprechender Positionierung der Anschläge 8, 9 relativ zu den Biegewerkzeugen 6, 7 kann eine Biegung bzw. Kantung an dem Werkstück 5 von einer Bedienperson sehr einfach und trotzdem mit großer Genauigkeit hergestellt werden.

Zum Betreiben der Biegepresse 1 ist diese mit einer Steuervorrichtung 10 und mit einem Bedienterminal 11 ausgebildet. Auf einem Bildschirm 12 des Bedientermi-

nals 11 können die Betriebszustände der Biegepresse 1 einer Bedienperson angezeigt werden und ist es der Bedienperson damit möglich, über eine Eingabevorrichtung 13 mit der Biegepresse 1 auszuführende Fertigungsschritte vorzubereiten. Diese Vorbereitung eines neuen Fertigungsschritts kann beispielsweise in einer Neupositionierung der Anschläge 8, 9 bestehen. Die Anschläge 8, 9 sind dazu motorgetrieben verstellbar und kann die Bedienperson, beispielsweise durch direkte Eingabe der neuen Koordinaten, die Neupositionierung der Anschläge 8, 9 bewirken.

Üblicherweise werden die für die einzelnen Fertigungsschritte erforderlichen Maschineneinstellungen in einem Fertigungsprogramm 14 in der Steuervorrichtung 10 hinterlegt. Die Bedienperson kann das Fertigungsprogramm 14 an dem Bedienterminal 11 aufrufen und zur Anzeige bringen. Die entsprechenden Fertigungsschritte können ausgewählt und die Einstellung des neuen Betriebszustandes der Biegepresse 1 gestartet werden. Nach Einlegen des Werkstücks 5, das heißt Auflegen des Werkstücks 5 auf das Unterwerkzeug 6 und Anlegen bzw. Auflegen an Anschlagsflächen der Anschläge 8, 9, kann dann die Biegeumformung durch gegeneinander bewegen der Pressbalken 2, 3 gestartet werden. Bei konventionellen Biegepressen steht dazu der Bedienperson ein separater, beispielsweise durch einen Fußtaster gebildeter Schalter zur Verfügung. Durch Betätigen des Schalters kann das Auf- und Abbewegen des oberen Pressenbalkens 3 gestartet werden.

Bei der Biegepresse 1 gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist die Steuervorrichtung 10 auch mit einem Bilderkennungsprogramm 15 ausgebildet. Das Bilderkennungsprogramm 15 ist dazu geeignet, von einem Bearbeitungsbereich 16 in der Umgebung der Biegewerkzeuge 6, 7 bzw. des Werkstücks 5 aufgezeichnete Bilder zu analysieren und mit Hilfe automatischer Mustererkennung den momentanen Bearbeitungszustand des Werkstücks 5 bzw. die momentane Phase des gerade auszuführenden Fertigungsschritts festzustellen. Zur Erfassung des Bearbeitungsbereichs 16 ist zumindest eine erste Kamera 17 an der Biegepresse 1 angeordnet. Beim Betrieb der Biegepresse 1 werden von der Kamera 17 aufgezeichnete Bilder des Bearbeitungsbereichs 16 von dem Bilderkennungsprogramm 15

analysiert und die von dem Bilderkennungsprogramm 15 erkannten Betriebszustände in den Phasen der Fertigungsschritte dazu benutzt, den Ablauf des Fertigungsprogramms 14 selbst zu steuern.

So kann, wenn das Werkstück 5 von der Bedienperson in den Bearbeitungsbe-
reich 16 eingelegt wird, mit Hilfe des Bilderkennungsprogramms 15 automatisch
festgestellt werden, ob das zunächst unverformte Werkstück 5 an den Anschlägen
8, 9 zur Anlage gebracht worden ist und somit seine Ausgangslänge erreicht hat.
Ist dies von dem Bilderkennungsprogramm 15 festgestellt worden, so kann das
Starten der nächsten Phase in dem Fertigungsprogramm 14, nämlich der Bie-
geumformung durch gegeneinander bewegen der Pressbalken, automatisch ein-
geleitet werden. Schließlich kann durch Auswertung der Bilder der Kamera 17
durch das Bilderkennungsprogramm 15 von diesem auch festgestellt werden, ob
der gewünschte Verformungszustand des Werkstücks 5 erreicht ist, woraufhin -
ebenfalls wieder automatisch - die nächste Phase in dem Fertigungsschritt des
Fertigungsprogramms 14, nämlich das Auseinanderbewegen der Pressbalken,
veranlasst wird. Die Bedienperson braucht dazu keine Betätigung eines Schalters
vorzunehmen. Dieses Weiterschalten in die nächste Phase eines Fertigungs-
schritts, und ebenso das Weiterschalten von einem ersten Fertigungsschritt in den
nächstfolgenden Fertigungsschritt des Fertigungsprogramms 14, erfolgt automa-
tisch durch die Steuervorrichtung 10, wobei die jeweiligen Analyseergebnisse von
dem Bilderkennungsprogramm 15 dazu als Grundlage dienen.

Die Fig. 2 zeigt einen Querschnitt der Biegepresse 1 gemäß Fig. 1.

Neben der ersten Kamera 17 die vor dem oberen Pressenbalken 3 angeordnet ist
(gemäß Darstellung rechts vom Pressenbalken 3), ist gemäß diesem Ausführ-
ungsbeispiel auch hinter dem oberen Pressenbalken 3 eine zweite Kamera 18
(links vom Pressenbalken 3) angeordnet. Eine optische Achse 19 der Kamera 17
als auch eine optische Achse 20 der Kamera 18 sind schräg von oben auf den Be-
arbeitungsbereich 16 bzw. das Werkstück 5 im Bearbeitungsbereich 16 gerichtet.
Jeder der beiden Anschläge 8, 9 ist an einer Anschlagvorrichtung 21 befestigt und
kann mit deren Hilfe in den drei Raumrichtungen X, Y, Z verstellt und somit neu
positioniert werden. Die Anschlagvorrichtung 21 weist dazu in die X-, Y- und Z-

Richtung gerichtete Führungsbahnen 22 und damit wechselwirkende Stellmotoren 23 auf.

Durch die Darstellung in Fig. 2 werden gleichzeitig zwei unterschiedliche Zeitpunkte zweier aufeinander folgender Phasen eines ersten Fertigungsschritts F1 der Herstellung eines Bauteils aus dem Werkstück 5 gezeigt. Die Lage des unverformten Werkstücks 5 – dargestellt in durchgezogenen Linien – entspricht dem **Ende der Phase „Einlegen des Werkstücks 5 in den Bearbeitungsbereich 16 und Anlegen an den Anschlägen 8, 9“**. Die Lage des Werkstücks 5 im gebogenen Zustand – dargestellt in strichlierten Linien – entspricht dem Ende der Biegeumformung bzw. dem Ende der Phase **„Oberwerkzeug 7 gegen Werkstück 5 und Unterwerkzeug 6 andrücken“**.

Insgesamt können bei dem ersten Fertigungsschritt F1 wie auch bei jedem weiteren Fertigungsschritt zumindest fünf Maßnahmen bzw. Phasen unterschieden werden. Diese Phasen sind:

P1: Positionieren der Anschläge 8, 9 zur Ausrichtung des Werkstücks 5 in dem Bearbeitungsbereich 16;

I1: Einlegen des Werkstücks 5 in den Bearbeitungsbereich 16 durch Auflegen auf das Unterwerkzeug 6 und Anlegen bzw. Auflegen des Werkstücks 5 an den Anschlägen 8, 9;

B1: Durchführen der Biegeumformung durch Andrücken des Oberwerkzeuges 7 gegen das Werkstück 5 und das Unterwerkzeug 6 durch gegeneinander bewegen der Pressbalken 2, 3;

O1: Auseinander bewegen der Pressbalken 2, 3;

R1: Entnehmen des Werkstücks 5 aus dem Unterwerkzeug 6.

Die Überwachung des Beobachtungsbereichs 16 mit den Kameras 17, 18 und die Auswertung der Bilder durch das Bilderkennungsprogramm 15 ermöglichen es nun, dass der Abschluss der Phase I1, das heißt der Phase des Einlegens des Werkstücks 5 von dem Bilderkennungsprogramm 15, selbsttätig festgestellt und durch die Steuervorrichtung 10 die folgende Phase B1, das heißt die Durchführung der Biegeumformung, ebenfalls selbsttätig gestartet wird. In der Folge wird auch das Ende der Phase B1 durch das Bilderkennungsprogramm 15 festgestellt

und durch die Steuervorrichtung 10 die Phase O1 automatisch gestartet. Schließlich wird von dem Bilderkennungsprogramm 15 auch festgestellt, ob das Werkstück 5 aus dem Unterwerkzeug 6 entnommen worden ist, woraufhin die Steuervorrichtung 10 den nächstfolgenden, zweiten Fertigungsschritt F2 des Fertigungsprogramms 14 starten kann (Fig. 3). Dieser zweite Fertigungsschritt F2 beginnt ebenfalls wieder mit einem Positionieren der Anschläge 8, 9 in einer Phase P2, woraufhin die weiteren Phasen I2, B2, O2 und R2 in analoger Weise unter Mitwirkung des Bilderkennungsprogramms 15 zur Ausführung gebracht werden.

Die Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung des zeitlichen Verlaufs von zwei oder mehreren aufeinander folgenden Fertigungsschritten F1, F2, usw. eines Fertigungsprogramms 14 zur Herstellung eines komplexen Bauteils aus dem Werkstück 5. Ein jeder dieser Fertigungsschritte F1, F2 umfasst die Phasen:

- P: Positionieren der Anschläge 8, 9;
- I: Einlegen des Werkstücks 5;
- B: Durchführen der Biegeumformung;
- O: Auseinander bewegen der Pressbalken und
- R: Entnehmen des Werkstücks 5.

Durch die Ausstattung der Biegepresse 1 mit zumindest einer Kamera 17, 18 und der Verwendung des Bilderkennungsprogramms 15 in der Steuervorrichtung 10 wird erreicht, dass ein weiterer, separater Schalter und die Betätigung des Schalters durch die Bedienperson in dem Verlauf der Fertigungsschritte F1, F2 bzw. der Phasen P, I, B, O und R einzelner Fertigungsschritte entfallen kann. Die Bedienperson kann sich darauf beschränken, in der Phase I1 das Werkstück 5 in den Bearbeitungsbereich 16 einzulegen und auf dem Unterwerkzeug 6 und den Anschlägen 8, 9 zur Anlage zu bringen. Ob sich das Werkstück 5 in der richtigen Lage befindet, wird selbsttätig von dem Bilderkennungsprogramm 15 festgestellt und leitet daraufhin die Steuervorrichtung 10 die Phase B1 durch Starten der Biegeumformung automatisch ein. Der Start der Biegeumformung am Beginn der Phase B1 wird somit durch die Bedienperson nur auf indirekte Weise veranlasst, in dem diese das Werkstück 5 in den Bearbeitungsbereich 16 einlegt und an dem unteren Biegewerkzeug 6 und den Anschlägen 8, 9 vollständig zur Anlage bringt.

Der Zeitpunkt des Starts dieser Phase B1 hängt somit aber auch gänzlich von den Bewegungen der Bedienerperson, mit denen diese das Werkstück 5 in den Bearbeitungsbereich 16 einlegt, ab. Dieser Zeitpunkt ist gerade das Ende der Phase I1 zu dem das Bilderkennungsprogramm 15 feststellt, dass das Werkstück 5 zur Gänze an dem unteren Biegewerkzeug 6 als auch den Anschlägen 8, 9 zur Anlage gebracht worden ist. In analoger Weise verhält es sich mit dem Entnehmen des Werkstücks 5 durch die Bedienerperson in der Phase R1. So wie die Dauer der Phase I1 hängt auch die Dauer und das Ende der Phase R1 von den Bewegungen der Bedienerperson ab. Diese Unbestimmtheit der Dauer der Phasen I1, R1 als auch der Phasen I2 und R2 des anschließenden Fertigungsschrittes F2 ist deshalb in der Fig. 3 durch einen gezackten Verlauf der seitlichen Linien dieser Phasen dargestellt.

Durch die Verwendung des Bilderkennungsprogramms 15 bei der Steuerung des Fertigungsprogramms 14 können Verzögerungen, wie sie bei dem sonst von einer Bedienerperson durchzuführenden Betätigen von Schaltern zum Weiterschalten zwischen den Phasen der Fertigungsschritte F1, F2 auftreten würden, gänzlich entfallen. Die vorstehenden Ausführungen zu dem ersten Fertigungsschritt F1, mit den Phasen P1, I1, B1, O1 und R1, gelten in analoger Weise auch für den zweiten Fertigungsschritt F2, mit den entsprechenden Phasen P2, I2, B2, O2 und R2, und ggf. auch für noch weitere, daran anschließende Fertigungsschritte F3, F4, usw.

Die Fig. 4 zeigt das Werkstück 5 in dem Bearbeitungsbereich 16 der Biegepresse 1 während des vierten Fertigungsschritts F4. Die Form des Werkstücks 5 und die momentane Position der Biegewerkzeuge 6, 7 entspricht – gemäß der vorstehend verwendeten Bezeichnungsweise – dem Ende der Phase B4, d.h. an dem Werkstück 5 ist gerade die vierte Biegeumformung fertig ausgeführt. Zum Abschluss des vierten Fertigungsschritts F4 sind nun noch die Phasen O4 und R4 auszuführen. Durch die Fig. 4 wird beispielhaft ein Fertigungsprogramm 14 mit zumindest vier Fertigungsschritten F1, F2, F3 und F4 veranschaulicht.

Gemäß der Ausführungsweise des Verfahrens wie in der Fig. 3 dargestellt, ist vorgesehen, dass der zweite Fertigungsschritt F2 bzw. dessen erste Phase P2 des Neu-Positionierens der Anschläge 8, 9 erst gestartet wird, wenn das Werkstück 5

in der Phase R1 vollständig aus dem Bearbeitungsbereich 16 herausbewegt worden ist. D.h. erst wenn das Bilderkennungsprogramm 15 festgestellt hat, dass das Werkstück 5 vollständig aus dem Unterwerkzeug 6 bzw. aus dem Bearbeitungsbereich 16 entfernt worden ist, wird von der Steuervorrichtung 10 das Fertigungsprogramm 14 in die Phase P2 weiter geschaltet.

Die Fig. 5 zeigt einen schematisierten zeitlichen Verlauf eines zweiten Ausführungsbeispiels des Verfahrens zum Betreiben der Biegepresse 1. Dabei ist vorgesehen, dass die Phase P2 des Neu-Positionierens der Anschläge 8, 9 des zweiten Fertigungsschritts F2 schon vor Beendigung der Phase R1 des Entnehmens des Werkstücks 5 aus dem Bearbeitungsbereich 16 gestartet wird. Dazu ist in dem Fertigungsprogramm 14 ein Wert eines Mindestabstands zwischen dem Werkstück 5 und den Anschlägen 8, 9 in X-Richtung festgelegt. Die nächstfolgende Phase P2, d.h. die Neu-Positionierung der Anschläge 8, 9, kann damit bereits früher, und zwar schon, wenn von dem Bilderkennungsprogramm 15 festgestellt wird, dass das Werkstück 5 von den Biegewerkzeugen 6, 7 einen größeren Abstand als den Wert des vorgegebenen Mindestabstands erreicht hat, gestartet werden. In dem Zeitablaufschema der Fig. 5 ist dieses durch Überwachung des Abstands getriggerte Starten der Phase P2 graphisch durch eine Überschneidung der Phasen R1 und P2 bzw. durch eine Überschneidung der Phasen R2 und P3 dargestellt.

Die Fig. 6 zeigt ein Zeitverlaufsschema eines dritten Ausführungsbeispiels des Betriebs der Biegepresse 1. In dem Fertigungsprogramm 14 ist dabei wiederum ein Wert eines Mindestabstands zwischen dem Werkstück 5 und den Anschlägen 8, 9 vorgegeben und erfolgt die Überwachung durch Auswertung der Bilder der Kameras 17, 18 mithilfe des Bilderkennungsprogramms 15. Bei dieser Verfahrensweise wird eine zeitlich fortlaufende Überwachung des Abstands zwischen dem Werkstück 5 und den Anschlägen 8, 9 durchgeführt, sodass die Bewegung bzw. die Geschwindigkeit der Bewegung der Anschläge 8, 9 an diejenige des Werkstücks 5 – quasi in Echtzeit – gekoppelt sein kann. Die Bewegung der Anschläge 8, 9 startet auch hier, erst wenn der Abstand den Wert des vorgegebenen Mindestab-

stands überschreitet. Es ist aber außerdem auch noch vorgesehen, dass die Geschwindigkeit der Bewegung der Anschläge 8, 9 nur so groß ist, dass der vorgegebene Mindestabstand nicht wieder unterschritten wird. Die Bewegung der Anschläge 8, 9 erfolgt quasi in einem Sicherheitsabstand zu dem von der Bedienperson bewegten Werkstück 5. Dementsprechend kann die Dauer der Neupositionierung der Anschläge 8, 9 in der Phase P2, wie auch die Phase R1 von den Bewegungen der Bedienperson abhängig sein (durch einen gezackten Verlauf der seitlichen Linien der Phasen R1 und P2 angedeutet).

Anhand der nachfolgenden Fig. 7 und 8 wird ein viertes Ausführungsbeispiel der Betriebsweise der Biegepresse 1 beschrieben. Bei dieser Verfahrensweise enthält das Fertigungsprogramm 14 einen zweiten Fertigungsschritt F2 mit einer sogenannten **„Z-Biegung“ des Werkstücks 5**. Zur Ausführung eines anschließenden, dritten Fertigungsschritts F3 kann es erforderlich sein, dass wie in Fig. 8 dargestellt das Werkstück 5 zuerst auf das untere Biegewerkzeug 6 aufzulegen ist (entspricht Phase I3) und die Anschläge 8, 9 erst anschließend an das untere Biegewerkzeug 6 und das Werkstück 5 heranbewegt werden können (entspricht Phase P3). Der Start der nachfolgenden Biegeumformung in Phase B3 wird in diesem Fall von der Steuervorrichtung 10 dann ausgelöst, wenn von dem Bilderkennungsprogramm 15 festgestellt worden ist, dass die Neupositionierung der Anschläge 8, 9 und somit die Phase P3 abgeschlossen ist.

Als weitere Ausführungsvarianten der Betriebsweise der Biegepresse 1 können auch noch Kombinationen der vorstehenden Betriebsweisen mit der Verwendung von durch Sensorelemente überwachten Anschlägen 8, 9 vorgesehen sein. Dabei sind die Anschläge 8, 9 beispielsweise mit Kraftmesselementen oder Kontaktschaltern ausgestattet. Eine fortlaufende Überwachung der Messsignale solcher Sensorelemente durch die Steuervorrichtung 10 ermöglicht es, beim Zusammenstoß mit fehlerhaft positionierten Maschinenteilen aber vor allem beim Zusammenstoß oder dem Einklemmen eines Köperteils einer Bedienperson automatisch eine Gegenmaßnahme einleiten.

Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten, 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.

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

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

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus Elemente teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

Bezugszeichenliste

- 1 Biegepresse
- 2 Pressbalken
- 3 Pressbalken
- 4 Maschinengestell
- 5 Werkstück
- 6 Biegewerkzeug
- 7 Biegewerkzeug
- 8 Anschlag
- 9 Anschlag
- 10 Steuervorrichtung
- 11 Bedienterminal
- 12 Bildschirm
- 13 Eingabevorrichtung
- 14 Fertigungsprogramm
- 15 Bilderkennungsprogramm
- 16 Bearbeitungsbereich
- 17 Kamera
- 18 Kamera
- 19 optische Achse
- 20 optische Achse
- 21 Anschlagvorrichtung
- 22 Führungsbahn
- 23 Stellmotor

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils durch Umformung eines Werkstücks (5) aus Blech mit einer Fertigungseinrichtung (1) mit zwei parallel zueinander ausgerichteten Pressbalken (2, 3), mit an den Pressbalken (2, 3) befestigten Biegewerkzeugen (6, 7) und mit einer Steuervorrichtung (10) mit einem Fertigungsprogramm (14) zum halbautomatischen Betreiben der Fertigungseinrichtung (1), wobei zumindest zwei Fertigungsschritte (F1, F2) mit jeweils einer Biegeumformung durchgeführt werden, und wobei ein Fertigungsschritt (F1, F2) die Maßnahmen umfasst:

- Positionieren von Anschlägen (8, 9) zur Ausrichtung des Werkstücks (5) in einem Bearbeitungsbereich (16);
- Einlegen des Werkstücks (5) in den Bearbeitungsbereich (16) durch Auflegen auf ein Unterwerkzeug (6) und Anlegen bzw. Auflegen des Werkstücks (5) an den Anschlägen (8, 9) durch eine Bedienperson;
- Durchführen der Biegeumformung durch Andrücken eines Oberwerkzeugs (7) gegen das Werkstück (5) und das Unterwerkzeug (6) durch Gegeneinanderbewegen der Pressbalken (2, 3);
- Auseinanderbewegen der Pressbalken (2, 3);
- Entnehmen des Werkstücks (5) aus dem Unterwerkzeug (6) durch die Bedienperson;

wobei nach einem ersten Fertigungsschritt (F1) die Ausführung eines nachfolgenden, zweiten Fertigungsschritts (F2) des Fertigungsprogramms (14) gestartet wird, dadurch gekennzeichnet, dass

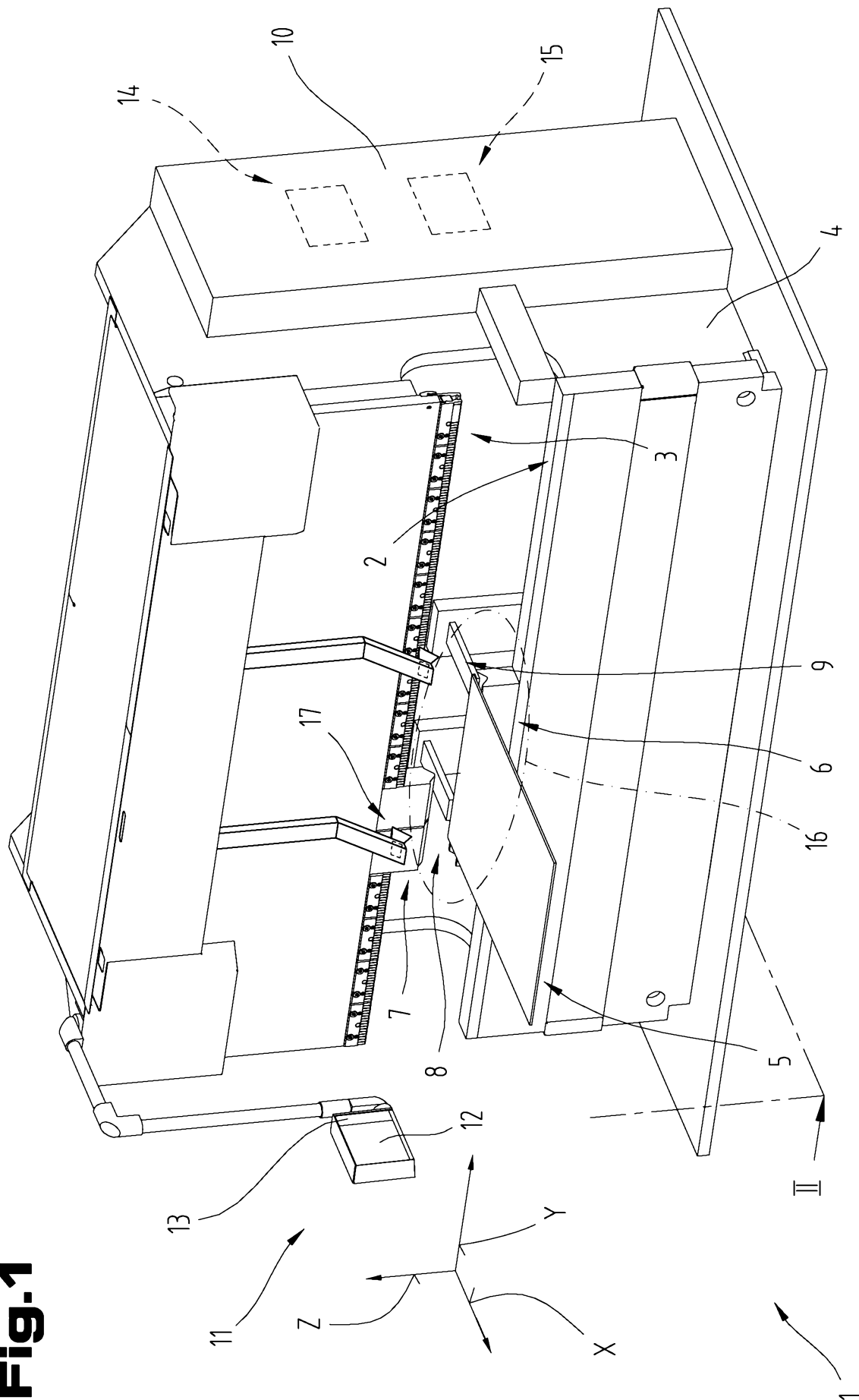
durch zumindest eine Kamera (17, 18) der Bearbeitungsbereich (16) erfasst wird und durch ein Bilderkennungsprogramm (15) die Lage und Ausrichtung des Werkstücks (5) bestimmt wird und, basierend auf der von dem Bilderkennungsprogramm (15) bestimmten Lage und Ausrichtung des Werkstücks (5), durch das Fertigungsprogramm (14) der nachfolgende, zweite Fertigungsschritt (F2) gestartet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Positionieren der Anschläge (8, 9) durch die Steuervorrichtung (10) auf der Grundlage von Anweisungen des Fertigungsprogramms (14) automatisch durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Durchführen der Biegeumformung durch die Steuervorrichtung (10) automatisch gestartet wird, wenn von dem Bilderkennungsprogramm (15) festgestellt worden ist, dass das Werkstück (5) in den Bearbeitungsbereich (16) eingelegt und an den Anschlägen (8, 9) zur Anlage gebracht worden ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Durchführen der Biegeumformung durch die Steuervorrichtung (10) automatisch gestoppt wird, wenn von dem Bilderkennungsprogramm (15) festgestellt worden ist, dass der gewünschte Verformungszustand des Werkstücks (5) erreicht ist, und dass danach durch die Steuervorrichtung (10) das Auseinanderbewegen der Pressbalken (2, 3) durchgeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der auf den ersten Fertigungsschritt (F1) folgende, zweite Fertigungsschritt (F2) erst gestartet wird, wenn von dem Bilderkennungsprogramm (15) festgestellt worden ist, dass das Werkstück (5) vollständig aus dem Bearbeitungsbereich (16) entnommen worden ist.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Positionieren der Anschläge (8, 9) in dem auf den ersten Fertigungsschritt (F1) folgenden, zweiten Fertigungsschritt (F2) schon gestartet wird, wenn von dem Bilderkennungsprogramm (15) festgestellt worden ist, dass das Werkstück (5) von den Biegewerkzeugen (6, 7) einen größeren Abstand als einen Wert eines vorgegebenen Mindestabstands erreicht hat, wobei der Wert des Mindestabstands in dem Fertigungsprogramm (14) festgelegt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass während des Positionierens der Anschläge (8, 9) diese durch die Steuervorrichtung (10) nur so schnell bewegt werden, dass der vorgegebene Mindestabstand nicht unterschritten wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in einem dritten Fertigungsschritt (F3) zuerst das Einlegen des Werkstücks (5) in den Bearbeitungsbereich (16) durch die Bedienperson erfolgt und erst danach die Anschläge (8, 9) durch die Steuervorrichtung (10) positioniert werden, wobei die Biegeumformung von der Steuervorrichtung (10) gestartet wird, wenn von dem Bilderkennungsprogramm (15) festgestellt worden ist, dass die Positionierung der Anschläge (8, 9) abgeschlossen ist.

Fig.1



TRUMPF Maschinen Austria GmbH & Co. KG.

Fig.3

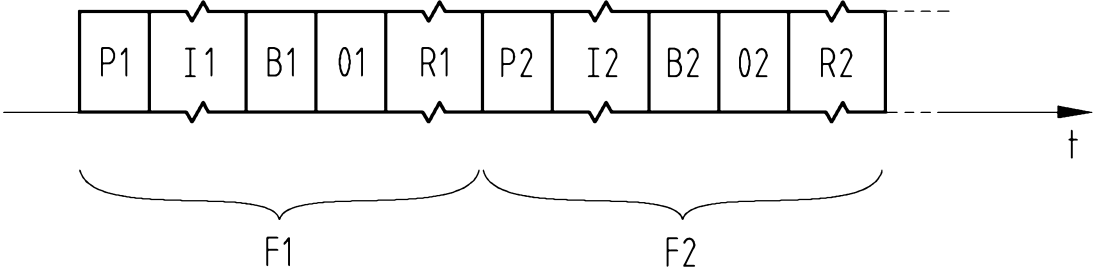
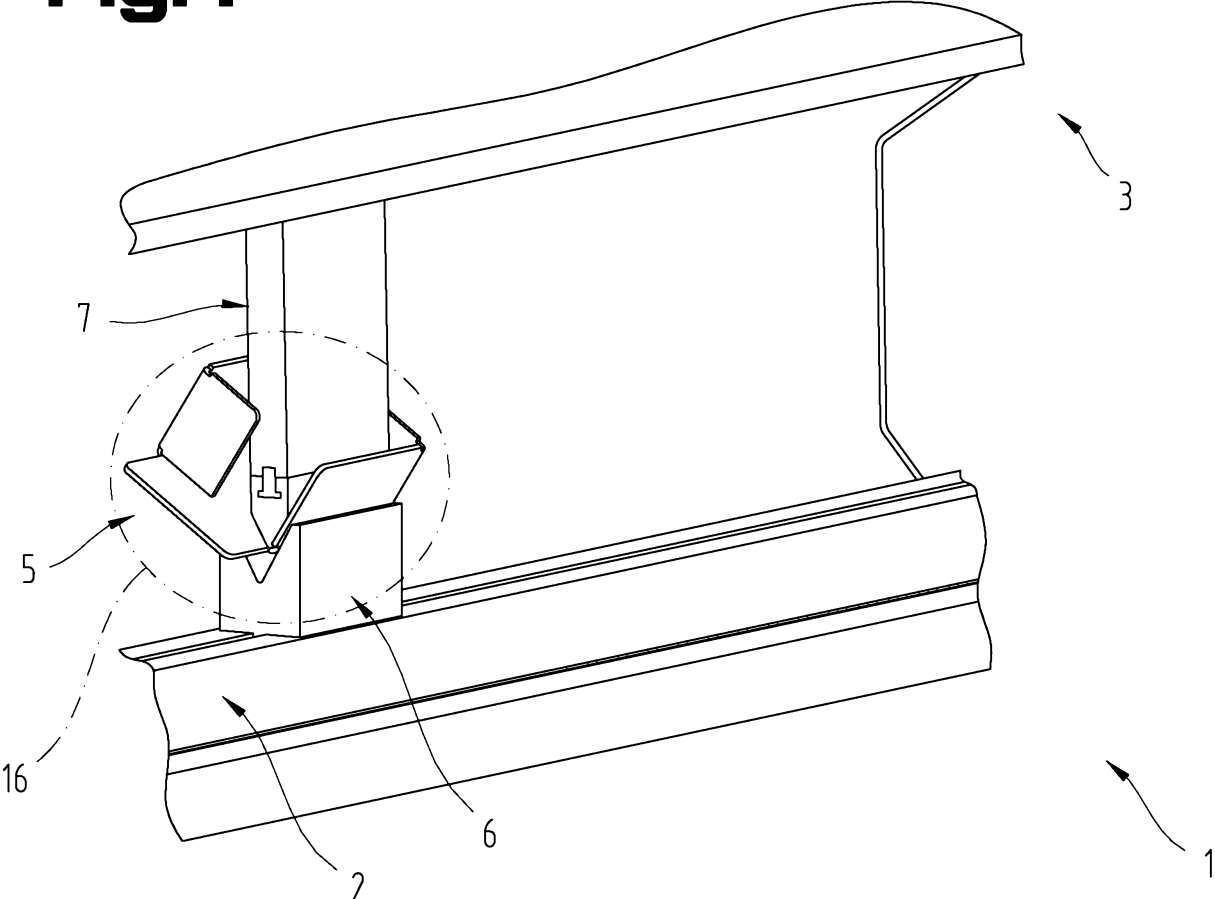


Fig.4



TRUMPF Maschinen Austria GmbH & Co. KG.

Fig.5

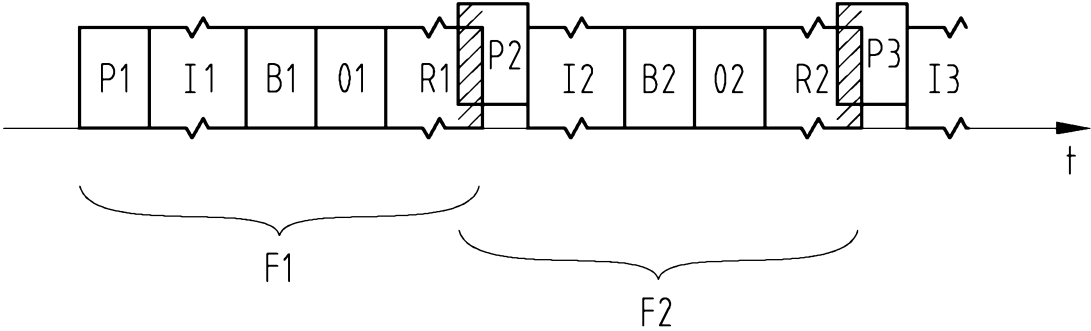


Fig.6

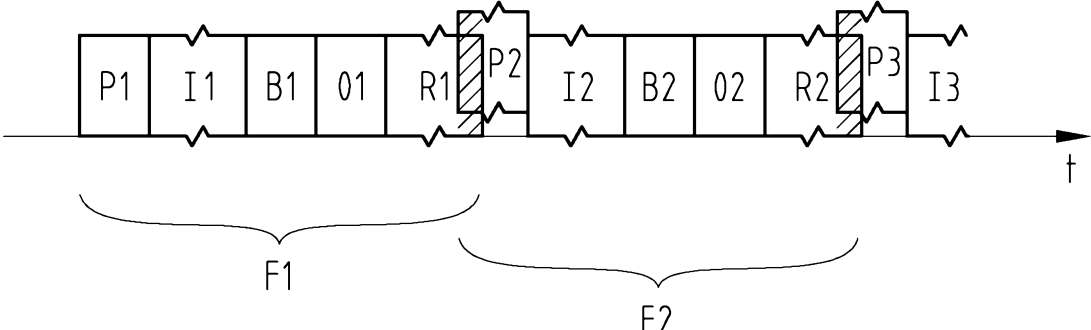


Fig.7

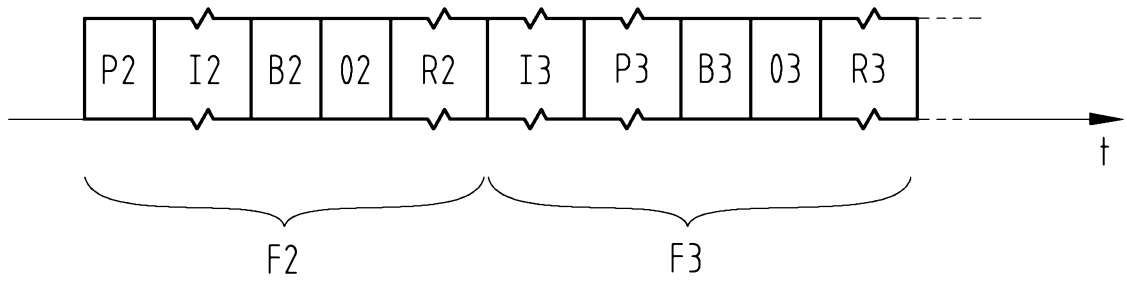
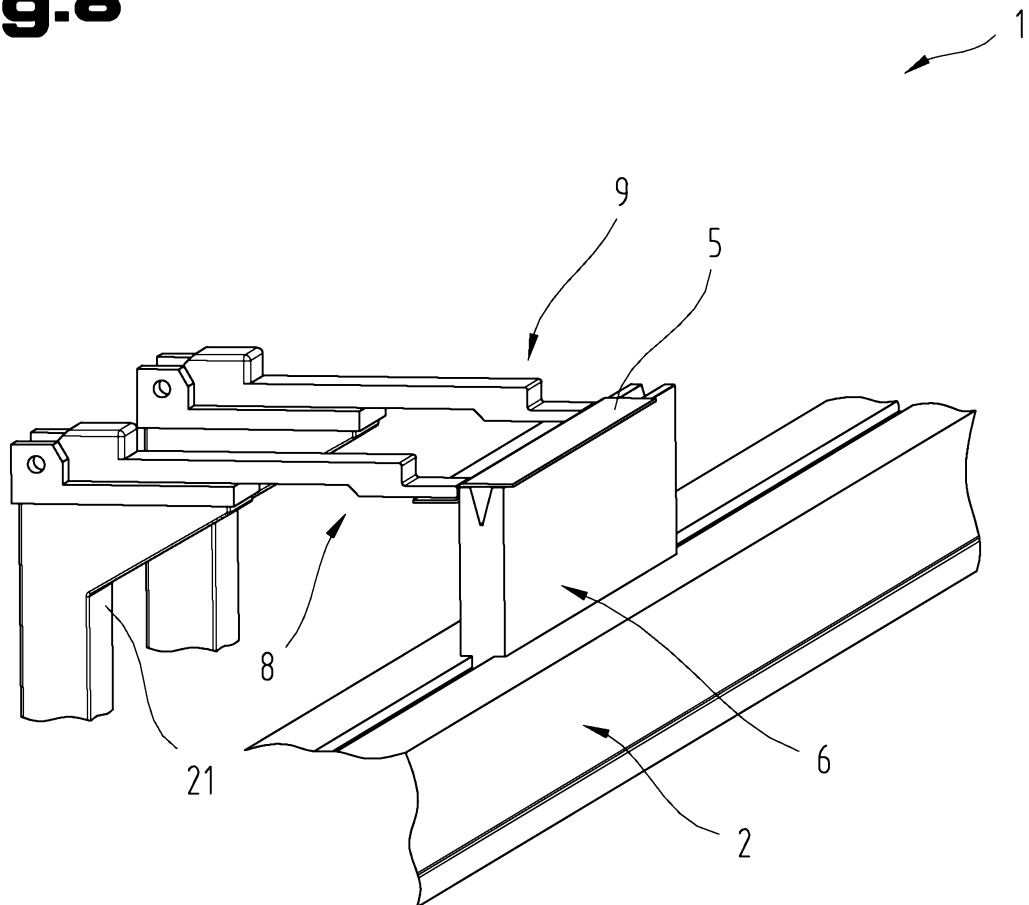


Fig.8



TRUMPF Maschinen Austria GmbH & Co. KG.