





-
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Die Erfindung bezieht sich auf eine Biegepresse (1) zum Biegen von Werkstücken, mit einem Oberwerkzeug (2) und einem Unterwerkzeug (3), einem Werkzeughalter (4), in dem das Oberwerkzeug (2) eingesetzt ist, und einem Werkzeughalter (5), in dem das Unterwerkzeug (3) eingesetzt ist, wobei das Oberwerkzeug (2) und das Unterwerkzeug (3) in verschiedenen Positionen innerhalb des jeweiligen Werkzeughalters (4, 5) fixierbar sind, einer Steuereinrichtung (13) zur Steuerung der Biegepresse (1), einer Sensoreinrichtung (8), die mit der Steuereinrichtung (13) verbunden ist, und einem Anschlag (6) zur Positionierung des Werkstückes innerhalb der Biegepresse (1), wobei der Anschlag (6) mittels eines durch die Steuereinrichtung (13) angesteuerten Antriebes (9) relativ zu den Werkzeugen (2, 3) verfahrbar ist. Die Sensoreinrichtung (8) ist zur berührungslosen Erfassung der Position des Oberwerkzeuges (2) und Unterwerkzeuges (3) innerhalb der Biegepresse (1) ausgebildet und die Steuereinrichtung (13) ist ausgebildet, um in Abhängigkeit der mit der Sensoreinrichtung (8) erfassten Position des Oberwerkzeuges (2) und des Unterwerkzeuges (3) den Bewegungsvorgang, mit dem der Anschlag (6) relativ zu den Werkzeugen (2, 3) positioniert wird, anzupassen.

Biegepresse

Die Erfindung betrifft eine Biegepresse nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren zum Biegen eines Werkstückes mit einer Biegepresse nach Anspruch 8.

Die Werkzeugauswahl und -anordnung in Biegepressen, auch Abkantpressen oder Biegemaschinen genannt, erfolgt in hohem Mass manuell und lediglich in Teilen unterstützt durch die Maschinensteuerung. Dazu wird ein Biegeplan erstellt, welcher die produktspezifischen Ober- und Unterwerkzeuge, sowie deren theoretische Position, errechnet. Es gibt jedoch keinerlei Überwachung darüber, ob diese Werkzeuge tatsächlich in die Maschine eingesetzt werden oder wurden. Darüber hinaus können die Werkzeuge an Positionen eingebracht werden, die nicht dem Prozess entsprechen und Gefährdungspotential aufweisen.

Die exakte Positionierung der Werkzeuge ist jedoch nötig, um Biegefolgen in hoher Qualität durchzuführen und die Hinteranschlagsfinger bzw. einen Roboter entsprechend auszurichten. Eine entsprechende Positionierung ist nur durch präzises und arbeitsintensives Einmessen von Hand und Übertragen an die Maschinensteuerung möglich.

Durch ungenaue Positionierungen, einer Nichtberücksichtigung im Biegeplan oder einer falschen Werkzeuganzahl kann es zu Schäden an Maschine und Peripherie kommen. Dies ist ebenso durch eine falsche Auswahl der Werkzeuggeometrie möglich. Weiterhin sind Ober- und Unterwerkzeuge mit maximalen Belastungen definiert – auch hier kann es bei unsachgemässer Handhabung zu Schäden kommen. Durch Fehlbestückungen verursachte Schäden an Abkantpressen und Werkzeugen können zudem zu Forderungen jeglicher Art gegenüber dem Hersteller führen. Es sind bereits Vorrichtungen bekannt, welche die genannten Probleme in Teilen zu lösen versuchen, jedoch eine Reihe von Nachteilen besitzen. So kann z. B. eine Anzeigevorrichtung an der Maschine lediglich eine Soll-Position vorgeben, nicht jedoch deren Kontrolle und Erkennung.

Die JPH0952124A offenbart eine Biegemaschine mit Ober- und Unterwerkzeug, einem Anschlag und einem Barcode-Reader, der am Anschlag angeordnet ist. Ober- und Unterwerkzeug sind jeweils an ihrer Rückseite mit einem Barcode versehen, der durch den Barcode-Reader auslesbar ist. Der Barcode enthält Informationen über die Beschaffenheit des Werkzeuges. Diese Informationen

werden an eine NC-Steuerung übergeben. Zusätzlich zum Barcode-Reader ist auf dem Anschlag ein Berührungssensor bzw. Endschalter vorgesehen, mit dem die Dimensionen des jeweiligen Werkzeuges bestimmt werden können. Eine solche Prozedur ist aufwändig und zeitintensiv, da der Berührungssensor mehrmals und in verschiedenen Positionen direkt an das Werkzeug herangefahren werden muss.

Mit einem derartigen System können z.B. Werkzeuge an den Aussenseiten der Maschine nicht erkannt werden, da hier aufgrund der Mechanik kein (Hinter-)Anschlag fahren kann. Ausserdem können nur einzeln positionierte Werkzeuge erkannt werden. Mehrere, an einem Werkzeughalter zusammengeschobene (bzw. aneinandergereihte) Werkzeuge können nicht unterschieden werden, da die mittigen Werkzeuge von dem bekannten System nicht als solche erkennbar sind. Insbesondere sind einzeln positionierte Werkzeuge nur dann erkennbar, wenn die Abstände zwischen den Werkzeugen gross genug sind, um mit dem Hinteranschlag bzw. den Fingern dazwischen fahren zu können. Ein Barcode erfordert relativ viel Platz, sodass ein solcher auf sehr kleinen Stempeln (Oberwerkzeug) Matrizen (Unterwerkzeug) nicht darstellbar ist. Ausserdem ist die Erfassung des Barcodes auf schrägen Flächen des Werkzeuges stark fehlerbehaftet, sodass nicht alle Werkzeuge zuverlässig erkannt werden können. Auch können speziell geformte Werkzeuge nicht erkannt werden, wenn der Hinteranschlag mechanisch nicht zwischen die Werkzeuge verfahrbar ist. Wenn vor dem Erfassungsvorgang keine ungefähre Position des Werkzeugs bekannt ist, besteht ein hohes Risiko eines Zusammenstosses mit dem Hinteranschlag. Da die zu bearbeitenden Werkstücke beim Positionieren ebenfalls an den Hinteranschlag stossen, sind die Berührungssensoren stark beansprucht und werden leicht beschädigt.

Die WO2012/103565A1 offenbart ein Verfahren zum Bestücken einer Biegepresse mit einem Biegewerkzeug. Dabei wird eine gesteuerte Handhabungsvorrichtung mit einem Greifer für das Biegewerkzeug verwendet. Eine Steuereinrichtung generiert Steuerbefehle, um das Werkzeug beim Einbringen in die Werkzeugaufnahme von einer IST-Position in eine SOLL-Position zu verfahren. Erst wenn das Werkzeug in der SOLL-Position angelangt ist, wird es in die Werkzeugaufnahme eingesetzt und dort fixiert. Die von der Handhabungsvorrichtung gehaltenen Werkzeuge müssen vom (Hinter-) Anschlag direkt angefahren werden, um deren IST-Position zu bestimmen. Das Verfahren ist aufwändig und basiert auf dem grundlegenden Prinzip, dass die Werkzeuge innerhalb der Werkzeugaufnahme eine exakte Position einnehmen müssen, damit der gewünschte Biegeplan durchgeführt werden kann.

Die EP0919300B1 (bzw. DE69736112T2) offenbart eine Biegemaschine, bei der die Oberwerkzeuge mit Strichcodes versehen sind. An der Werkzeugklemmung für die Oberwerkzeuge ist auf der dem Bediener zugewandten Seite eine in Z-Richtung verlaufende Führung für einen Scanner zum Lesen der Strichcodes vorgesehen. Weiter ist an dieser Werkzeugklemmung auf der dem Bediener zugewandten Seite eine lineare Skala, z.B. Magnetskala, als Positionserfassungsvorrichtung angeordnet. Die vom Scanner erfassten Positionsdaten der Oberwerkzeuge werden gespeichert und in einer Anzeige später wieder zur Verfügung gestellt. Für die erneute Herstellung eines gleichen Produkts muss der Bediener die Werkzeuge anhand der gespeicherten Daten von Hand genau gemäss der gespeicherten Position platzieren. Auch diese Biegemaschine basiert auf dem grundlegenden Prinzip, dass die Werkzeuge innerhalb der Werkzeugaufnahme eine exakte Position einnehmen müssen, damit der gewünschte Biegeplan durchgeführt werden kann. Das exakte Positionieren und Justieren der Werkzeuglage erfordert jedoch hohen Zeit- und Personalaufwand.

Die EP1517761B1 und die DE602005005385T2 beziehen sich auf spezielle Werkzeuge und Werkzeugaufnahmen, die über Sensoren Werkzeugpositionen relativ unpräzise erkennen können. Es ist hierbei teilweise nicht möglich, Werkzeuge qualitativ und geometrisch einzuordnen. Nachteilig sind zudem die hohen Anschaffungskosten der notwendigen Peripherie, die Wartungsintensität, die erforderliche Neuanschaffung spezieller Stempel und Matrizen und deren eingeschränkte Geometrie. Durch die eingebrachte Sensorik in Maschine und Werkzeug ist weiterhin mit limitierten Presskräften zu rechnen. Zusätzlich verringern bewegliche Sensoren an Ober- und Unterbalken, sowie notwendige Daten- und Versorgungskabel die Variabilität einer Abkantpresse. Die Anzahl möglicher Biegeteile wird eingeschränkt.

Die EP1510267B1 (bzw. DE69736962T2) offenbart ein Verfahren zum Anzeigen einer Werkzeugaanordnung in einer Abkantpresse. Auf Grundlage eines angezeigten Diagramms wird festgestellt, ob der geplante Biegevorgang auch möglich ist. In weiterer Folge werden weitere Werkzeuge für bestimmte Biegelinienabschnitte hinzugefügt und der Vorgang mit der neuen Konstellation wiederholt. Dieses Verfahren erfordert genau wie auch die vorherigen Verfahren ein exaktes Positionieren der Werkzeuge in der Werkzeugaufnahme.

Die DE3830488A1 offenbart ein elektronisches Werkzeugerkennungssystem für Gesenkbiegepressen. Durch dieses System ist es mit Hilfe einer elektronischen Steuerung möglich, die eingebaute Werkzeuggeometrie zu erkennen, die Werkzeuge gegen Überbelastung zu schützen sowie die Arbeitssicherheit für den Bediener zu bewahren.

Die DE4442381A1 betrifft eine Vorrichtung zur Lage- und Formerkennung von Oberwangenwerkzeugen an Schwenkbiegemaschinen und Gesenkbiegepressen. Hinter der Oberwange befindet sich in einer Führung ein motorisch verschiebbarer Schlitten, an dem ein Halter für eine Laser-Lichtschränke montiert ist. Mit dieser werden die Länge der eingebauten Oberwangenwerkzeuge und deren Zwischenräume ermittelt. Die Werte werden numerisch und graphisch dargestellt. Ausserdem befindet sich im Halter ein Schreib-Lesekopf, der Codierungen an der Rückseite der Oberwangenwerkzeuge ausliest.

Alle bekannten Systeme beziehen sich auf das Auslesen von Codes und/oder die Erfassung der Werkzeugdimensionen. Die genaue Positionierung der Werkzeuge innerhalb der Werkzeugaufnahme spielt eine wesentliche Rolle. Im Stand der Technik ist es somit erforderlich die Werkzeuge in Bezug zum Werkzeughalter exakt zu positionieren, was den Nachteil einer aufwändigen und zeitintensiven Bestückung der Biegemaschine mit sich bringt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es somit, die Nachteile bekannter Lösungen zu beseitigen und eine Biegepresse bereitzustellen, bei der eine exakte Positionierung von Oberwerkzeug und Unterwerkzeug nicht mehr erforderlich ist. Trotzdem soll der gesamte Biegevorgang, einschliesslich der Positionierung des Werkstückes relativ zu den Werkzeugen, zuverlässig sein und Biegeteile exakt nach Biegeplan liefern.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst.

Gemäss der Erfindung ist die Sensoreinrichtung zur berührungslosen Erfassung der Position und/oder der Art des Oberwerkzeuges und des Unterwerkzeuges innerhalb der Biegepresse ausgebildet und ist die Steuereinrichtung ausgebildet, um in Abhängigkeit der mit der Sensoreinrichtung erfassten Position und/oder Art des Oberwerkzeuges und des Unterwerkzeuges den Bewegungsvorgang, mit dem der zumindest eine Anschlag relativ zu den Werkzeugen positioniert wird, anzupassen.

Ein wichtiger Vorteil der Erfindung besteht darin, dass die Werkzeuge beim Bestücken der Biegepresse innerhalb der Werkzeughalter nicht mehr exakt positioniert werden müssen. Dadurch kann Zeit- und Personalaufwand gespart werden. Die Erfindung basiert auf dem Prinzip, dass nicht die Werkzeuge (bzw. deren Position innerhalb des Werkzeughalters) an den Biegeplan angepasst werden, sondern dass die Bewegungsvorgänge des zumindest einen Anschlages an die Position von Ober- und Unterwerkzeug innerhalb der Biegepresse bzw. innerhalb des jeweiligen Werkzeughalters angepasst werden. Dadurch wird ein hochflexibles System geschaffen, das die vor und während des Biegevorganges erforderlichen Bewegungsvorgänge des Anschlages automatisch regelt.

Zunächst erfolgt eine Erfassung der Position des bereits in die Werkzeughalterung eingesetzten Werkzeuges relativ zur (bzw. in der) Werkzeughalterung. In Abhängigkeit dieser relativen Werkzeugposition erfolgt dann eine automatische Anpassung jener Bewegungsvorgänge, mit denen der/die Anschlag/Anschläge (z. B. Hinteransschläge) positioniert wird/werden. Ein ‚nicht-exaktes‘ Einsetzen des Werkzeuges in die Werkzeughalterung oder ein Einsetzen an einer gänzlich anderen Stelle wird dadurch automatisch ‚kompensiert‘ bzw. berücksichtigt. Tatsächlich gibt es gemäss vorliegender Erfindung kein ‚falsches‘ Einsetzen bzw. Positionieren. Jede beliebige Position von Ober- und Unterwerkzeug im Werkzeughalter führt zu einer automatischen Anpassung der Anschlagsteuerung und zu einem ordnungsgemässen Biegeergebnis. Dazu ist in der Steuereinrichtung ein Biegeprogramm hinterlegt, das die mittels Sensoreinrichtung erfassten Positionsdaten von Ober- und Unterwerkzeug als Eingangsgrösse berücksichtigt und in Abhängigkeit dieser Eingangsgrösse Steuerbefehle an den Antrieb des Anschlages als Ausgangsgrösse generiert.

Unter ‚Bewegungsvorgang des Anschlages‘ bzw. ‚Verfahren des Anschlages‘ wird jede denkbare Bewegung des Anschlages insbesondere auch seiner Anschlagelemente wie Anschlagfinger und dgl. verstanden.

Mit der berührungslosen Sensoreinrichtung, insbesondere als Kamera ausgebildet, könnten auch mehrere, entlang der Z-Achse verteilte und in den Werkzeughalter eingesetzte Werkzeuge erfasst werden. Auch eine automatische Ermittlung der Spaltbreite zwischen zwei benachbarten Ober- oder Unterwerkzeugen wäre denkbar. Bei genügend grossem Erfassungsbereich der Sensoreinrichtung können alle Werkzeuge in einer einzigen Aufnahme festgehalten werden. Bei kleinerem

Erfassungsbereich kann die Kamera verschoben werden, sodass die einzelnen Werkzeuge entlang der Z-Achse nacheinander erfasst werden.

In einer Ausführungsform der Erfindung kann die Erfassung der Werkzeugdaten mittels der Sensoreinrichtung vorerst unabhängig von der Position oder überhaupt vom Vorhandensein eines (Hinter-)Anschlages erfolgen. Ein Anschlag könnte somit auch erst nach dem Schritt des Erfassens montiert bzw. eingesetzt werden. In einer weiteren Ausführungsform könnten auch andere bzw. zusätzliche Werkzeugdaten erfasst werden, die nicht zur Korrektur des Anschlages verwendet werden, sondern anderen Zwecken dienen.

Bevorzugt ist der zumindest eine Anschlag zur Positionierung des Werkstückes ein Hinteranschlag, der parallel zur Biegelinie verfahrbar ist, und ist die Sensoreinrichtung im Bereich des Hinteranschlages angeordnet. An dieser Stelle ist der Erfassungsbereich der Sensoreinrichtung nicht durch Bedienpersonal und einzulegende Werkstücke gestört. Auch schränkt diese Anordnung der Sensoreinrichtung den Arbeitsbereich der Biegepresse nicht ein. Der Sensor ist zudem gut geschützt und kann aufgrund seiner Anordnung zuverlässige Aufnahmen der Rückseite der Werkzeuge liefern.

Bevorzugt ist die Sensoreinrichtung an dem Anschlag, z.B. an dem Hinteranschlag, angeordnet und zusammen mit dem Anschlag vorzugsweise parallel zur Biegelinie verfahrbar. Die Verfahrachse des Anschlages, z.B. Hinteranschlages, wird dadurch in zweifacher Hinsicht genutzt. Zusätzlich können auch andere Bewegungsrichtungen des Anschlages erfindungsgemäss (an die Position der Werkzeuge angepasst) gesteuert werden. Der (Hinter-)Anschlag könnte z.B. in drei verschiedenen Raumrichtungen verfahrbar sein.

Die Anordnung der Sensoreinrichtung, insbesondere in Form eines Lesekopfes oder einer Kamera, an der Führung des Hinteranschlages oder direkt daran bietet folgende Vorteile: einfache Anordnung; keine zusätzlichen Störkonturen an der Aussenseite der Maschine; keine Behinderung des Biegeprozesses oder -personals; das äussere Erscheinungsbild der Maschine ändert sich für den Benutzer nicht; die Sensoreinrichtung ist einfach nachrüstbar und erlaubt auch das gleichzeitige Ablesen von Oberwerkzeug (Stempel) und Unterwerkzeug (Matrize); die Sensoreinrichtung ist im Hinblick auf Verschmutzung geschützt; mehrere Werkzeuge entlang der Z-Achse sind gleichzeitig erkennbar; und die

Sensoreinrichtung ist beliebig positionierbar. Ausserdem könnte die Position der Werkzeuge auch über die Bezugsposition des Hinteranschlages entlang der Z-Achse berechnet werden.

Bevorzugt ist die Sensoreinrichtung in eine Stellung verfahrbar, in welcher der Erfassungsbereich der Sensoreinrichtung sowohl das Oberwerkzeug als auch das Unterwerkzeug zumindest teilweise umfasst. Dadurch können mittels eines Messvorganges bzw. einer einzigen Bildaufnahme alle erforderlichen Daten erfasst werden. Aufgrund des grossen Erfassungsbereiches ist nur eine Sensoreinrichtung erforderlich.

In einer weiteren Ausführungsform umfasst die Sensoreinrichtung zumindest zwei berührungslose, insbesondere optische Sensoren mit unterschiedlichen räumlichen Erfassungsbereichen. Das Verfahren eines Sensors, z.B. entlang der Biegelinie, kann dadurch entfallen. Die Erfassungsbereiche der Sensoren können dabei überlappen.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Biegepresse eine Bedienerschnittstelle, insbesondere in Form eines Bildschirms, wobei Sensordaten der Sensoreinrichtung und/oder aus den Sensordaten abgeleitete Daten an der Bedienerschnittstelle darstellbar sind (bzw. im Betrieb automatisch an der Bedienerschnittstelle ausgegeben werden). Bevorzugt ist, wenn die Sensoreinrichtung zumindest eine Kamera umfasst und die von der Kamera aufgenommenen Bilder bzw. Bildfolgen am Bildschirm für den Bediener dargestellt werden.

Bevorzugt ist die Sensoreinrichtung eine Kamera, besonders bevorzugt eine Matrix-Kamera. Damit können nicht nur Codes oder Massstäbe erfasst werden, sondern – insbesondere bei deren Fehlen – auch das Werkzeug selbst bzw. seine Konturen. Mit einer einzigen Messung/Bildaufnahme kann daher eine Vielzahl verschiedener Informationen erfasst werden.

Bevorzugt ist auf das Oberwerkzeug und/oder das Unterwerkzeug und/oder die jeweilige Werkzeughalterung ein Massstab oder eine Positionsmarkierung aufgebracht. Dies ermöglicht eine zuverlässige und exakte Bestimmung der Relativlage von Werkzeug zu Werkzeughalterung.

Bevorzugt ist auf das Oberwerkzeug und/oder das Unterwerkzeug ein zweidimensionaler Code, insbesondere ein Datamatrix-Code, aufgebracht, wobei vorzugsweise der Code Informationen über das verwendete Werkzeug enthält, insbesondere über Art und Dimensionen des Werkzeuges. Datamatrix-Codes haben für diese Anwendung einige Vorteile, beispielsweise erlauben sie ein schräges Ablesen der Codes. Dadurch können – bei entsprechend grossem Lesefenster der Kamera – gleichzeitig Codes von Oberwerkzeugen und Unterwerkzeugen ausgewertet werden. Auch ein Anbringen des Codes auf schrägen Flächen ist möglich. Des Weiteren erlaubt diese Art der Codierung eine relativ grosse Fehlertoleranz, d. h. bei Beschädigung wird der Code weiterhin erkannt. Wie bereits erwähnt, können auch kleinste Code-Abmessungen aus relativ grosser Entfernung gelesen werden. Vorteilhaft ist jeweils ein Code auf der Vorder- und der Rückseite der Werkzeuge aufgebracht, um auch bei Drehung des Werkzeugs (gespiegelte Einbringung) ein Erfassen des entsprechenden Werkzeugs zu ermöglichen.

Die Aufgabe wird auch mit einem Verfahren zum Biegen eines Werkstückes mit einer Biegepresse nach einer der vorhergehenden Ausführungsformen, gelöst. Dieses Verfahren umfasst die Schritte:

- Erfassen der Position und/oder der Art des Oberwerkzeuges und/oder Unterwerkzeuges, die in den jeweiligen Werkzeughaltern fixiert sind, innerhalb der Biegepresse mittels der Sensoreinrichtung,
- Anpassen des Bewegungsvorganges, mit dem der zumindest eine Anschlag relativ zu den Werkzeugen positioniert wird, in Abhängigkeit der mit der Sensoreinrichtung erfassten Position des Oberwerkzeuges und/oder Unterwerkzeuges,
- Positionieren des zumindest einen Anschlages entsprechend dem angepassten Bewegungsvorgang durch Verstellen (Verfahren bzw. Positionieren) des Anschlages mittels eines durch die Steuereinrichtung angesteuerten Antriebes relativ zu den Werkzeugen,
- Durchführen eines Biegevorganges durch relatives Verfahren von Oberwerkzeug und/oder Unterwerkzeug.

Es handelt sich dabei um ein flexibles System, das unabhängig von der Position der eingesetzten Werkzeuge die Durchführung eines bestimmten Biegeplanes

ermöglicht. Durch Anpassung der gesteuerten Bewegungsvorgänge des Anschlages wird das System flexibel auf jede Werkzeugposition eingestellt.

Bevorzugt wird während des Schrittes des Erfassens der Position des Oberwerkzeuges und/oder Unterwerkzeuges dessen/deren Position relativ zur jeweiligen Werkzeughalterung, in der das Werkzeug fixiert ist, erfasst. Diese ist eine besonders zuverlässige Methode, da durch die räumliche Nähe von Werkzeug und Werkzeughalterung diese problemlos in einer Aufnahme erfasst und festgehalten werden können.

Bevorzugt wird während des Schrittes des Anpassens des Bewegungsvorganges ein Verfahrensweg des Anschlages parallel zur Biegelinie berechnet. Der Anschlag wird gleichsam dem Werkzeug ‚nachgeführt‘. Der Verfahrensweg ist hier die Ausgangsgrösse, während die Positionsdaten der Werkzeuge die Eingangsgrösse des Biegeprogramms darstellen.

Bevorzugt wird vor und/oder während des Schrittes des Erfassens der Position und/oder der Art des Oberwerkzeuges und/oder Unterwerkzeuges, die Sensoreinrichtung parallel zur Biegelinie verfahren. Dadurch können Werkzeuge entlang der gesamten Länge der Biegepresse positionsmässig erfasst werden.

Bevorzugt werden die Position und/oder Art des Oberwerkzeuges und die Position und/oder Art des Unterwerkzeuges gleichzeitig erfasst. Dazu umfasst der Erfassungsbereich der Sensoreinrichtung sowohl Oberwerkzeug als auch Unterwerkzeug bzw. gegebenenfalls auch deren Werkzeughalter.

Bevorzugt erfolgt das Erfassen der Position des Oberwerkzeuges und/oder Unterwerkzeuges mit Hilfe eines/einer auf das Oberwerkzeug und/oder das Unterwerkzeug und/oder die jeweilige Werkzeughalterung aufgebrachten Massstabes oder Positionsmarkierung. Dadurch wird die Genauigkeit der Positionserfassung erhöht. Grösse und Form der Werkzeuge können auch in Relation zum Massstab oder im Abstand der Kamera erkannt werden.

Bevorzugt erfolgt das Erfassen der Position und/oder Art des Oberwerkzeuges und/oder Unterwerkzeuges durch eine Konturerkennung des Werkzeuges. Hier kann unabhängig von Hilfsmitteln wie Massstäben oder Codes die Lage des Werkzeuges z.B. in Bezug zur (bekannten) Position der Sensoreinrichtung bestimmt werden. Die Kamera ist in der Lage, die Konturen der eingesetzten Werkzeuge zu

erkennen und mit (z.B. in der Steuereinrichtung) hinterlegten Daten zu vergleichen. Sind keine Daten hinterlegt bzw. überhaupt kein Code vorhanden, werden die Werkzeuge anhand ihrer Geometrie identifiziert und entsprechend zugeordnet.

Bevorzugt umfasst das Verfahren einen Schritt des Auslesens von Informationen von einem auf das Oberwerkzeug und/oder das Unterwerkzeug aufgebrachten zweidimensionalen Codes, insbesondere eines Datamatrix-Code. Durch die Verwendung eines Datamatrix-Codes wird auch das Markieren extrem schmaler Werkzeuge möglich.

Auch die gleichzeitige Erkennung mehrerer Codes ist durch die vorliegende Erfindung möglich. Durch die Anbindung der Kamera an den Hinteranschlag kann der Abstand zu den Werkzeugen verändert werden. Entsprechend der Auflösung der Kamera können somit mehrere Codes und Konturen gleichzeitig erkannt werden.

Der vorliegenden Idee liegt zugrunde, dass die eingesetzten Werkzeuge in Ihrer Position (optional auch in Ihrer Art) erkannt werden. Die daraus ermittelten Parameter werden über die Maschinensteuerung derart verwendet, dass die Peripherie der Maschine dem vorliegenden Biegevorgang angepasst wird. Hier ist z. B. der Hinteranschlag zu nennen, er wird dann in Relation zu den Werkzeugen positioniert.

Dadurch werden sowohl das Einmessen, wie auch die Kontrolle zwischen einem Ist-Wert und einem Soll-Wert gespart - die Werkzeuge können an jeder beliebigen Stelle eingebracht werden und der Biegevorgang kann ohne weiteres gestartet werden. Unter anderem ist es somit nicht mehr notwendig, für ein wiederkehrendes Biegeteil exakt dieselben Werkzeug- und Werkstückpositionen zu erreichen. Wie erwähnt, ist es unwichtig, an welcher Position sich die Werkzeuge überhaupt befinden. Durch die Erkennung und Umrechnung auf das Produkt werden alle relevanten Maschinenteile (Anschläge) entsprechend positioniert und es wird gleichzeitig eine Kollision während dem Biegevorgang ausgeschlossen.

In einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt ein gleichzeitiges Erkennen vom Oberwerkzeug (Stempel) und Unterwerkzeug (Matrizen). Die Position dieser Werkzeuge zueinander kann sicherheitsrelevant und für die Qualität der Biegung von Bedeutung sein. Sicherheitsrelevant bedeutet in diesem Fall, dass ein falsch positioniertes Oberwerkzeug zu einer Kollision führen kann. Somit kann zusätzlich

eine dem Biegevorgang entsprechende Kontrolle zwischen Ober- und Unterwerkzeugen durchgeführt werden. Eine Fehlbestückung wird dadurch ausgeschlossen.

Die Erfindung betrifft in einer Ausführungsform auch die Ermittlung von Werkzeugart und Werkzeugposition aller Oberwerkzeuge (Biegestempel) und aller Unterwerkzeug (Matrizen) innerhalb einer Biegepresse bzw. Biegemaschine.

Zur Bestimmung von Werkzeugart (inklusive aller deren beschreibender Parameter) und exakter Z-Richtungs-Position in der Biegepresse sollen 2D-Codes (vorzugsweise Datamatrix-Codes) und ein Lesekopf zur Anwendung kommen. Zu diesem Zweck wird der Lesekopf, vorzugsweise eine Matrixkamera, an einer Z-Achse des Hinteranschlags der Biegepresse befestigt, wodurch er automatisch verstellbar ist. Durch die relativ kleinen Abmessungen dieser Kamera und eine an der Achse bereits vorhandenen Kabelkette lassen sich sowohl Einbau, wie auch die Datenübertragung leicht umsetzen.

Zur Beschreibung der Parameter wird auf jedes vorhandene Werkzeug ein spezifischer Datamatrix-Code appliziert. Dieser Code hinterlegt beispielsweise eine einfache Zahl, welche in der Datenbank mit den notwendigen Parametern des Werkzeugs zugeordnet werden kann. Dazu zählen beispielsweise: Geometrie, maximale Belastung, Material, Anzahl der bereits durchgeführten Biegezyklen, Abnutzung, etc.. Mittels einer Beschreibung über einfache Zahlen lassen sich die Datamatrix-Codes auch in kleinster Ausführung anfertigen und ermöglichen somit auch eine Aufbringung auf extrem schmale Werkzeuge (Stempel und Matrizen).

Ein möglicher Ablauf könnte folgendermassen aussehen. Nach dem Einbringen der Werkzeuge in die Biegepresse werden Oberwerkzeug (Stempel) und Unterwerkzeug (Matrizen) geklemmt und sind somit nun in ihrer Position fixiert. Danach verfährt die (Matrix)Kamera mit der Z-Achse über die gesamte Länge der Biegepresse. Dabei werden, abhängig von der Lesegeschwindigkeit der Kamera, Bilder der Werkzeuge erzeugt und über die Maschinensteuerung und Datenbank ausgewertet. Die Erkennung der Position der eingesetzten Werkzeuge ermöglicht bzw. vereinfacht ein einfacher Massstab - angebracht an der Werkzeugklemmung der Maschine – vorzugsweise direkt beim bzw. auf derselben Höhe des Datamatrix-Codes. Der Massstab ist dann Bestandteil des erzeugten Bildes und erlaubt damit eine präzise Positionsbestimmung.

Weitere Vorteile bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung sind nachfolgend angeführt:

- komplette Kontrolle der eingesetzten Werkzeuge
- der Biegeplan kann automatisch auf reale Werkzeugpositionen umgerechnet werden
- deutlich geringere Standzeiten der Biegepresse bei einem Werkzeugwechsel, da ein exaktes Einmessen entfallen kann,
- das Risiko einer Überlastung von Biegepresse und Werkzeug wird deutlich minimiert,
- im Vergleich zu bekannten Lösungen extrem wartungsarm und kostengünstig,
- es können alle bzw. verschiedene Werkzeuge verwendet werden (unabhängig von Geometrie, Hersteller oder Klemmungsart),
- eine Aufrüstung bereits vorhandener Werkzeuge ist möglich,
- die Werkzeuge werden aufgrund des berührungslosen Messprinzips nicht in ihrer maximalen Belastung beschränkt,
- verschmutzte oder beschädigte Codes werden einfach gesäubert bzw. neu aufgebracht,
- keine zusätzlichen Störkonturen an der Biegepresse oder Ketten für Datenkabel,
- die auf die Werkzeuge aufgebrachten Datamatrix-Codes können die Lagerhaltung vereinfachen: In der Beschreibung des Codes können auch entsprechende Lagerplätze, bzw. maximale Nutzungszeiten der Werkzeuge oder dergleichen hinterlegt werden;
- Abrufen von Biegeteilen und Programmen: Mit Hilfe der (Matrix)Kamera können auch Codes von Arbeitsplänen oder Blechen gelesen werden, die beispielsweise für einen bestimmten Ablauf, ein entsprechendes Programm oder eine Blechqualität stehen.

Ausserdem kann die eingesetzte Kamera den (Hinter-) Anschlagsbereich visualisieren. Oftmals ist es nämlich schwierig, Bleche genau an den Hinteranschlagsfingern zu positionieren, da die Einbauhöhe der Biegepresse zu gering ist oder die eingesetzten Werkzeuge die Sicht auf die Anschlagsfinger

verhindern. Zur Vereinfachung des Ablaufes kann hier das Kamerabild, das den Hinteranschlagsbereich darstellt, auf einen für den Bediener sichtbaren Bildschirm übertragen werden.

Bevorzugt wird an einer Bedienerschnittstelle angezeigt, wenn die mit der Sensoreinrichtung erfasste Position des Oberwerkzeuges und/oder Unterwerkzeuges nicht korrekt ist, insbesondere wenn die Werkzeuge nicht miteinander fluchten. Hierbei können Korrekturwerte bzgl. der Positionierung von Oberwerkzeug und/oder Unterwerkzeug an die Steuerung bzw. die Bedienerschnittstelle (z.B. Bildschirm) übergeben werden, um dem Bediener anzuzeigen, dass die Werkzeuge nicht fluchten und die Position zumindest eines Werkzeuges korrigiert werden muss.

Bevorzugt wird der Biegevorgang oder der Einrichtevorgang abgebrochen, wenn die mit der Sensoreinrichtung erfasste Position und/oder Art des Oberwerkzeuges und/oder Unterwerkzeuges nicht korrekt ist. Bei falsch platzierten oder falsch dimensionierten Werkzeugen können auf diese Weise Beschädigungen der Maschine bzw. Gefahren für das Bedienpersonal durch Werkzeugbruch ausgeschlossen werden.

Bevorzugt umfasst das Verfahren eine Kalibrierung der Position des Anschlages, wobei vorzugsweise die Kalibrierung mittels einer vorzugsweise optischen Positionsmarke erfolgt, die an einem Bauteil der Biegepresse oder an einem Referenzwerkzeug angebracht ist. Die Kalibrierung des (Hinter-) Anschlages kann in X-, R- und Z-Richtung durch eine optische Referenz (Positionsmarkierung) am Oberbalken, an der Werkzeugklemmung, innerhalb der Biegepresse oder durch ein Referenzwerkzeug erfolgen, so dass ein Ausrichten des (Hinter-)Anschlages per Hand entfallen kann, wenn der Anschlag durch unsachgemässen Gebrauch verstellt wurde.

Bevorzugt ist das zu biegende Werkstück mit einem auslesbaren Code versehen, in dem eine Referenz auf ein zugehöriges Biegeprogramm enthalten ist, und dass nach dem Auslesen des Codes vorzugsweise mit der Sensoreinrichtung das dazugehörige Biegeprogramm automatisch in der Steuereinrichtung geladen und/oder abgearbeitet wird. Damit kann ein Laden des zum Biegeteil dazugehörigen Biegeprogrammes in die Steuerung anhand eines Codes auf dem Biegeteil (Biege- oder Blechzuschnitt), in dem das dazugehörige Biegeprogramm verschlüsselt ist,

automatisch erfolgen. Der Code wird beispielsweise wird z.B. mit einem Laser auf dem Biegeteil aufgebracht. Der Bediener hält z.B. das Blech vor die Sensoreinrichtung, z.B. eine Kamera, und die Steuerung lädt automatisch das entsprechende Biegeprogramm. Das Auslesen des Codes kann auch beim Positionieren des Biegeteils an dem Anschlag, vorteilhaft automatisch durch die Sensoreinrichtung, erfolgen.

Bevorzugt ist die Sensoreinrichtung eine Kamera und werden die mit der Kamera aufgenommenen Bilder bzw. Bildfolgen an einer Bedienerschnittstelle angezeigt. Die Übergabe des Live-Kamerabildes an die Steuerung bzw. die Bedienerschnittstelle ermöglicht es, dem Bediener die aktuelle Situation innerhalb der Biegepresse anzuzeigen.

Diese Ausführungsform ermöglicht unter anderem:

- eine Bedienerführung des Bleches vor bzw. während des Anschlages des Bleches am Anschlag mittels Kamerabild und eingeblendeten Führungslinien (ähnlich wie beim Einparken mit dem Auto);
- eine Bedienerführung beim Einsetzen der Werkzeuge mittels Kamerabild und eingeblendeten Führungslinien;
- eine Anlageerkennung des Bleches am (Hinter-)Anschlag mittels Kamera. (Wenn die Kamera erkennt, dass das Blech korrekt am Anschlag positioniert wurde, gibt die Steuerung ein entsprechendes Signal aus und der Bediener kann den Biegevorgang starten).
- eine Überwachung des Maschinenraumes durch die Kamera. Dies kann dazu verwendet werden, um die Annäherungsgeschwindigkeit des Anschlages an den Tisch zu überwachen und diesen damit schneller als bei bisherigen Biegepressen verfahren zu können.

Mit der Sensoreinrichtung kann auch eine Messung der Durchbiegung von Ober- und Unterwange erfolgen. Beim Biegevorgang erfahren Ober- und Unterwange eine Durchbiegung, die durch Bombierzylinder ausgeglichen werden kann. Die Bombierung wird in der Steuerung anhand theoretischer Werte berechnet und soll in Zukunft anhand des von der Sensoreinrichtung aufgenommenen realen Zustandes errechnet werden. Dadurch kann eine höhere Genauigkeit im Biegeteil erreicht werden.

Auch kann die Sensoreinrichtung zur Erkennung der (Blech-)Dicke des eingelegten (Blech-)Werkstückes ausgebildet sein. Entspricht das Werkstück den eingegebenen Daten in der Steuereinrichtung (Maschinensteuerung) bzw. bewegen sich die entsprechenden Werte innerhalb des festgelegten Toleranzbereichs, kann der Biegevorgang gestartet bzw. fortgesetzt werden, andernfalls kann der Biegevorgang ab- bzw. unterbrochen werden.

Ebenso können mit der Sensoreinrichtung Werkstück- bzw. Biegeteildimensionen (korrekter Zuschnitt, richtige Positionierung) erfasst werden, wodurch eine verbesserte Bedienerführung ermöglicht wird.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das gegenständliche Verfahren auch die Erstellung von thermographischen Bildern der Biegepresse bzw. von Teilen davon. Dies erfolgt vorzugsweise mittels zumindest eines IR-Sensors bzw. zumindest einer Wärmebildkamera, die innerhalb der Biegepresse angeordnet sein kann. Damit können die verschiedenen Erwärmungszustände der Biegepresse (z.B. der Werkzeuge, des Maschinengestells, etc.) überwacht und ausgewertet werden. Durch die Erwärmung dehnt sich der Maschinenkörper unter Umständen undefiniert aus, wodurch es zu Verschiebungen wichtiger Bezugsstellen und damit zu schlechteren Biegeergebnissen kommt. Kritisch ist vor allem ein nicht vollständig durchgewärmter Maschinenkörper, also lokale Temperaturunterschiede, wie sie beispielsweise direkt nach dem Einschalten der Biegepresse auftreten können. Mithilfe der thermographischen Zustandsbilder können einzelne Bezugsachsen die auftretenden Verschiebungen kompensieren und somit für eine gleichbleibende Biegequalität sorgen.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben sind. Dabei können die in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein.

Die Bezugszeichenliste ist Bestandteil der Offenbarung. Die Figuren werden zusammenhängend und übergreifend beschrieben. Gleiche Bezugszeichen bedeuten gleiche Bauteile, Bezugszeichen mit unterschiedlichen Indices geben funktionsgleiche oder ähnliche Bauteile an.

Es zeigen dabei:

- Fig. 1 eine erfindungsgemässe Biegepresse von vorne,
- Fig. 2 die Biegepresse aus Fig. 1 in seitlicher Ansicht,
- Fig. 3 die Biegepresse aus Fig. 1 von hinten,
- Fig. 4 einen Detailausschnitt einer Biegepresse von vorne, mit Ober- und Unterwerkzeug und dem Anschlag,
- Fig. 5 ein Oberwerkzeug, das in einem Werkzeughalter fixiert ist,
- Fig. 6 zwei Unterwerkzeuge, die in einem Werkzeughalter fixiert sind,
- Fig. 7 einen möglichen Verfahrensablauf in Art eines Fließdiagramms,
- Fig. 8 eine schematische Darstellung einer Biegepresse mit Steuerleitungen und Fahrwegen, und
- Fig. 9 eine schematische Darstellung einer Verknüpfung der Sensoreinrichtung mit einer Bedienerschnittstelle der Biegepresse.

Fig. 1 zeigt eine Biegepresse 1 zum Biegen von Werkstücken, mit einem Oberwerkzeug 2 (Stempel) und einem Unterwerkzeug 3 (Matrize), einem Werkzeughalter 4, in dem das Oberwerkzeug 2 eingesetzt ist, und einem Werkzeughalter 5, in dem das Unterwerkzeug 3 eingesetzt ist. Die Länge der Werkzeughalter 4, 5 entlang der Z-Achse, d. h. parallel zur Biegelinie, ist so gross, dass mehrere Ober- und Unterwerkzeuge 2, 3 nebeneinander im Werkzeughalter 4, 5 eingesetzt und fixiert werden können. Dieser Fall ist in Fig. 6 dargestellt, wo zwei Unterwerkzeuge 3 im Werkzeughalter 5 sitzen.

Das Oberwerkzeug 2 und das Unterwerkzeug 3 sind in verschiedenen Positionen innerhalb des jeweiligen Werkzeughalters 4, 5 fixierbar. D. h. die Werkzeuge können relativ zum jeweiligen Werkzeughalter in Richtung der Z-Achse unterschiedlich angeordnet werden.

Die Biegepresse 1 weist zumindest einen Anschlag 6 zur Positionierung des Werkstückes 14 (Fig. 2) innerhalb der Biegepresse 1 auf, wobei der Anschlag 6 mittels eines durch eine Steuereinrichtung 13 (in Fig. 8 dargestellt) angesteuerten Antriebes 9 relativ zu den Werkzeugen 2, 3 verfahrbar ist. Diese Verfahrbarkeit bezieht sich insbesondere auf eine Verfahrbarkeit entlang der Z-Achse, jedoch ist

auch eine Verfahrbarkeit in andere – insbesondere dazu senkrechte – Raumrichtungen denkbar. Das Ausführungsbeispiel aus Fig. 1 zeigt zwei Anschläge 6, die unabhängig voneinander verfahrbar sind.

Wie aus der Seitenansicht der Fig. 2 erkennbar handelt es sich beim vorliegenden Ausführungsbeispiel um einen Hinteranschlag, d. h. einen Anschlag, der von der Bedienerseite der Biegepresse 1 aus gesehen hinter den Werkzeugen 2, 3 angeordnet ist. Der Anschlag 6 dient dazu, ein Werkstück 14, z. B. ein zu biegendes Blech, relativ zu den Werkzeugen 2, 3 zu positionieren. Der Hinteranschlag ist parallel zur Biegelinie (entlang der Z-Achse) verfahrbar. Die Sensoreinrichtung 8 ist an dem Hinteranschlag angeordnet und zusammen mit dem Hinteranschlag parallel zur Biegelinie verfahrbar.

In einer alternativen Ausführungsform könnte die Sensoreinrichtung 8 unabhängig, z. B. in einer eigenen Halterung sitzend, vom Hinteranschlag verfahrbar sein. Bevorzugt ist die Sensoreinrichtung jedoch im Bereich des Hinteranschlages angeordnet.

Der Anschlag 6 umfasst in der dargestellten Ausführungsform Anschlagfinger 7, die zusätzlich bewegbar sind. Neben den Anschlagfingern 7 befindet sich eine auf berührungslosem Messprinzip beruhende Sensoreinrichtung 8, insbesondere in Form einer Kamera. Die Sensoreinrichtung 8 ist zur berührungslosen Erfassung der Position des Oberwerkzeuges 2 und Unterwerkzeuges 3 innerhalb der Biegepresse 1 ausgebildet. Der Anschlag 6 ist in den Fig. 3 und 4 im Detail erkennbar.

In der hier beschriebenen Ausführungsform erfasst die Sensoreinrichtung 8 die Position der Werkzeuge 2, 3 in Richtung entlang der Z-Achse, d. h. entlang der Biegelinie. Diese Messung kann dadurch erfolgen, dass die Position eines Werkzeuges 2, 3 relativ zur jeweiligen Werkzeughalterung 4, 5, in der das Werkzeug 2, 3 fixiert ist, erfasst wird.

Fig. 8 zeigt in schematischer Darstellung die Funktionszusammenhänge in einer erfindungsgemässen Biegepresse 1, die auch eine Steuereinrichtung 13 zur Steuerung der Biegepresse 1 umfasst. Die Steuereinrichtung 13 steuert insbesondere den Antrieb 12 für das Oberwerkzeug 2 und somit den eigentlichen Pressvorgang. Eine weitere Steuerleitung verbindet die Steuereinrichtung 13 mit dem Antrieb 9 für den Anschlag 6. Die Sensoreinrichtung 8 ist ebenfalls mit der Steuereinrichtung 13 verbunden,

Die Steuereinrichtung 13 ist nun ausgebildet, um in Abhängigkeit der mit der Sensoreinrichtung 8 erfassten Position des Oberwerkzeuges 2 und des Unterwerkzeuges 3 den Bewegungsvorgang, mit dem der zumindest eine Anschlag 6 relativ zu den Werkzeugen 2, 3 positioniert wird, anzupassen.

Als Beispiel sind zwei mögliche Positionen von Oberwerkzeug 2 und Unterwerkzeug 3 dargestellt, eine davon gestrichelt. Für die erste Position (durchgezogene Linie) wird in Abhängigkeit der Position ein Fahrweg z_1 berechnet, um den Anschlag 6 in Bezug auf die Werkzeuge 2, 3 auszurichten. Dabei muss der Anschlag 6 nicht unbedingt – wie dargestellt – hinter das Werkzeug zu liegen kommen, sondern es sind auch andere Positionen relativ zum Werkzeug je nach Biegeplan denkbar.

Für die zweite Position (gestrichelte Linie) wird in Abhängigkeit der Position ein Fahrweg z_2 berechnet, um den Anschlag 6 in Bezug auf die Werkzeuge auszurichten. Durch dieses Prinzip werden die Fahrkoordinaten des Anschlages 6 an die jeweilige Position des Werkzeuges angepasst, sodass ein entsprechender Biegevorgang gemäss Biegeplan durchgeführt werden kann. Das Anpassen bzw. die Anpassung des Bewegungsvorganges kann sich selbstverständlich auch auf die Bewegungen der Anschlagfinger 7 beziehen.

Auch können – wie in Fig. 6 angedeutet – mehrere Werkzeuge in einer Werkzeughalterung sitzen, wodurch mehrere Biegelinienabschnitte definiert werden. Die damit zusammenhängenden Biegungen können gleichzeitig oder nacheinander auf das Werkstück übertragen werden. In jedem Fall werden die Fahrkoordinaten des Anschlages 6 automatisch angepasst.

Das Verfahren zum Biegen eines Werkstückes mit einer Biegepresse 1 kann nun folgende Schritte umfassen, die im Fließdiagramm der Fig. 7 dargestellt sind:

Schritt 20: Bestücken der Biegepresse mit zumindest einem Oberwerkzeug und/oder zumindest einem Unterwerkzeug, das/die innerhalb des jeweiligen Werkzeughalters fixiert wird/werden.

Schritt 21: Erfassen der Position des Oberwerkzeuges 2 und/oder Unterwerkzeuges 3, die in den jeweiligen Werkzeughaltern 4, 5 fixiert sind, innerhalb der Biegepresse 1 mittels der Sensoreinrichtung 8. Beispielsweise kann vor und/oder während des Schrittes 21 die Sensoreinrichtung 8 parallel zur Biegelinie (d. h. entlang der Z-Achse) verfahren werden.

Schritt 22: Anpassen des Bewegungsvorganges, mit dem der zumindest eine Anschlag 6 relativ zu den Werkzeugen 2, 3 positioniert wird, in Abhängigkeit der mit der Sensoreinrichtung 8 erfassten Position des Oberwerkzeuges 2 und/oder Unterwerkzeuges 3. Dieser Schritt kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass ein Fahrweg z_1 , z_2 des Anschlages 6 parallel zur Biegelinie (d. h. entlang der Z-Achse) berechnet wird.

Schritt 23: Positionieren des zumindest einen Anschlages 6 entsprechend dem angepassten Bewegungsvorgang durch Verfahren des Anschlages 6 mittels eines durch die Steuereinrichtung 13 angesteuerten Antriebes 9 relativ zu den Werkzeugen 2, 3.

Schritt 24: Durchführen eines Biegevorganges durch relatives Verfahren von Oberwerkzeug 2 und/oder Unterwerkzeug 3.

Schritt 25: Austauschen und/oder Hinzufügen von Ober- und/oder Unterwerkzeugen sowie deren Fixierung in dem jeweiligen Werkzeughalter.

Anschliessend kann eine Wiederholung der Schritte 21 bis 25 erfolgen.

Bevorzugt werden die Position des Oberwerkzeuges 2 und die Position des auf derselben Höhe angeordneten Unterwerkzeuges 3 gleichzeitig erfasst. Dazu kann die Sensoreinrichtung 8 in eine Stellung verfahrbar sein, in der der Erfassungsbereich der Sensoreinrichtung 8 sowohl das Oberwerkzeug 2 als auch das Unterwerkzeug 3 zumindest teilweise umfasst.

Die Fig. 5 und 6 zeigen bevorzugte Varianten der Erfindung, bei der auf die jeweilige Werkzeughalterung 4, 5 ein Massstab 10 aufgebracht ist. Alternativ oder zusätzlich könnte auch auf das Oberwerkzeug 2 und/oder das Unterwerkzeug 3 ein Massstab aufgebracht sein.

Das Erfassen oder die Erfassung der Position des Oberwerkzeuges 2 und/oder Unterwerkzeuges 3 kann in dieser Ausführungsform mit Hilfe dieses Massstabes 10 erfolgen. Dazu werden Bildaufnahmen der als Kamera ausgebildeten Sensoreinrichtung 8 im Hinblick auf die Relativposition des Werkzeuges in Bezug zum Massstab ausgewertet (z. B. durch Einsatz entsprechender Bilderkennungssoftware). Wie aus den Fig. 5 und 6 ersichtlich, erstreckt sich die Massstabseinteilung parallel zur Biegelinie.

Bevorzugt erfolgt das Erfassen der Position des Oberwerkzeuges 2 und/oder Unterwerkzeuges 3 durch eine Konturerkennung des Werkzeuges 2, 3 mit entsprechenden Bildverarbeitungsprogrammen.

In einer bevorzugten Variante ist auf das Oberwerkzeug 2 und das Unterwerkzeug 3 ein zweidimensionaler Code 11, insbesondere ein Datamatrix-Code (aus einer Anordnung von schwarzen und weissen Rechtecken innerhalb eines Feldes), aufgebracht. Der Code 11 enthält Informationen über das verwendete Werkzeug 2, 3, insbesondere über Art und Dimensionen des Werkzeuges 2, 3.

Vorteilhaft ist an der Vorderseite als auch an der Rückseite eines Werkzeuges 2, 3 jeweils ein Code 11 aufgebracht. Somit kann das Werkzeug 2, 3 auch spiegelverkehrt in einen Werkzeughalter 4, 5 eingesetzt und einfach von der Sensoreinrichtung 8 erkannt werden.

In dieser Ausführungsform kann ein Auslesen der Code-Informationen ebenfalls mittels der Sensoreinrichtung 8 erfolgen. Es kann in weiterer Folge geprüft werden, ob ein Werkzeug vorgegebenen Spezifikationen entspricht oder mit dem Biegeplan kompatibel ist.

Fig. 9 zeigt eine Ausführungsform, bei der die Sensoreinrichtung 8 zwei berührungslose Sensoren mit unterschiedlichen räumlichen Erfassungsbereichen umfasst. Die Sensoren sind hier optische Sensoren, insbesondere Kameras. Die Kameras bilden unterschiedliche Bereiche entlang der Biegelinie Z (auch Z-Achse genannt) ab. Die Erfassungsbereiche der Sensoren können dabei überlappen.

Des Weiteren ist aus Fig. 9 zu sehen, dass die Biegepresse eine Bedienerschnittstelle 27 umfasst (hier in Form eines Bildschirmes), die mit der Steuereinrichtung 13 bzw. der Sensoreinrichtung 8 verbunden ist. Dabei sind Sensordaten der Sensoreinrichtung 8 und/oder aus den Sensordaten abgeleitete Daten an der Bedienerschnittstelle 27 darstellbar. Diese Daten können im Betrieb automatisch an der Bedienerschnittstelle 27 ausgegeben werden.

Die Sensoreinrichtung 8 kann auch nur einen Sensor bzw. Kamera umfassen. Insbesondere können die mit der Kamera aufgenommenen Bilder bzw. Bildfolgen an der Bedienerschnittstelle 27 angezeigt werden.

In einem bevorzugten Verfahren kann an der Bedienerschnittstelle 27 angezeigt werden, wenn die mit der Sensoreinrichtung 8 erfasste Position des

Oberwerkzeuges 2 und/oder Unterwerkzeuges 3 nicht korrekt ist, insbesondere wenn die Werkzeuge 2, 3 nicht miteinander fluchten. Aufgrund dieser Information, die auch bereits Korrekturwerte enthalten kann, wird es dem Bediener ermöglicht auf einfache Weise die Position der Werkzeuge 2, 3 zu korrigieren.

Die Erfindung ist nicht auf die beschriebene Ausführungsformen und die darin hervorgehobenen Aspekte beschränkt. Vielmehr ist innerhalb des Erfindungsgedankens eine Vielzahl von Abwandlungen möglich, die im Rahmen fachmännischen Handelns liegen. Ebenso ist es möglich, durch Kombination der genannten Mittel und Merkmale weitere Ausführungsvarianten zu realisieren, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

- 1 Biegepresse
- 2 Oberwerkzeug
- 3 Unterwerkzeug
- 4 Werkzeughalter für Oberwerkzeug 2
- 5 Werkzeughalter für Unterwerkzeug 3
- 6 Anschlag
- 7 Anschlagfinger
- 8 Sensoreinrichtung
- 9 Antrieb für Anschlag 9
- 10 Massstab
- 11 Code
- 12 Antrieb für Oberwerkzeug 2
- 13 Steuereinrichtung
- 14 Werkstück
- 20-26 Verfahrensschritte
- 27 Bedienerschnittstelle
- Z Biegelinie

Patentansprüche

1. Biegepresse (1), insbesondere Abkantpresse, zum Biegen von Werkstücken (14), mit
 - einem Oberwerkzeug (2) und einem Unterwerkzeug (3),
 - einem Werkzeughalter (4), in dem das Oberwerkzeug (2) eingesetzt ist, und einem Werkzeughalter (5), in dem das Unterwerkzeug (3) eingesetzt ist, wobei das Oberwerkzeug (2) und das Unterwerkzeug (3) in verschiedenen Positionen innerhalb des jeweiligen Werkzeughalters (4, 5) fixierbar sind,
 - einer Steuereinrichtung (13) zur Steuerung der Biegepresse (1),
 - einer Sensoreinrichtung (8), die mit der Steuereinrichtung (13) verbunden ist,
 - zumindest einem Anschlag (6) zur Positionierung des Werkstückes innerhalb der Biegepresse (1), wobei der Anschlag (6) mittels eines durch die Steuereinrichtung (13) angesteuerten Antriebes (9) relativ zu den Werkzeugen (2, 3) verfahrbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**
die Sensoreinrichtung (8) zur berührungslosen Erfassung der Position und/oder der Art des Oberwerkzeuges (2) und Unterwerkzeuges (3) innerhalb der Biegepresse (1) ausgebildet ist,
und die Steuereinrichtung (13) ausgebildet ist, um in Abhängigkeit der mit der Sensoreinrichtung (8) erfassten Position und/oder Art des Oberwerkzeuges (2) und des Unterwerkzeuges (3) den Bewegungsvorgang, mit dem der zumindest eine Anschlag (6) relativ zu den Werkzeugen (2, 3) positioniert wird, anzupassen.
2. Biegepresse nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zumindest eine Anschlag (6) zur Positionierung des Werkstückes ein Hinteranschlag ist, der parallel zur Biegelinie verfahrbar ist, und dass die Sensoreinrichtung (8) im Bereich des Hinteranschlages angeordnet ist.
3. Biegepresse nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinrichtung (8) an dem Anschlag (6) angeordnet ist und zusammen mit dem Anschlag (6) vorzugsweise parallel zur Biegelinie verfahrbar ist.

4. Biegepresse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinrichtung (8) in eine Stellung verfahrbar ist, in der der Erfassungsbereich der Sensoreinrichtung (8) sowohl das Oberwerkzeug (2) als auch das Unterwerkzeug (3) zumindest teilweise umfasst.
5. Biegepresse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinrichtung (8) eine Kamera ist.
6. Biegepresse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf das Oberwerkzeug (2) und/oder das Unterwerkzeug (3) und/oder die jeweilige Werkzeughalterung (4, 5) ein Massstab (10) oder eine Positionsmarkierung aufgebracht ist.
7. Biegepresse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf das Oberwerkzeug (2) und/oder das Unterwerkzeug (3) ein zweidimensionaler Code (11), insbesondere ein Datamatrix-Code, aufgebracht ist, wobei vorzugsweise der Code (11) Informationen über das verwendete Werkzeug (2, 3) enthält, insbesondere über Art und Dimensionen des Werkzeuges (2, 3).
8. Verfahren zum Biegen eines Werkstückes (14) mit einer Biegepresse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** die Schritte:
 - Erfassen der Position und/oder der Art des Oberwerkzeuges (2) und/oder Unterwerkzeuges (3), die in den jeweiligen Werkzeughaltern (4, 5) fixiert sind, innerhalb der Biegepresse (1) mittels der Sensoreinrichtung (8),
 - Anpassen des Bewegungsvorganges, mit dem der zumindest eine Anschlag (6) relativ zu den Werkzeugen (2, 3) positioniert wird, in Abhängigkeit der mit der Sensoreinrichtung (8) erfassten Position und/oder Art des Oberwerkzeuges (2) und/oder Unterwerkzeuges (3),
 - Positionieren des zumindest einen Anschlages (6) entsprechend dem angepassten Bewegungsvorgang durch Verstellen des Anschlages (6) mittels eines durch die Steuereinrichtung (13) angesteuerten Antriebes (9) relativ zu den Werkzeugen (2, 3),
 - Durchführen eines Biegevorganges durch relatives Verfahren von Oberwerkzeug (2) und/oder Unterwerkzeug (3).

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Schrittes des Erfassens der Position und/oder der Art des Oberwerkzeuges (2) und/oder Unterwerkzeuges (3) dessen/deren Position relativ zur jeweiligen Werkzeughalterung (4, 5), in der das Werkzeug (2, 3) fixiert ist, erfasst wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Schrittes des Anpassens des Bewegungsvorganges ein Verfahrensweg (z_1 , z_2) des Anschlages (6) parallel zur Biegelinie berechnet wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor und/oder während des Schrittes des Erfassens der Position und/oder der Art des Oberwerkzeuges (2) und/oder Unterwerkzeuges (3), die Sensoreinrichtung (8) parallel zur Biegelinie verfahren wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Position und/oder die Art des Oberwerkzeuges (2) und die Position und/oder die Art des Unterwerkzeuges (3) gleichzeitig erfasst werden.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Erfassen der Position des Oberwerkzeuges (2) und/oder Unterwerkzeuges (3) mit Hilfe eines/einer auf das Oberwerkzeug (2) und/oder das Unterwerkzeug (3) und/oder die jeweilige Werkzeughalterung (4, 5) aufgetragenen Massstabes (10) oder Positionsmarkierung erfolgt.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Erfassen der Position und/oder Erkennen der Art des Oberwerkzeuges (2) und/oder Unterwerkzeuges (3) durch eine Konturerkennung des Werkzeuges (2, 3) erfolgt.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren einen Schritt des Auslesens von Informationen von einem auf das Oberwerkzeug (2) und/oder das Unterwerkzeug (3) aufgetragenen zweidimensionalen Codes (11), insbesondere eines Datamatrix-Code, umfasst.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** an einer Bedienerschnittstelle (27) angezeigt wird, wenn die mit der Sensoreinrichtung (8) erfasste Position des Oberwerkzeuges (2) und/oder Unterwerkzeuges (3) nicht korrekt ist, insbesondere wenn die Werkzeuge (2, 3) nicht miteinander fluchten.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**,
dass der Biegevorgang oder der Einrichtevorgang abgebrochen wird, wenn die mit der Sensoreinrichtung (8) erfasste Position und/oder Art des Oberwerkzeuges (2) und/oder Unterwerkzeuges (3) nicht korrekt ist.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**,
dass das Verfahren eine Kalibrierung der Position des Anschlages (6) umfasst, wobei vorzugsweise die Kalibrierung mittels einer vorzugsweise optischen Positionsmarke erfolgt, die an einem Bauteil der Biegepresse (1) oder an einem Referenzwerkzeug angebracht ist.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**,
dass das zu biegende Werkstück (14) mit einem auslesbaren Code versehen ist, in dem eine Referenz auf ein zugehöriges Biegeprogramm enthalten ist, und dass nach dem Auslesen des Codes vorzugsweise mit der Sensoreinrichtung (8) das dazugehörige Biegeprogramm automatisch in der Steuereinrichtung (13) geladen und/oder abgearbeitet wird.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die Sensoreinrichtung (8) zumindest eine Kamera umfasst und die mit der Kamera aufgenommenen Bilder bzw. Bildfolgen an einer Bedienerschnittstelle (27) angezeigt werden.

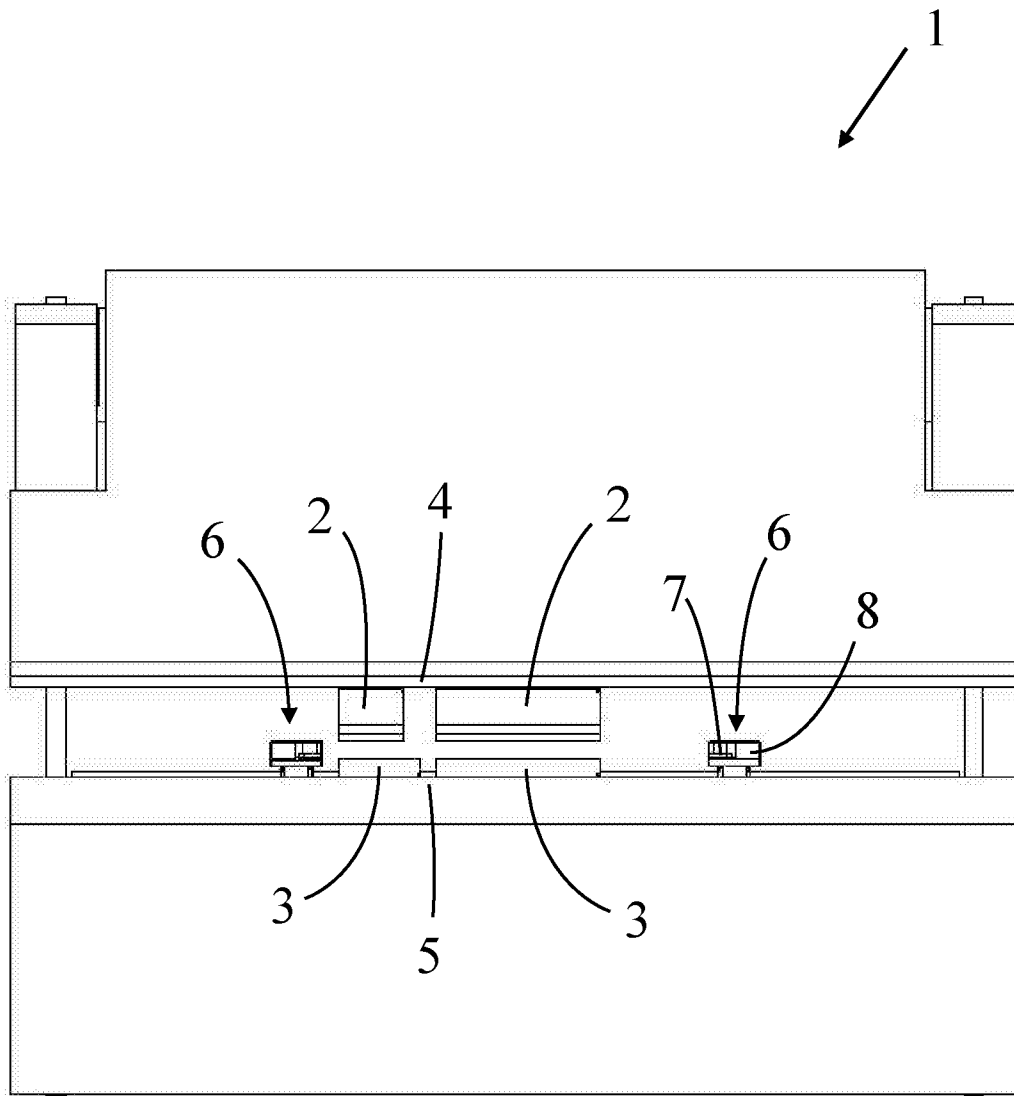


Fig. 1

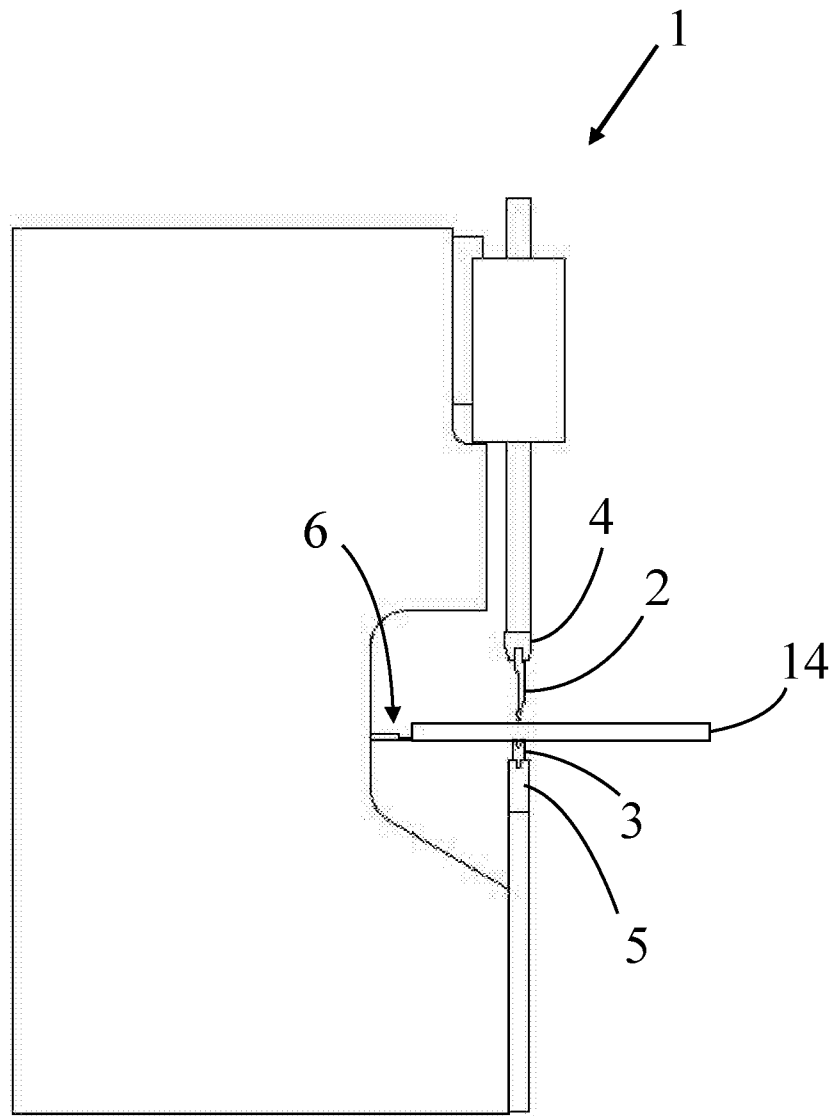


Fig. 2

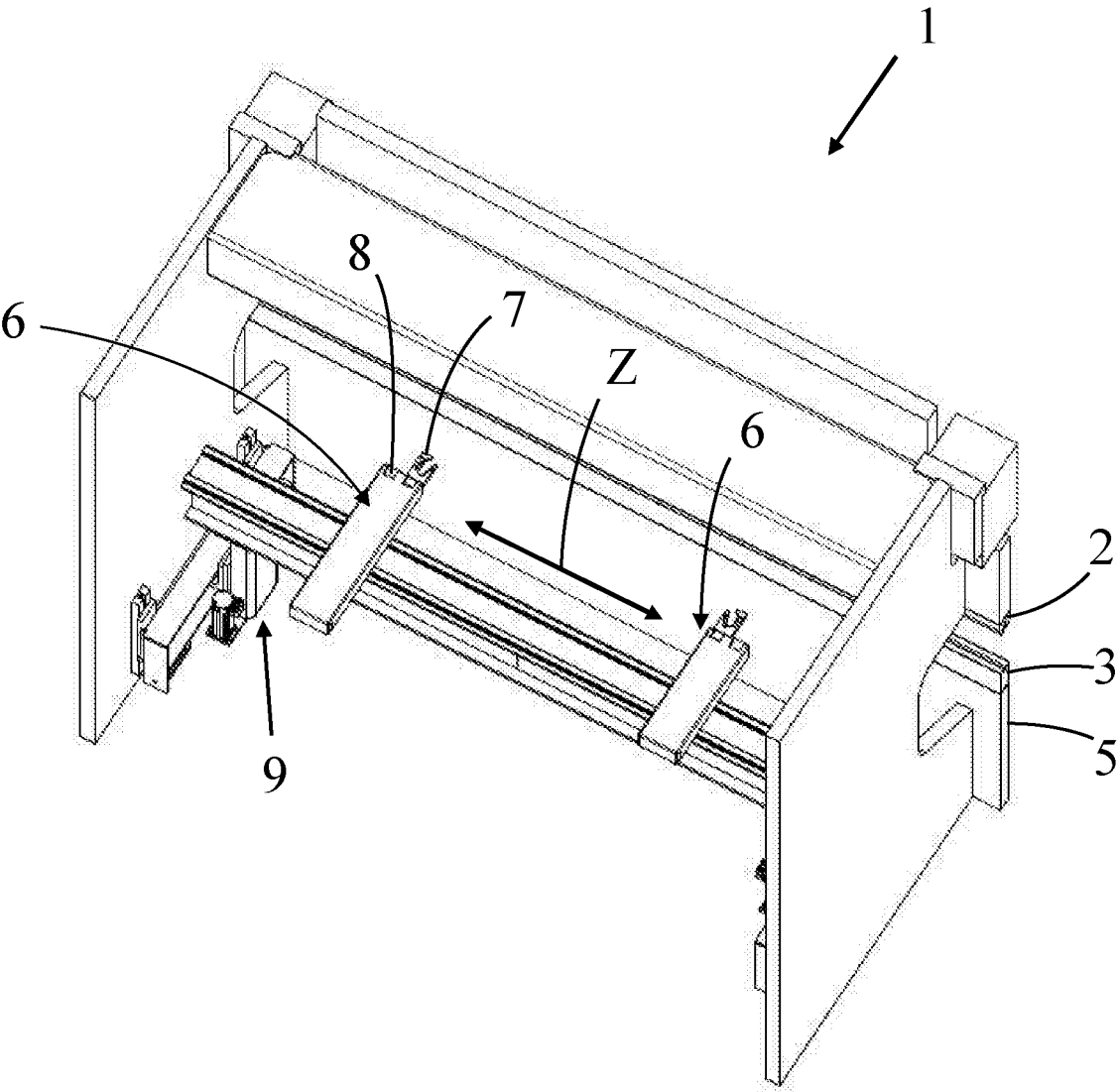


Fig. 3

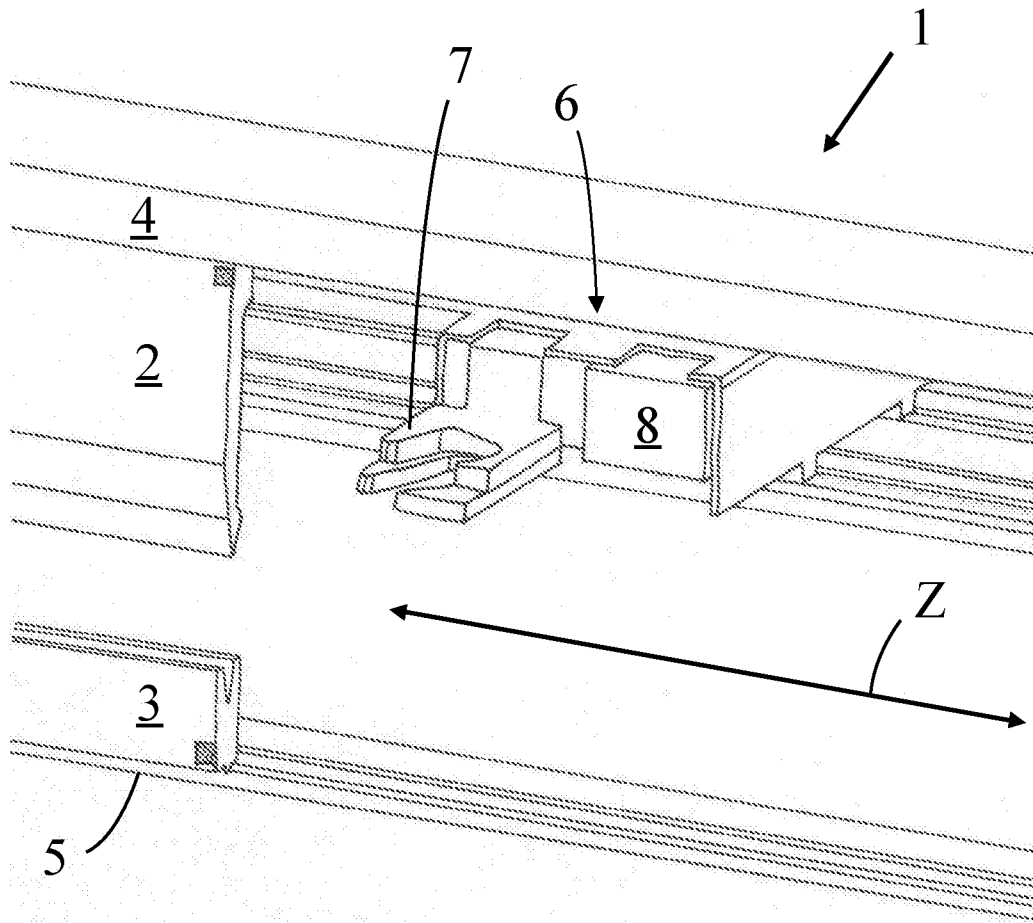


Fig. 4

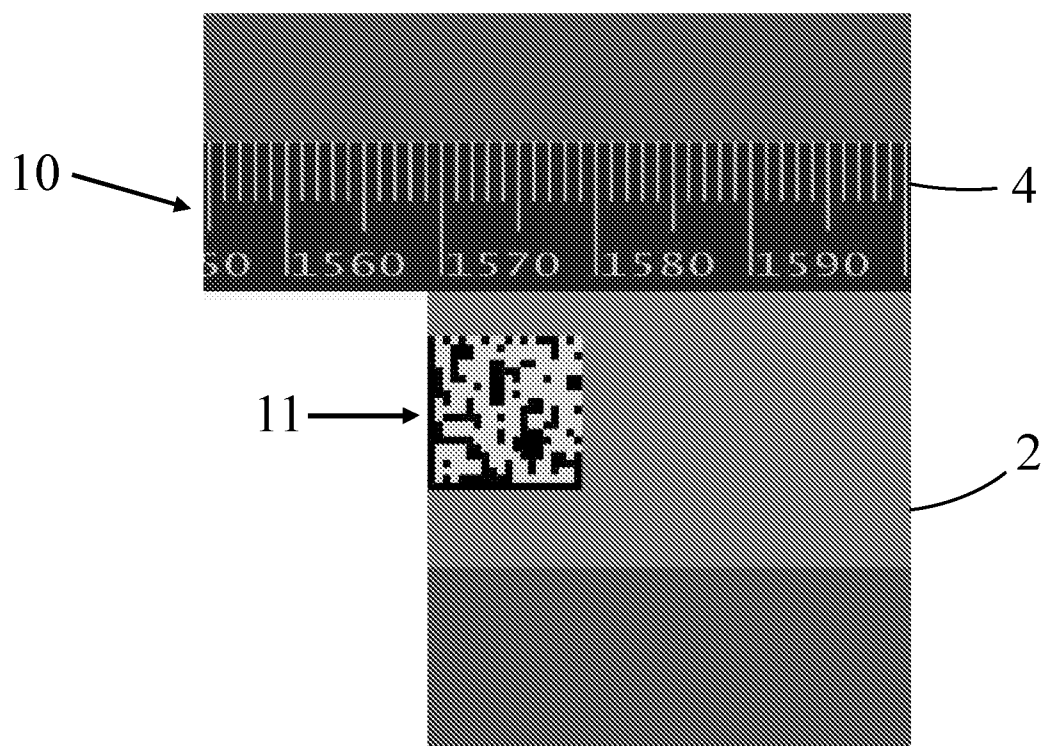


Fig. 5

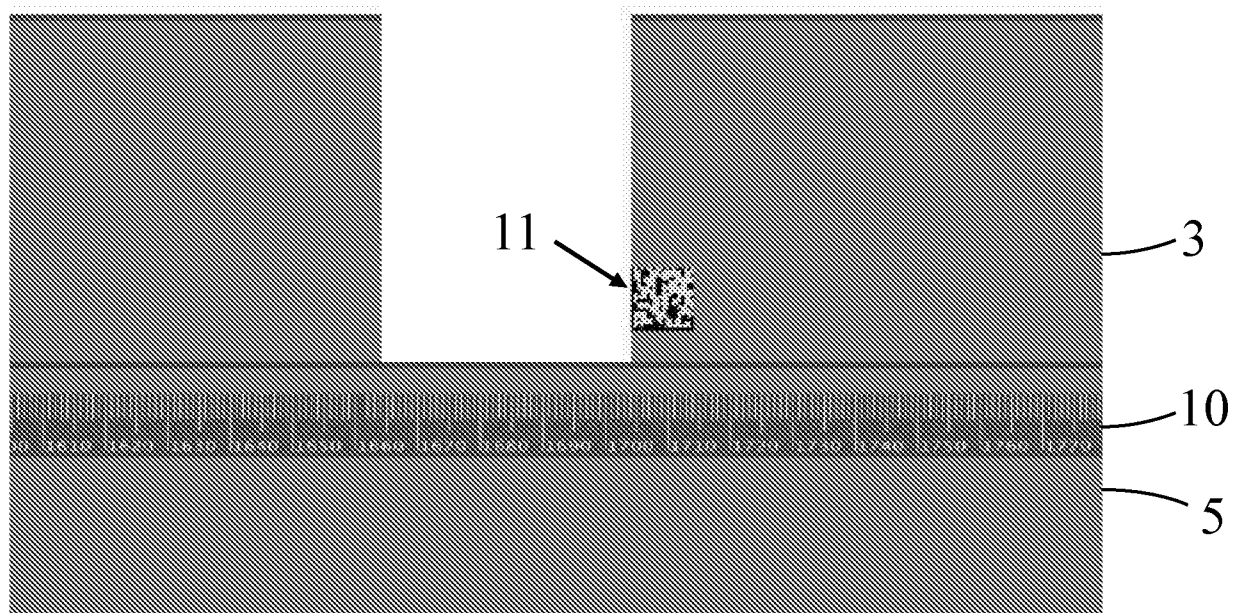


Fig. 6

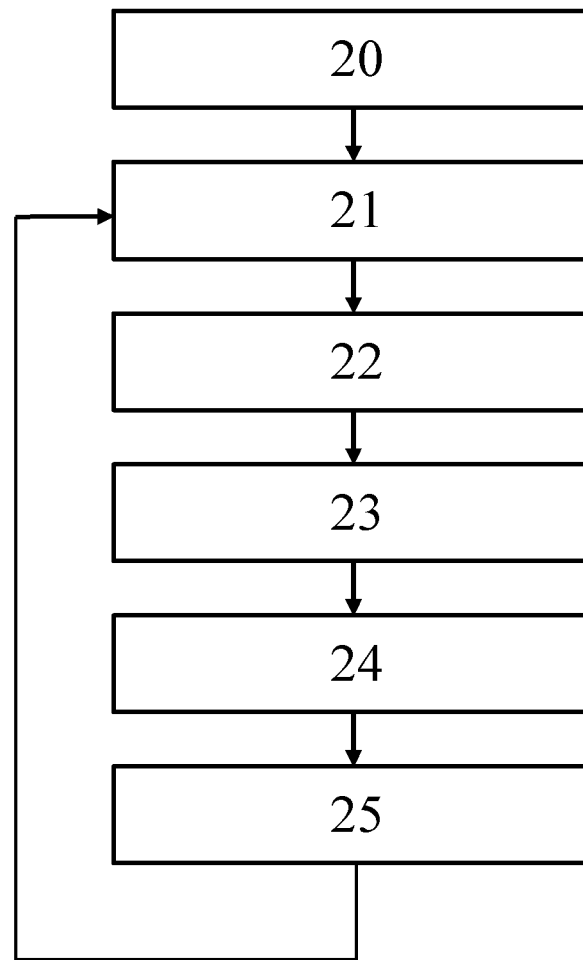


Fig. 7

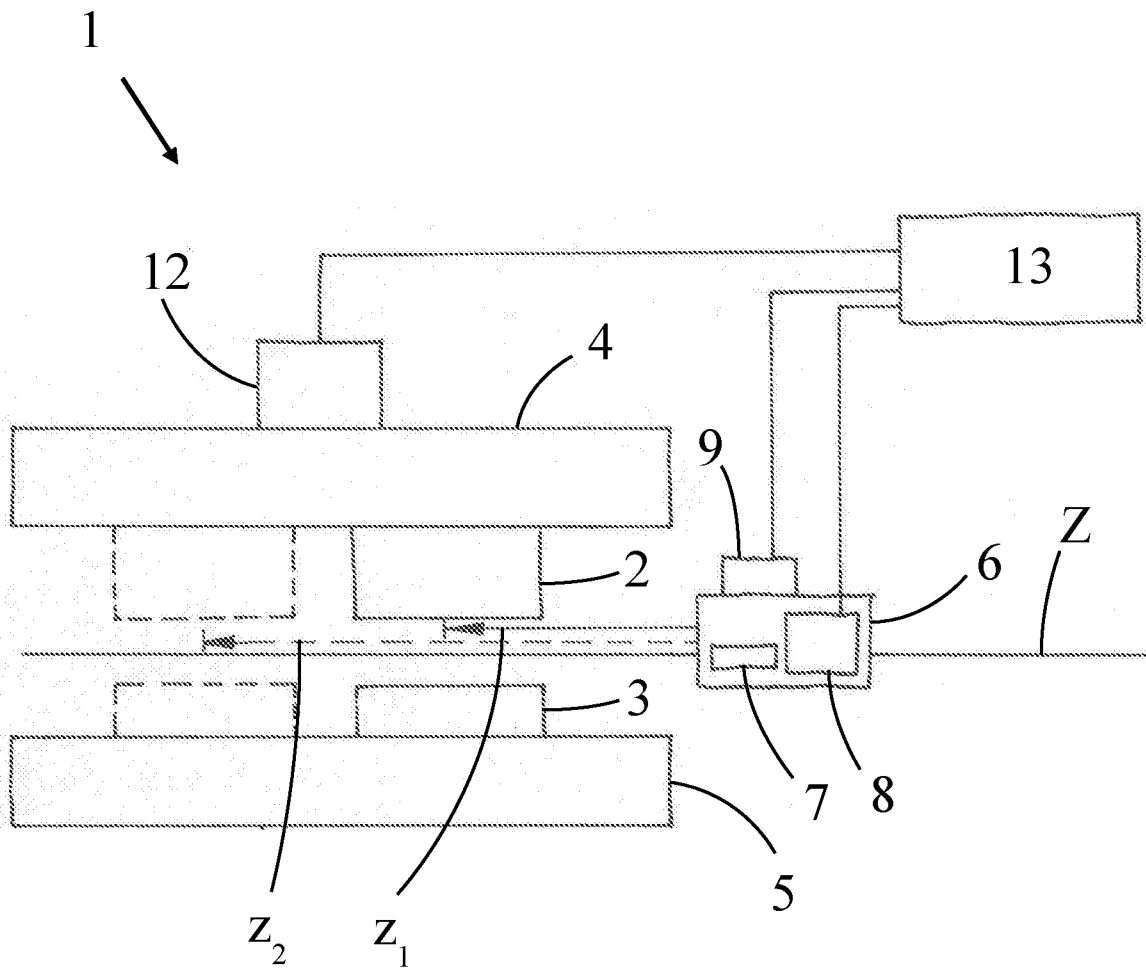


Fig. 8

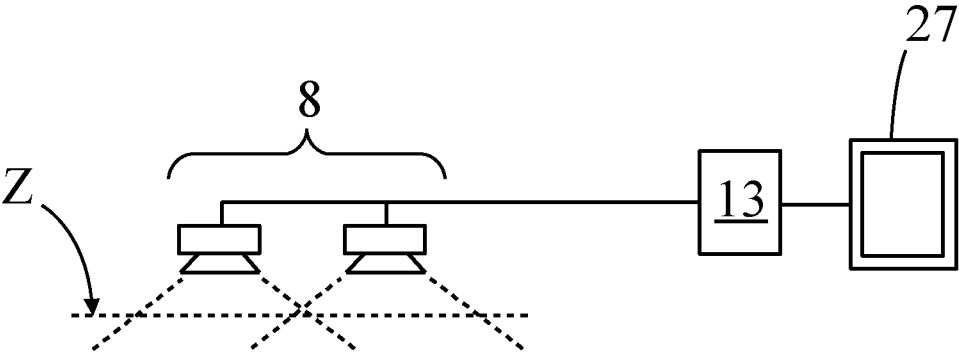


Fig. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2014/063707

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B21D5/00 B21D5/02
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B21D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EP0-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2012/103565 A1 (TRUMPF MASCHINEN AUSTRIA GMBH [AT]; HASELBOECK ALFRED [AT]) 9 August 2012 (2012-08-09) cited in the application page 5, line 6 - page 6, line 17; claims 1,4,12,16; figure 1	1-20
A	WO 2012/016252 A1 (TRUMPF MASCHINEN AUSTRIA GMBH [AT]; FISCHEREDER BERNHARD [AT]; REITER) 9 February 2012 (2012-02-09) page 2, line 1 - line 4; claim 1	1,8
A	DE 44 42 381 A1 (ISING GERD [DE]) 30 May 1996 (1996-05-30) cited in the application abstract; claims	1,8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 January 2015

Date of mailing of the international search report

21/01/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pieracci, Andrea

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2014/063707

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2012103565	A1	09-08-2012	AT 510409 A4 15-04-2012
			EP 2670543 A1 11-12-2013
			JP 2014504555 A 24-02-2014
			US 2013327104 A1 12-12-2013
			WO 2012103565 A1 09-08-2012

WO 2012016252	A1	09-02-2012	AT 509857 A4 15-12-2011
			CN 103124602 A 29-05-2013
			DK 2600992 T3 13-10-2014
			EP 2600992 A1 12-06-2013
			ES 2511654 T3 23-10-2014
			US 2013160508 A1 27-06-2013
			WO 2012016252 A1 09-02-2012

DE 4442381	A1	30-05-1996	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/IB2014/063707

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B21D5/00 B21D5/02
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B21D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EP0-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2012/103565 A1 (TRUMPF MASCHINEN AUSTRIA GMBH [AT]; HASELBOECK ALFRED [AT]) 9. August 2012 (2012-08-09) in der Anmeldung erwähnt Seite 5, Zeile 6 - Seite 6, Zeile 17; Ansprüche 1,4,12,16; Abbildung 1 -----	1-20
A	WO 2012/016252 A1 (TRUMPF MASCHINEN AUSTRIA GMBH [AT]; FISCHEREDER BERNHARD [AT]; REITER) 9. Februar 2012 (2012-02-09) Seite 2, Zeile 1 - Zeile 4; Anspruch 1 -----	1,8
A	DE 44 42 381 A1 (ISING GERD [DE]) 30. Mai 1996 (1996-05-30) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Ansprüche -----	1,8

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. Januar 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/01/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Pieracci, Andrea

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/IB2014/063707

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 2012103565	A1	09-08-2012	AT	510409 A4	15-04-2012
			EP	2670543 A1	11-12-2013
			JP	2014504555 A	24-02-2014
			US	2013327104 A1	12-12-2013
			WO	2012103565 A1	09-08-2012

WO 2012016252	A1	09-02-2012	AT	509857 A4	15-12-2011
			CN	103124602 A	29-05-2013
			DK	2600992 T3	13-10-2014
			EP	2600992 A1	12-06-2013
			ES	2511654 T3	23-10-2014
			US	2013160508 A1	27-06-2013
			WO	2012016252 A1	09-02-2012

DE 4442381	A1	30-05-1996	KEINE		
