



(10) **AT 518895 A4 2018-02-15**

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50783/2016 (51) Int. Cl.: **B21D 5/02** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 02.09.2016 **B23Q 17/24** (2006.01)
(43) Veröffentlicht am: 15.02.2018

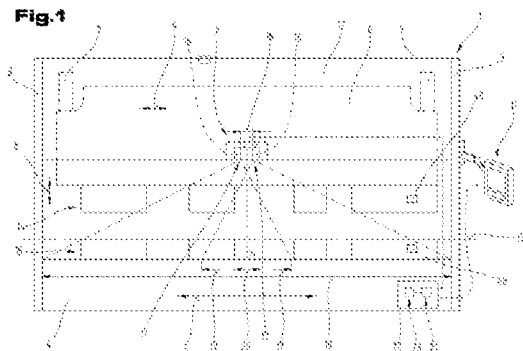
(56) Entgegenhaltungen:
WO 03035294 A1
JP 2004202506 A
JP 2005021978 A
JP 2006061958 A

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

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

(54) **Biegemaschine mit einer Arbeitsbereich-Bilderfassungsvorrichtung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Biegemaschine (1) mit einer Arbeitsbereich- Bilderfassungsvorrichtung (2). Eine Längserstreckung (5) und die Bewegungsrichtung (8) des Pressbalkens (6) spannen eine Arbeitsebene (32) auf, welche einen vorderen Arbeits- und Manipulationsraum (33) und einen davon abgegrenzten, und insbesondere abgeschlossenen, hinteren Maschinenraum (34) festlegt. Im Arbeits- und Manipulationsraum (33) und oberhalb des Maschinentisches (4), ist in einem Mittenabschnitt der Längserstreckung (9) des Pressbalkens eine Bilderfassungsvorrichtung (2) angeordnet, welche mit einem Anzeigemittel (11) verbunden ist, welches zur Darstellung des erfassten Abbilds des Erfassungsbereichs (10) ausgebildet ist, Die Bilderfassungsvorrichtung (2) in einer Pressbalken-Verkleidung (12) angeordnet ist, und weist zwei Bilderfassungsmittel (16) auf, wobei jedes Bilderfassungsmittel (16) einen Teilabschnitt (19) in Richtung des Maschinentisches (4) erfasst.



AT 518895 A4 2018-02-15

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Biegemaschine (1) mit einer Arbeitsbereich-Bilderfassungsvorrichtung (2). Eine Längserstreckung (5) und die Bewegungsrichtung (8) des Pressbalkens (6) spannen eine Arbeitsebene (32) auf, welche einen vorderen Arbeits- und Manipulationsraum (33) und einen davon abgegrenzten, und insbesondere abgeschlossenen, hinteren Maschinenraum (34) festlegt. Im Arbeits- und Manipulationsraum (33) und oberhalb des Maschinentisches (4), ist in einem Mittenabschnitt der Längserstreckung (9) des Pressbalkens eine Bilderfassungsvorrichtung (2) angeordnet, welche mit einem Anzeigemittel (11) verbunden ist, welches zur Darstellung des erfassten Abbilds des Erfassungsbereichs (10) ausgebildet ist. Die Bilderfassungsvorrichtung (2) in einer Pressbalken-Verkleidung (12) angeordnet ist, und weist zwei Bilderfassungsmittel (16) auf, wobei jedes Bilderfassungsmittel (16) einen Teilabschnitt (19) in Richtung des Maschinentisches (4) erfasst.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft eine Biegemaschine mit einer Arbeitsbereich-Bilderfassungsvorrichtung.

Der Arbeits- bzw. Sichtbereich eines Maschinenbedieners einer Biegemaschine, im Speziellen einer Freibiegemaschine, wird konstruktionsbedingt vom Maschinentisch und vor allem vom Pressbalken dominiert. Insbesondere schränkt der Pressbalken, mit den darin angeordneten Biegewerkzeugen, den Blick in das Maschineninnere, wo sich die Hinteranschlagsvorrichtung mit den Anschlagfingern befindet, zumeist stark ein. Ferner ist es üblich, am Pressbalken mehrere unterschiedliche Arten von Biegewerkzeugen anzuordnen, um somit längs des Pressbalkens unterschiedliche Biegeumformungen durchführen zu können. Dazu muss der Maschinenbediener das umzuformende Werkstück in der richtigen Reihenfolge und jeweils korrekt ausgerichtet, den Biegewerkzeugen zuführen.

Wird eine Biegemaschine zur Serienproduktion einer größeren Stückzahl gleich zu bearbeitender Werkstücke verwendet, ist der Maschinenbediener mit den einzelnen Arbeitsschritten bereits gut vertraut und wird somit die Bedienhandlungen, insbesondere das korrekt ausgerichtete Zuführen des Werkstücks, zuverlässig ausführen. Bei kleineren in Serie zu fertigenden Stückzahlen, insbesondere bei einer Stückzahl die gegen eins geht, fehlt einem Maschinenbediener die nötige Routine, was die Gefahr birgt, dass insbesondere bei komplexen Biegeteilen, ein Werkstück fehlerhaft gebogen wird. Da ein Maschinenbediener teilweise beinahe gleichzeitig, verschiedenste Aktionen koordinieren und überwachen muss, insbesondere eine korrekte Ausrichtung an der richtigen Biegestation und ein korrektes Anliegen des Werkstücks am Hinteranschlag, wird dadurch ein unnötiger hoher Stresspegel hervorgerufen. Da insbesondere der Hinteranschlag aufgrund kon-

struktureller Gegebenheiten der Biegemaschine zumeist nicht direkt einsehbar ist, muss sich der Maschinenbediener bücken, um beim Einlegen des Werkstücks das Anliegen am Hinteranschlag prüfen zu können, was neben einer körperlichen Mehrbelastung, aufgrund der scharfkantigen metallischen Blechteile ein Verletzungsrisiko birgt.

Vom Maschinenbediener werden bei der bestimmungsgemäßen Bedienung einer Biegemaschine Kontroll- und Überwachungsaufgaben gefordert, die eine weitestgehend zeitgleiche Aufmerksamkeit an teilweise räumlich weit voneinander distanzierten Orten erforderlich macht. Gleichzeitig ist es erforderlich, dass teilweise komplexe Ausrichtvorgänge des umzuformenden Werkstücks beachtet werden.

Beispielsweise offenbart die EP 2 590 040 B1 eine Biegemaschine, bei der am Pressbalken zwei Kameras angeordnet sind, welche den vorderen Arbeitsbereich der Biegemaschine erfassen, insbesondere ein eingelegtes umzuformendes Werkstück, und wobei nach Ermitteln der Ausrichtung des Werkstücks, von einem Projektor eine Ausrichtinformation auf das Werkstück projiziert wird. Die beiden Kameras sind dabei in den Endbereichen des Pressbalkens und vor dem Pressbalken angeordnet. Im Hinblick auf die optische Abbildungsqualität hat eine seitliche Anordnung der Kameras den Nachteil, dass der Abstand zwischen der Kamera und dem zu erfassenden Abschnitt groß ist, wodurch sich das relative Auflösungsvermögen der Kamera reduziert. Durch Verwendung von Teleoptiken ließe sich dieses Problem weitestgehend eliminieren, allerdings können dann Abschnitte in den Randbereichen der Biegemaschine nicht mehr erfasst werden. Zoom-Optiken sind aufgrund der erforderlichen Feinmechanik, im Hinblick auf die Lebensdauer und das Betriebsumfeld, kaum geeignet. Eine Anordnung von Elementen wie einer Kamera bzw. eines Projektors vor dem Pressbalken hat jedoch noch einen weiteren entscheidenden Nachteil, dass für derart angeordnete Objekte ein großes Beschädigungsrisiko besteht. Blechteile werden oftmals mittels eines Haltenkrans zur Biegemaschine zugeführt, was leicht zu Beschädigungen von vor dem Pressbalken angeordneten Vorrichtungen führen kann. Auch kann das sich aufbiegende Blech am Pressbalken anschlagen und dort angebrachte Vorrichtungen beschädigen.

Aus der DE 10 2008 014 869 A1 ist eine Plattenaufteilungsanlage bekannt, bei der ein längserstreckter Arbeitsbereich von einer Kamera erfasst wird und eine Auswertinformation von einem Laserprojektor auf Werkstücke projiziert wird, die sich längs der Vorrichtung bewegen. Wie aus dem Dokument erkennbar, muss von der Kamera ein großer Bereich erfasst werden, was hohe Anforderungen an das optische System bzw. die Auflösung der Kamera stellt. Insbesondere sind hierzu Weitwinkelobjektive erforderlich, welche bekanntlicherweise deutliche Bildverzerrungen aufweisen, insbesondere in den Randbereichen. Die Kamera ist über dem Bearbeitungsweg angeordnet, da hier mit keinen Beeinträchtigungen durch Manipulations- bzw. Biegeumformungen zu rechnen ist.

Aus der JP 5856860 B2 ist eine Blech-Einleghilfe bekannt, bei der eine Kamera im Maschinenraum auf den Hinteranschlag und das eingelegte Blech gerichtet ist. Im erfassten Abbild wird eine Blechkante oder ein markanter Punkt des Bleches ermittelt und mit einer Sollposition verglichen. Bei einer Abweichung wird von einem Projektor eine Markierung auf das Blech projiziert, auf die das Blech in Bezug zum Hinteranschlag ausgerichtet werden muss. Die Kamera und der Projektor sind an einer Vorrichtung angebracht, welche parallel zum Pressbalken bewegbar ist. Aus dem Stand der Technik sind Vorrichtungen bekannt, bei denen Kameras derart an einer Biegemaschine angeordnet sind, dass aufgrund dieser Anordnung die optischen Gegebenheiten für die Kameras nachteilig sind. Insbesondere zeigt der Stand der Technik jedoch Anordnungspositionen, die sich im direkten Gefährdungsbereich vor einer Biegemaschine befinden.

Aus dem Stand der Technik ist jedoch nicht bekannt, den gesamten Arbeitsbereich einer Biegemaschine, insbesondere den Arbeitsbereich vor der Biegemaschine zu erfassen, wobei das Bilderfassungsmittel vor Beschädigungen aufgrund von Manipulationsarbeiten bei der Zustellung bzw. Entnahme des Werkstücks und vor Beschädigungen während des Biegevorgangs geschützt angeordnet sein ist.

Die Aufgabe der Erfindung besteht also darin, den Arbeitsbereich einer Biegemaschine zu erfassen, wobei eine hohe Detailauflösung erreicht wird und gleichzeitig im bestimmungsgemäßen Betrieb, ein sehr guter Schutz der Bilderfassungsvor-

richtungen gegeben ist, ohne den Arbeitsbereich der Biegemaschine einzuschränken.

Die Aufgabe der Erfindung wird gelöst durch eine Biegemaschine mit einer Arbeitsbereich-Bilderfassungsvorrichtung. Die Biegemaschine weist einen Maschinenrahmen, einen längserstreckten, feststehenden Maschinentisch und einen längserstreckten Pressbalken auf, wobei der Pressbalken im Maschinenrahmen geführt und von einem Antriebsmittel relativ zu diesem beweglich aufgenommen ist. Ferner weist der Maschinenrahmen zwei Seitenteile auf, welche in Richtung der Längserstreckung des Maschinentisches durch eine Maschinenbreite voneinander distanziert sind. Die Längserstreckung und die Bewegungsrichtung des Pressbalkens spannen eine Arbeitsebene auf, wobei die Arbeitsebene einen vorderen Arbeits- und Manipulationsraum und einen davon abgegrenzten, und insbesondere abgeschlossenen, hinteren Maschinenraum festlegt. Im Arbeits- und Manipulationsraum oberhalb des Maschinentisches, in einem Mittenabschnitt der Längserstreckung des Pressbalkens ist eine Bilderfassungsvorrichtung angeordnet, wobei ein Erfassungsbereich der Bilderfassungsvorrichtung in Richtung des Maschinentisches ausgerichtet ist. Die Bilderfassungsvorrichtung ist mit einem Anzeigemittel verbunden, welches zur Darstellung des erfassten Abbilds des Erfassungsbereichs ausgebildet ist. Die Bilderfassungsvorrichtung ist in einer Pressbalken-Verkleidung angeordnet und weist zwei Bilderfassungsmittel auf, wobei jedes Bilderfassungsmittel einen Teilabschnitt in Richtung des Maschinentisches erfasst.

Der besondere Vorteil dieser Ausführung liegt darin, dass einerseits die Bilderfassungsvorrichtung in einem Bereich vor der Maschine angeordnet ist, in dem die Gefahr einer Beschädigung durch Manipulationsarbeiten mit dem Werkstück bzw. durch den Biegevorgang weitestgehend reduziert ist. Andererseits ist in dieser Anordnungsposition eine gute Sicht auf den Arbeitsbereich gegeben, insbesondere auf den Maschinentisch, mit dem eingelegten umzuformenden Blech und/oder auf die eingesetzten Unterwerkzeuge, sowie auf die im Pressbalken eingesetzten Oberwerkzeuge. Diese freie Sicht schränkt insbesondere keineswegs den Blech-Manipulationsraum bzw. den nutzbaren Raum für das sich aufbiegende Blech ein.

Durch die Ausführung mit zwei Kameras wird ferner erreicht, dass damit auch Maschinenteile mit einer großen Längserstreckung erfasst werden können.

Eine Weiterbildung besteht darin, dass das Bilderfassungsmittel durch eine 2D-Kamera gebildet ist, bspw. durch CCD-Kameras mit einer Auflösung von zumindest 3Mpx. Bevorzugt weist die Kamera eine Auflösung von 5Mpx auf. Somit können auch breite Biegemaschinen, mit einer Längserstreckung des Maschinenteiles größer 1m, vom Erfassungsbereich abgedeckt und in ausreichend guter Ortsauflösung erfasst werden. Das erforderliche Auflösungsvermögen wird im Wesentlichen von der Ortsauflösung bestimmt, nach der ein Pixel einem realen Bereich mit einer Abmessung kleiner 1mm entsprechen muss.

Eine Weiterbildung besteht auch darin, dass das Bilderfassungsmittel durch einen Laser-Scanner gebildet ist. Im Gegensatz zu einer 2D-Kamera, welche den gesamten Bildbereich mit der kameraspezifischen Auflösung erfasst, kann mit einem Scanner der zu erfassende Bereich genau gewählt werden und kann insbesondere auch ein vom Rechteckformat abweichendes Format aufweisen. Ein eingelegtes Blech weist zumeist einen merkbaren Unterschied im Reflexionsgrad gegenüber der Umgebung auf. Daher kann mittels eines Scansvorgangs, der auf der Ermittlung eines Unterschieds in der Intensität des reflektierten Scan-Strahls basiert, sehr schnell auch die äußere Form des Bleches ermittelt werden. Auch lassen sich bspw. sequentiell mehrere Bereiche entlang der Längserstreckung erfassen, ggf. auch mit unterschiedlicher bzw. variierender Auflösung.

Eine Weiterbildung besteht darin, dass die beiden Teilabschnitte einen ersten Überlappungsbereich bilden, der einen gemeinsamen Abschnitt des Erfassungsbereichs abdeckt. Dieser Bereich ist bevorzugt im mittleren Bereich des Maschinenteiles vorgesehen und gewährleistet, dass trotz der Zweiteilung des Erfassungsbereichs, der gesamte Erfassungsbereich durchgehend erfasst wird.

Eine Ausbildung besteht auch darin, dass das Verhältnis von Normalabstand zwischen der Bilderfassungsvorrichtung und der Längserstreckung des Maschinenteiles kleiner 1 beträgt, insbesondere im Bereich von 1 bis 0.25. Aufgrund üblicher

Ausführungsformen von Biegemaschinen und im Hinblick auf die Gewährleistung bzw. Erreichung des gegenständlichen Erfassungsbereichs, ist der Normalabstand zwischen Maschinentisch und Bilderfassungsvorrichtung limitiert. Gemäß der gegenständlichen Ausführung kann die Bilderfassungsvorrichtung auch für breite, insbesondere sehr breite (bis ca. 6m), Biegemaschinen verwendet werden.

Eine Weiterbildung besteht darin, dass der Normalabstand zwischen der Bilderfassungsvorrichtung und Maschinentisch 60cm bis 150cm beträgt. Im Hinblick auf eine gute Ortsauflösung der Bilderfassungsvorrichtung bzw. der einzelnen Bilderfassungsmittel ist diese Ausbildung von Vorteil, da dadurch die Anforderungen an das physikalische Auflösungsvermögen der einzelnen Bilderfassungsmittel reduziert sind. Insbesondere sind keine ultra-hochauflösenden Bilderfassungsmittel erforderlich. Dies gilt auch für die verwendeten Optiken – es wird mit Standard (consumer) Optiken das Auslangen gefunden.

Eine Weiterbildung besteht auch darin, dass die optischen Zentren der beiden Bilderfassungsmittel, im Vergleich zur Längserstreckung des Maschinentisches, übereinstimmen, insbesondere mit einer Distanz zueinander von weniger als 10cm angeordnet sind. Aufgrund mechanisch-konstruktiver Gegebenheiten ist eine übereinstimmende Anordnung der optischen Zentren beider Bilderfassungsmittel nur mit sehr aufwändigen Sonderlösungen machbar. Der Vorteil der anspruchsgemäßen Weiterbildung liegt nun insbesondere darin, dass mit einfachen Standardkomponenten, die Bilderfassung des gesamten Erfassungsbereichs möglich ist. Im Vergleich zur Längserstreckung des Erfassungsbereichs, welche im Meter-Bereich liegt, bspw. 1-6m, kann eine Anordnung in einem Abstand von 10cm als übereinstimmende Anordnung angesehen werden. Die sich daraus ergebenden Darstellungsfehler können gegenüber der Längserstreckung des gesamten Erfassungsbereichs vernachlässigt werden.

Eine weitere Ausführung besteht auch darin, dass der Öffnungswinkel eines Bilderfassungsmittels, parallel zur Arbeitsebene, zumindest 60° beträgt, insbesondere 66° . Diese Weiterbildung hat den Vorteil, dass dieser Erfassungsbereich mit üblichen, gut verfügbaren und insbesondere kostengünstigen Optiken erfassbar ist. Diese Optiken weisen zumeist nur geringe Verzeichnungsfehler auf, wodurch

eine aufwändige Bildkorrektur entfällt. Unter der Ausrichtung parallel zur Arbeitsebene wird verstanden, dass die von den Schenkeln des Winkels aufgespannte Fläche parallel zur Arbeitsebene ausgerichtet ist.

Eine Weiterbildung besteht auch darin, dass eine optische Achse des Bilderfassungsmittels in Richtung parallel zur Arbeitsebene, um einen Verschwenkwinkel gegenüber der Normalen vom Bilderfassungsmittel auf den Maschinentisch verschwenkt sind. Somit ist jedes Bilderfassungsmittel nicht genau nach unten gerichtet, wodurch im Erfassungsbereich zwei Abschnitte bestehen, die jeweils nur von einem Bilderfassungsmittel erfasst werden und ein Überlappungsabschnitt, der von beiden Bilderfassungsmitteln erfasst wird.

Nach einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass der Verschwenkwinkel beider Bilderfassungsmittel gleich ist, und 20° bis 30° beträgt, insbesondere 25° . Gemäß dieser Ausbildung wird von den Bilderfassungsmitteln der Erfassungsbereich symmetrisch bezüglich der Position der Bilderfassungsvorrichtung erfasst. Bevorzugt wird die Bilderfassungsvorrichtung in der Mitte der Längserstreckung des Pressbalkens angeordnet sein.

Nach einer Weiterbildung ist jedoch auch vorgesehen, dass der Verschwenkwinkel beider Bilderfassungsmittel ungleich ist, und 20° bis 30° und 40° bis 30° beträgt, insbesondere 25° und 35° . Nach dieser Weiterbildung wird von den Bilderfassungsmitteln der Erfassungsbereich asymmetrisch bezüglich der Position der Bilderfassungsvorrichtung erfasst. Bevorzugt wird die Bilderfassungsvorrichtung im Mittenabschnitt, jedoch außerhalb der Mitte der Längserstreckung des Pressbalkens angeordnet sein. Die gegensinnigen Bereichsangaben für den Verschwenkwinkel ergeben sich aus der asymmetrischen Aufteilung und dem Fakt, dass der gesamte Erfassungsbereich abgedeckt werden muss.

Eine Weiterbildung besteht auch darin, dass ein Bildsynthesemodul vorhanden ist, mit dem die Kameras der vorderen Bilderfassungsvorrichtung verbunden sind, und welches Bildsynthesemodul zur Erzeugung eines vorderen Gesamtbilds des vorderseitigen Arbeits- und Manipulationsraums ausgebildet ist. Das Bildsynthesemodul kann in der zwangsläufig erforderlichen Maschinensteuerung vorhanden

sein, es ist jedoch auch möglich, dass dieses Modul als eigenständiges Bildverarbeitungsmodul vorgesehen ist. Das Bildsynthesemodul weist bevorzugt eine für die Bildverarbeitung bzw. Bildbearbeitung optimierte Datenverarbeitungseinrichtung auf und ist insbesondere zur Überlagerung bzw. zur Verschmelzung der beiden Einzelbilder der Bilderfassungsmittel zu einem Gesamtbild ausgebildet.

Eine Weiterbildung besteht auch darin, dass auch im Maschinenraum oberhalb des Maschinentisches, in einem Mittenabschnitt der Längserstreckung des Pressbalkens, eine weitere Bilderfassungsvorrichtung angeordnet ist, welche zumindest zwei weitere Bilderfassungsmittel aufweist, welche bevorzugt als Kameras ausgebildet sind und dass die Kameras in Richtung eines, im Maschinenraum vorhandenen Hinteranschlags ausgerichtet sind. Aufgrund konstruktiver Gegebenheiten der Biegemaschine hat ein Maschinenbediener zumeist keine direkte Sicht in den Maschinenraum. Mit dieser Weiterbildung wird nun gewährleistet, dass auch dieser nicht unmittelbar einsehbare Bereich, dem Maschinenbediener am Anzeigemittel dargestellt wird.

Eine weitere Ausbildung besteht auch darin, dass ein Bildsynthesemodul vorhanden ist, mit dem die Kameras der hinteren weiteren Bilderfassungsvorrichtung verbunden sind, und welches Bildsynthesemodul zur Erzeugung eines hinteren Gesamtbilds des hinteren Maschinenraums ausgebildet ist. Die zuvor für das vordere Gesamtbild beschriebenen Eigenschaften sind sinngemäß auf diese Ausbildung umzulegen.

Eine vorteilhafte Weiterbildung besteht darin, dass das Bildsynthesemodul zur Erzeugung eines Gesamtbilds des vorderen Arbeits- und Manipulationsraums und des hinteren Maschinenraums ausgebildet ist. Damit kann den Maschinenbediener ein Abbild des Bereichs vor der Biegemaschine und gleichzeitig auch ein Abbild des Bereichs im Inneren der Biegemaschine, am Anzeigemittel dargestellt werden.

Nach einer weiteren Ausführung ist vorgesehen, dass ein Bildanalysemodul vorhanden ist, welches mit dem Bildsynthesemodul verbunden ist, und welches Bildanalysemodul zur Erkennung einer Struktur eines zu bearbeitenden Bleches aus-

gebildet ist. Damit lässt sich erreichen, dass ein im Erfassungsbereich angeordnetes Werkstück erkannt wird, insbesondere, dass eine äußere Kontur des Bleches erkannt wird. Das Bildanalysemodul kann bspw. mittels einer Kontrastanalyse und/oder einer Reflexionsanalyse das erfasste Abbild analysieren und so das eingelegte Blech erkennen. Besonders vorteilhaft ist, wenn Kanten und/oder markante Strukturen des eingelegten Bleches erkannt werden, da sich somit eine Prüfung auf ein korrektes Einlegen durchführen lässt.

Die Aufgabe der Erfindung wird auch durch Verfahren zur Darstellung eines Gesamtbilds eines längserstreckten Arbeitsbereichs einer Biegemaschine gelöst, welches Verfahren auf einer gegenständlichen Biegemaschine ausgeführt wird. Dabei wird von der im Arbeits- und Manipulationsraum angeordneten Bilderfassungsvorrichtung ein Bereich entlang des Maschinentisches als vorderer Aufnahmebereich erfasst und als Live-Bild auf einem Anzeigemittel dargestellt. Von der ersten Kamera der Bilderfassungsvorrichtung wird ein erster Abschnitt als erstes Teilbild und von der zweiten Kamera der Bilderfassungsvorrichtung ein zweiter Abschnitt als zweites Teilbild längs des vorderen Aufnahmebereichs erfasst. Der erste und zweite Abschnitt des vorderen Aufnahmebereichs werden in einem Teilabschnitt überlappend erfasst, was einen ersten Überlappungsbereich bildet. Vom Bildsynthesemodul wird eine Bildausrichtung und Bildskalierung des ersten und zweiten Teilbilds durchgeführt. Ferner wird vom Bildsynthesemodul im ersten Überlappungsbereich eine Bildsynthese des ersten und zweiten Teilbilds durchgeführt und das Live-Bild gebildet.

Um die erfassten Bilder der beiden Kameras zu einem Gesamtbild zusammenfügen zu können besteht die Möglichkeit, die Bilder ohne inhaltliche Verarbeitung aneinander zu fügen, was jedoch mit Nachteilen verbunden ist. Dazu ist es insbesondere erforderlich, dass die beiden Kameras sehr exakt zueinander ausgerichtet angeordnet und justiert sind, und diese Ausrichtung trotz der Erschütterungen im bestimmungsgemäßen Betrieb der Biegepresse aufrecht bleiben muss.

Mit der gegenständlichen Ausführung ist gewährleistet, dass im Überlappungsbereich von beiden Kameras ein gemeinsamer Bereich des vorderen Aufnahmebereichs erfasst wird. Nach einer Ausrichtung und Skalierung der Teilbilder, zum

Ausgleich eventueller Ungenauigkeiten der Kameraausrichtung und einer Entzerrung und ggf. einer Belichtungsanpassung, werden die Teilbilder im Überlagerungsbereich zusammengeführt – bspw. mittels einer Verlaufsfunktion. Im synthetisierten Gesamtbild ist der Ursprung aus zwei Teilbildern weitestgehend nicht mehr zu erkennen.

Nach einer weiteren Ausführung ist vorgesehen, dass von der im Maschinenraum angeordneten weiteren Bilderfassungsvorrichtung ein Bereich entlang des Maschinentisches als hinterer Aufnahmebereich erfasst und als Live-Bild auf einem Anzeigemittel dargestellt wird. Dabei wird von der ersten Kamera der weiteren Bilderfassungsvorrichtung ein erster Abschnitt als drittes Teilbild und von der zweiten Kamera der weiteren Bilderfassungsvorrichtung ein zweiter Abschnitt als viertes Teilbild längs des hinteren Aufnahmebereichs erfasst. Der erste und zweite Abschnitt des hinteren Aufnahmebereichs werden in einem Teilabschnitt überlappend erfasst, was einen zweiten Überlappungsbereich bildet. Vom Bildsynthesemodul wird eine Bildausrichtung und Bildskalierung des dritten und vierten Teilbilds durchgeführt. Im zweiten Überlappungsbereich wird eine Bildsynthese des dritten und vierten Teilbilds durchgeführt und das Live-Bild gebildet wird.

Die Beschreibung der vorherigen Ausführungsvariante ist sinngemäß auf die anspruchsgemäße Ausführung umzulegen.

Eine Weiterbildung sieht ferner vor, dass der vordere und der hintere Aufnahmebereich überlappend erfasst wird und einen dritten Überlappungsbereich bildet, und im dritten Überlappungsbereich eine Bildsynthese aller vier Teilbilder durchgeführt, und das Live-Bild gebildet wird. Diese Weiterbildung hat den Vorteil, dass aus den einzelnen Teilbildern ein einziges Gesamtbild erzeugt und dem Maschinenbediener am Anzeigemittel dargestellt wird. Der Maschinenbediener erhält somit eine Gesamtdarstellung des Bereichs vor der Biegemaschine und des zumeist nicht direkt einsehbaren Maschineninnenraums.

Von Vorteil ist auch eine Weiterbildung, nach der vom Bildsynthesemodul ein hinterlegtes Referenzbild des Werkstücks im Live-Bild am Anzeigemittel dargestellt wird. Somit steht dem Maschinenbediener eine Darstellung der korrekten Ausrich-

tung des Werkstücks zur Verfügung. Das hinterlegte Referenzbild kann insbesondere sowohl die korrekte Ausrichtung des Werkstücks, als auch die korrekte Position in Bezug zu den Biegewerkzeugen (Ober- bzw. Unterwerkzeug) umfassen.

Nach einer weiteren Ausführung ist vorgesehen, dass vom Bildanalysemodul mittels einer Musteranalyse im Live-Bild die Ausrichtung eines zu bearbeitenden Werkstücks erkannt wird und durch Vergleich mit einem hinterlegten Referenzbild des Werkstücks, eine Transformationsinformation gebildet und im Live-Bild am Anzeigemittel dargestellt wird.

Bevorzugt wird das Bildanalysemodul, wie auch das Bildsynthesemodul, in der Maschinensteuerung der Biegemaschine integriert angeordnet sein, oder auch als eigenständiges Modul vorgesehen sein. Es ist auch möglich, dass die Maschinensteuerung eine Datenverbindung zu einem Produktionsplanungssystem hat. Referenzbilder können nun im eigenständigen Modul, in der Maschinensteuerung oder auch im Produktionsplanungssystem hinterlegt sein. Unter einem Referenzbild wird eine Darstellung des zu bearbeitenden Werkstücks verstanden, dies können auch CAD-Konstruktionsdaten sein. Bevorzugt wird das Referenzbild dem erfassten Live-Bild überlagert, um so dem Maschinenbediener eine visuelle Rückmeldung über die korrekte Einlageposition geben zu können.

Die Transformationsinformation kann bspw. durch, im Live-Bild hervorgehobene Kanten gebildet sein, sodass der Maschinenbediener erkennen kann, wie das Werkstück auszurichten ist. Es ist jedoch auch möglich, dass die Transformationsinformation Richtungspfeile bzw. Bewegungsanweisungen umfasst.

Eine Weiterbildung kann auch darin bestehen, dass die Transformationsinformation als Animation erzeugt wird. Beispielsweise kann vom einem VR-Modul aus der aktuellen und der korrekten Soll-Ausrichtung die Transformation durch Bewegungsspuren, oder durch eine bewegte Darstellung des Werkstücks zur Erreichung der korrekten Ausrichtung gebildet sein.

Eine Weiterbildung besteht auch darin, dass vom Bildanalysemodul über eine Datenverbindung auf ein, in einem Produktionsplanungssystem hinterlegtes Referenz-

renzbild des Werkstücks zugegriffen wird, Somit besteht die Möglichkeit, direkt auf aktuellste Konstruktions- bzw. Fertigungsdaten zugreifen zu können.

Von Vorteil ist auch eine Weiterbildung, nach der vom Bildanalysemodul mittels einer Musteranalyse im Live-Bild eine Kennung eines im Pressbalken und/oder im Maschinentisch angeordneten Biegewerkzeugs ausgelesen und ausgewertet wird. Mit dieser Weiterbildung ist eine Prüfung möglich, ob der korrekte Werkzeugsatz gerüstet ist, bzw. ob das Werkstück für den nächsten Bearbeitungsschritt an der richtigen Position läng des Pressbalkens angeordnet ist.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen betreffen Weiterbildungen des Anzeigemittels. Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass das Anzeigemittel durch einen Flachbildschirm gebildet ist, welcher am Pressbalken angeordnet ist, insbesondere an der Vorderseite. Aufgrund der geringen Tiefe und des geringen Gewichts, kann ein Flachbildschirm leicht im Sichtbereich des Bedieners angebracht werden. Auch erreicht ein Flachbildschirm eine Helligkeit des dargestellten Bildes, dass dieses auch bei Tageslicht in einer Produktionshalle gut zu erkennen ist. Diese Ausführungsform schließt ausdrücklich eine Variante mit ein, bei der das Anzeigemittel auch durch mehr als einen Flachbildschirm gebildet ist. Abhängig von der Maschinenbreite sind Ausführungen denkbar, bei denen entlang des Pressbalkens, mehrere Flachbildschirme angeordnet sind und insgesamt das Anzeigemittel bilden.

Eine weitere vorteilhafte Ausführung besteht auch darin, dass der der Flachbildschirm in einer Montagevorrichtung angeordnet ist, welche Montagevorrichtung eine Positionierung des Flachbildschirms entlang der Längserstreckung des Pressbalkens ermöglicht. Eine Biegepresse weist zumeist eine große Längserstreckung auf, sodass eine zentrale Positionierung der Anzeige nur für Biegearbeiten im Mittenbereich der Biegepresse vorteilhaft ist. Mit dieser Weiterbildung kann der Flachbildschirm entlang der Biegepresse bewegt werden und insbesondere im unmittelbaren Nahbereich der durchzuführenden Biegeumformung positioniert werden. Eine weitere Ausführung kann auch darin bestehen, dass die Positionierung mittels eines Stellmittels erfolgt, sodass vom Maschinenbediener keine Hand-

lung erforderlich ist. Die Anzeige wird dann von der Maschinensteuerung an den Ort der jeweils nächsten Biegeumformung bewegt.

Unter Flachbildschirm wird bevorzugt eine aktive, selbstleuchtende Anzeige verstanden, bspw. ein TFT-Display oder ein OLED-Display. Es können jedoch auch passive Anzeigen verwendet werden, bspw. ein ePaper-Display. Dieses hat den Vorteil, dass auch bei sehr hellem Umgebungslicht, ein Ablesen problemlos möglich 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 Überblicksdarstellung der Biegemaschine mit einer Arbeitsbereich-Bilderfassungsvorrichtung gemäß einer Ausführungsvariante;
- Fig. 2 a) und b) die geometrische Situation der Bilderfassung gemäß zwei möglicher Ausführungsvarianten;
- Fig. 3 eine Draufsicht auf die Biegemaschine mit einer weiteren Ausführung einer Bilderfassungsvorrichtung;
- Fig. 4 die Bildung eines Gesamtabbilds aus erfassten Teilbildern;
- Fig. 5 eine weitere mögliche Ausführungsform mit einer Einblendung einer Transformationsinformation.

Fig. 1 zeigt eine Ausführung der gegenständlichen Biegemaschine 1 mit einer Arbeitsbereich-Bilderfassungsvorrichtung 2. Die Biegemaschine 1 weist einen Maschinenrahmen auf, welcher zwei Seitenteile 3 umfasst, wobei zwischen diesen Seitenteilen 3 der längserstreckte Maschinentisch 4 angeordnet ist, und wobei die Längserstreckung 5 des Maschinentisches 4 eine Maschinenbreite definiert. Im Maschinenrahmen ist ferner ein Pressbalken 6 geführt angeordnet, und wird von einem Antriebsmittel 7 relativ zum Maschinenrahmen bewegt und führt insbesondere beim nach unten fahren die Biegeumformung durch. Die Bewegungsrichtung

8 des Pressbalkens 6 und dessen, zur Längserstreckung 5 des Maschinentisches 4 parallele Längserstreckung 9, spannen eine Arbeitsebene auf. Die Arbeitsebene legt einen vor der Biegemaschine 1 befindlichen Arbeits- und Manipulationsraum und einen, davon abgesetzten und insbesondere abgeschlossenen, hinteren Maschinenraum fest. Es wird festgehalten, dass die Biegelinie, also jene Linie, auf der das Oberwerkzeug das Werkstück kontaktiert und in das Unterwerkzeug drückt, in der Arbeitsebene liegt. Die Bilderfassungsvorrichtung 2 weist einen Erfassungsbereich 10 auf, welcher in Richtung des Maschinentisches 4 ausgerichtet ist. Der erfasste Abschnitt wird auf einem, mit der Bilderfassungsvorrichtung 2 verbundenen Anzeigemittel 11 dargestellt.

Die Bilderfassungsvorrichtung 2 ist in einer Pressbalken-Verkleidung 12 angeordnet, welche Pressbalken-Verkleidung 12 sich aus Sicht des Maschinenbedieners vor dem Pressbalken 6 befindet und insbesondere somit auch einen Schutz vor dem sich bewegenden Pressbalken 6 bietet. Aus konstruktiven Gründen zur Erreichung eines möglichst großen freien Biegeraums, ist die Pressbalken-Verkleidung 12 möglichst nahe am Pressbalken angeordnet und weist somit in Draufsicht einen sehr geringen horizontalen Abstand von der Biegelinie 13 auf. Die Biegelinie 13 ist jene Linie, auf jener ein im Pressbalken 6 angeordnetes Oberwerkzeug 14, ein umzuformendes Werkstück kontaktiert und dieses in ein am Maschinentisch 4 angeordnetes Unterwerkzeug 15 drückt.

Die Bilderfassungsvorrichtung 2 weist zwei Bilderfassungsmittel 16 auf, welche bevorzugt durch 2D-Kameras gebildet sind. Insbesondere wird von jedem dieser Bilderfassungsmittel 16 ein Teilabschnitt des Maschinentisches 4 erfasst. Es wird festgehalten, dass dieser Erfassungsbereich bzw. jeder dieser Teilabschnitte sowohl eine Oberfläche des Maschinentisches 4, als auch den Bereich entlang der Biegelinie 13 umfassen kann. Insbesondere bedeutet das, dass sowohl ein am Maschinentisch 4 aufgelegtes umzuformendes Werkstück im Erfassungsbereich 10 liegt und somit erfasst wird, und ferner, dass auch ein am Unterwerkzeug 15 zur Biegung aufgelegtes Werkstück in den Erfassungsbereich 10 fällt.

Aus technologischen Gründen wird zwischen den optischen Zentren 17 der beiden Bilderfassungsmittel 16, eine Distanz 18 bestehen, da diese Distanz 18 jedoch

wenige Zentimeter, insbesondere 10 cm beträgt, ist sie gegenüber der Maschinenbreite bzw. der Längserstreckung 5 zu vernachlässigen. Somit kann von einer übereinstimmenden Anordnung der optischen Zentren 17 der beiden Bilderfassungsmittel 16 ausgegangen werden.

In der Figur dargestellt ist auch, dass der gesamte Erfassungsbereich 10 von jedem Bilderfassungsmittel 16 nur in einem Teilabschnitt 19 erfasst wird, wobei sich die Teilabschnitte 19 in einem ersten Überlappungsbereich 20 überdecken.

Die beiden Bilderfassungsmittel 16 der Bilderfassungsvorrichtung 2 sind mit einem Bildsynthesemodul 21 verbunden, welches dazu ausgebildet ist, das erfasste erste und zweite Teilbild aufzubereiten und im erfassten ersten Überlappungsbereich 20 eine Synthese der beiden Bilder durchzuführen, sodass ein gesamtes Abbild erzeugt wird, welches anschließend am Anzeigemittel 11 dargestellt wird. Bevorzugt wird das Bildsynthesemodul 21 in einer Maschinensteuerung 22 angeordnet sein, welche die Ablaufsteuerung der Biegemaschine 1 durchführt und überwacht. Diese Maschinensteuerung 22 kann auch mit einem zentralen Produktionsplanungssystem verbunden sein, sodass die Maschinensteuerung und damit die darin angeordneten weiteren Module direkt auf die Konstruktionsdaten des umzuformenden Werkstücks zugreifen können. In der Maschinensteuerung 22 kann beispielsweise auch ein Bildanalysemodul 23 vorhanden sein, welches mit dem Bildsynthesemodul verbunden ist und im erfassten Abbild ein umzuformendes Blech, insbesondere die Ausrichtung des Blechs, erkennen kann.

In den Fig. 2a und 2b sind zwei mögliche Ausführung der Anordnung bzw. der Ausrichtung der Bilderfassungsmittel dargestellt. Zur Vereinfachung der Darstellung und insbesondere zur Verdeutlichung der optischen Gegebenheiten sind die Elemente der Biegemaschine nicht dargestellt.

Fig. 2a zeigt die optischen Gegebenheiten der beiden Bilderfassungsmittel in einer ersten Konfiguration, bei der die beiden Teilabschnitte symmetrisch zum Normalabstand der Bilderfassungsvorrichtung auf den Maschinentisch ausgebildet sind.

Die optischen Achsen der beiden Bilderfassungsmittel 16 der Bilderfassungsvorrichtung 2 sind in einem Abstand zueinander angeordnet, wobei dieser Abstand in Bezug zur Längsausdehnung des Erfassungsbereichs 10 zu vernachlässigen ist, sodass von einer übereinstimmenden Anordnung der optischen Achsen ausgegangen werden kann. Die tatsächlich vorhandenen geringfügigen Unterschiede aufgrund der real distanzierten Anordnung fallen bei der Gesamtbetrachtung nicht ins Gewicht. Gemäß einer bevorzugten Ausbildung ist das Bilderfassungsmittel 16 durch eine Kamera gebildet, sodass eine erste Kamera 24 einen ersten Abschnitt 25 als erstes Teilbild, und eine zweite Kamera 26 einen zweiten Abschnitt 27 als zweites Teilbild erfasst.

Jedes Bilderfassungsmittel 16 weist einen Bild-Öffnungswinkel 28 auf, welcher symmetrisch zur optischen Achse 29 des Bilderfassungsmittels angeordnet ist. Der Erfassungsbereich des Bilderfassungsmittels 16 in Richtung der optischen Achse 29 gesehen, ist zumeist rechteckig ausgebildet, wobei der Öffnungswinkel 28 hierin derart verstanden wird, dass der Winkel, bzw. die durch den Winkel gebildete Fläche, parallel zur Längserstreckung des Erfassungsbereichs und somit parallel zur Längserstreckung des Pressbalkens ausgerichtet ist, und somit die größte Längserstreckung des Erfassungsbereichs definiert.

In der Ausführung gemäß Fig. 2a sind die beiden optischen Achsen 29 symmetrisch um einen Verschwenkwinkel 30 bezüglich des Normalabstands 31 verschwenkt. In dieser Ausführung beträgt der Verschwenkwinkel zwischen 20 und 30°, wobei ein Winkel von 25° bevorzugt ist. Mit einem Öffnungswinkel 28 von zumindest 60°, bevorzugt jedoch 66°, kann bei einem Normalabstand 31 von 60 cm bis 150 cm, ein Erfassungsbereich 10 von ca. 1 bis ca. 6 m erfasst werden.

Fig. 2b zeigt eine weitere mögliche Ausführung, bei der die optischen Achsen 29 asymmetrisch bezüglich des Normalabstands 31 verschwenkt sind. Der Verschwenkwinkel 30 beträgt für die zweite Kamera 26 20° bis 30° und für die erste Kamera 24 gegengleich 40° bis 30°. Bevorzugt wird ein Verschwenkwinkel von 25° für die zweite Kamera 26 und 35° für die erste Kamera 24.

Auch hier wird wieder von der ersten Kamera 24 ein erster Abschnitt 25 und von der zweiten Kamera 26 ein zweiter Abschnitt 27 erfasst, wobei sich die beiden Abschnitte in einem ersten Überlappungsbereich 20 überdecken.

Fig. 3 zeigt eine Draufsicht auf die gegenständliche Biegemaschine 1, insbesondere sind der Maschinentisch 4, die Seitenteile 3 und der von den Antriebsmitteln 7 bewegbare Pressbalken 6 dargestellt. Der Pressbalken 6 und dessen Bewegungsrichtung spannen (in Normalrichtung zum Blatt) eine Arbeitsebene 32 auf, welche Arbeitsebene 32 einen vorderen Arbeits- und Manipulationsraum 33 und einen davon abgegrenzten, und insbesondere abgeschlossenen hinteren Maschinenraum 34 festlegt.

Im vorderen Arbeits- und Manipulationsraum 33 ist eine Bilderfassungsvorrichtung 2 mit zwei Bilderfassungsmittel 16 angeordnet. Insbesondere ist diese Bilderfassungsvorrichtung 2 in der Pressbalken-Verkleidung 12 angeordnet.

Gemäß einer weiteren Ausführung ist jedoch auch im Maschinenraum 34 oberhalb des Maschinentisches 4 in einem Mittelabschnitt der Längserstreckung 9 des Pressbalkens 6 eine weitere Bilderfassungsvorrichtung 35 angeordnet. Auch diese weitere Bilderfassungsvorrichtung 35 weist zwei Bilderfassungsmittel 16 auf, welche auch bevorzugt als 2D-Kameras ausgebildet sind. Von dieser weiteren Bilderfassungsvorrichtung 35 wird der hintere Maschinenraum 34 erfasst, insbesondere ein dort angeordneter Hinteranschlag 36 mit Anschlagfinger 37 zum Anlegen des umzuformenden Werkstücks.

Auf eine Beschreibung der optischen Verhältnisse betreffend diese weitere Bilderfassungsvorrichtung 35 wird auf die Beschreibung der Fig. 1 und 2 verwiesen, welche sinngemäß auch auf die weitere Bilderfassungsvorrichtung 35 umzulegen sind. Insbesondere wird von der ersten Kamera 24 der weiteren Bilderfassungsvorrichtung 35 ein erster Abschnitt als drittes Teilbild 42 und von der zweiten Kamera 26 der weiteren Bilderfassungsvorrichtung ein zweiter Abschnitt als viertes Teilbild 43 längs des hinteren Aufnahmebereichs erfasst. Ebenfalls wird ein Abschnitt des Erfassungsbereichs von beiden Bilderfassungsmittel 16 erfasst, wodurch ein zweiter Überlappungsbereich 44 gebildet ist.

Es wird explizit darauf hingewiesen, dass die Begriffe erste und zweite Bilderfassungsvorrichtung und erste und zweite Kamera, sowohl für die vordere Bilderfassungsvorrichtung (im Arbeits- und Manipulationsraum), als auch für die hintere weitere Bilderfassungsvorrichtung (im Maschinenraum) verwendet werden. Es ist nicht davon auszugehen, dass es sich dabei um dieselben Vorrichtungen handelt, sondern zur Vereinfachung der Beschreibung, die Begriffe gleichlautend gewählt wurden.

Fig. 4 zeigt eine Darstellung, wie die erfassten Teilbildern zu einem gemeinsamen Live-Bild zusammengefügt werden. Die Elemente der Biegemaschine sowie die Elemente der Bilderfassungsvorrichtungen sind aus Vereinfachungsgründen nicht dargestellt. Von den Bilderfassungsmittel der Bilderfassungsvorrichtung in der Pressbalkenverkleidung, also im vorderen Arbeits- und Manipulationsraum 33, werden das erste 38 und zweite 39 Teilbild erfasst. Aufgrund der Anordnung der Bilderfassungsmittel der Bilderfassungsvorrichtung wird der vordere Aufnahmebereich 40 von den Bilderfassungsmittel derart erfasst, dass in einem ersten Überlappungsbereich 20 in beiden erfassten Teilbildern der selbe Abschnitt des vorderen Aufnahmebereichs 40 dargestellt ist.

Von den Bilderfassungsmittel der weiteren Bilderfassungsvorrichtung, welche im hinteren Maschinenraum 34 angeordnet sind, wird ein hinterer Aufnahmebereich 41 als drittes 42 und viertes 43 Teilbild erfasst. Auch hier findet die Erfassung der Teilbilder wieder derart statt, dass ein Abschnitt des hinteren Aufnahmebereichs 41 als zweiter Überlappungsbereich 44 in beiden Teilbildern dargestellt ist.

Wie auch für den vorderen Aufnahmebereich 40, wird vom Bildsynthesemodul eine Bildausrichtung und Bildskalierung des dritten 42 und vierten 43 Teilbilds durchgeführt und im zweiten Überlappungsbereich 44 eine Bildsynthese der beiden Teilbilder durchgeführt und daraus das Live-Bild gebildet.

Zusätzlich ist gemäß einer Ausführung vorgesehen, dass auch der vordere 40 und hintere 41 Aufnahmebereich überlappend erfasst werden, insbesondere dass sich das erste 38 und dritte 42 Teilbild und das zweite 39 und vierte 43 Teilbild überlagern, wobei sich in einem Mittenabschnitt alle vier Teilbilder überlagern. Durch

diese Ausführung wird ein dritter Überlappungsbereich 45 gebildet, in welchem vom Bildsynthesemodul eine Synthese aller vier Teilbilder durchgeführt und das Live-Bild gebildet wird. Mit dieser Ausführung bekommt der Maschinenbediener am Anzeigemittel ein Live-Bild der Verhältnisse im vorderen Arbeits- und Manipulationsraum 33 und gleichzeitig im hinteren Maschinenraum 34 dargestellt.

Fig. 5 zeigt eine weitere mögliche Ausführung, bei der die Ausrichtung eines umzuformenden Werkstücks 46 ermittelt, die ermittelte Ausrichtung mit einer hinterlegten Soll-Ausrichtung verglichen und bei einer Abweichung eine Transformationsinformation 47 dargestellt wird. Bei der Biegeumformung wird das zu bearbeitende Werkstück 46 der Biegemaschine zugeführt und zumeist am Unterwerkzeug 15 abgelegt und derart ausgerichtet, dass die nächste Biegeumformung mit der Biegelinie 13 übereinstimmt. Gerade bei kleinen Losgrößen kann es vorkommen, dass der Maschinenbediener das Werkstück 46 falsch ausgerichtet in die Biegemaschine einlegt, wodurch der nächste Biegeschritt fehlerhaft durchgeführt werden würde. Durch eine Bildanalyse des Live-Bildes bzw. der einzelnen Teilbilder kann mittels einer Mustererkennung das angeordnete Werkstück erkannt werden. Insbesondere lässt sich der Umriss erkennen, wobei nach Vergleichen mit einem hinterlegten Referenzbild die korrekte Soll-Ausrichtung als Transformationsinformation 47 im Live-Bild eingeblendet werden kann. Somit kann der Maschinenbediener sehr einfach erkennen, ob das Werkstück korrekt eingelegt wurde und die Biegeumformung durchzuführen ist. Die Transformationsinformation 47 kann auch teilweise animiert sein, beispielsweise können Richtungsanweisungen wie das Werkstück zu manipulieren ist, in das Live-Bild eingeblendet werden. Aufgrund der Anweisungen kann der Maschinenbediener sehr schnell die korrekte Ausrichtung des Werkstücks herstellen, wodurch der Biegeprozess deutlich geringer verzögert ist.

Es ist jedoch auch möglich, ohne Ermittlung der Ausrichtung und Vergleich mit einer hinterlegten Soll-Ausrichtung, lediglich die Soll-Position und/oder die Soll-Ausrichtung als Transformationsinformation darzustellen.

Figur 1 zeigt eine weitere mögliche Ausführung, nach der an den Biegewerkzeugen eine Identifikationskennung 48 angebracht ist, welche im erfassten Teilbild

oder im generierten Live-Bild gefunden und erkannt werden. Die Identifikationskennung kann bspw. als 1D, oder 2D-Code ausgebildet sein. Durch Auslesen und Analysieren dieser Identifikationskennung bspw. durch das Bildanalysemodul, kann auch von Bildanalysemodul oder der Maschinensteuerung ermittelt werden, ob die korrekten Werkzeuge an der korrekten Position gerüstet wurden.

Der Vorteil der gegenständlichen Biegemaschine liegt nun darin, dass dem Maschinenbediener zu jeder Zeit ein Gesamtüberblick über den Bedienprozess gegeben werden kann. Insbesondere wird der Maschinenbediener bei der Herstellung kleiner Losgrößen unterstützt, indem ihm relevante Information den Biegevorgang betreffend direkt im Live-Bild am Anzeigemittel dargestellt wird.

Abschließend 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.

In den Fig. 1, 3 und 5 sind weitere und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsform der Biegemaschine mit einer Arbeitsbereich-Bilderfassungsvorrichtung gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Figuren verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in den vorangegangenen Figuren hingewiesen bzw. Bezug genommen.

Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten der Biegemaschine mit einer Arbeitsbereich-Bilderfassungsvorrichtung, 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.

Weiters können auch Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erfinderische oder erfindungsgemäße 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.

Vor allem können die einzelnen in den Figuren gezeigten Ausführungen den Gegenstand von eigenständigen, erfindungsgemäßen Lösungen bilden. Die diesbezüglichen, erfindungsgemäßen Aufgaben und Lösungen sind den Detailbeschreibungen dieser Figuren zu entnehmen.

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

Bezugszeichenliste

1	Biegemaschine	31	Normalabstand
2	Bilderfassungsvorrichtung	32	Arbeitsebene
3	Seitenteile	33	Arbeits- und Manipulations- raum
4	Maschinentisch	34	Maschinenraum
5	Längserstreckung	35	weitere Bilderfassungsvorrich- tung
6	Pressbalken	36	Hinteranschlag
7	Antriebsmittel	37	Anschlagfinger
8	Bewegungsrichtung	38	erstes Teilbild
9	Längserstreckung	39	zweites Teilbild
10	Erfassungsbereich	40	vorderer Aufnahmebereich
11	Anzeigemittel	41	hinterer Aufnahmebereich
12	Pressbalken-Verkleidung	42	drittes Teilbild
13	Biegelinie	43	viertes Teilbild
14	Oberwerkzeug	44	zweiter Überlappungsbereich
15	Unterwerkzeug	45	dritter Überlappungsbereich
16	Bilderfassungsmittel	46	Werkstück
17	optisches Zentrum	47	Transformationsinformation
18	Distanz	48	Identifikationskennung
19	Teilabschnitt		
20	erster Überlappungsbereich		
21	Bildsynthesemodul		
22	Maschinensteuerung		
23	Bildanalysemodul		
24	Erste Kamera		
25	erster Abschnitt		
26	Zweite Kamera		
27	zweiter Abschnitt		
28	Öffnungswinkel		
29	optische Achse		
30	Verschwenkwinkel		

Patentansprüche

1. Biegemaschine (1) mit einer Arbeitsbereich-Bilderfassungsvorrichtung (2),
wobei die Biegemaschine (1) einen Maschinenrahmen,
einen längserstreckten, feststehenden Maschinentisch (4)
und einen längserstreckten Pressbalken (6) aufweist, welcher Pressbalken (6) im
Maschinenrahmen geführt und von einem Antriebsmittel (7) relativ zu diesem be-
weglich aufgenommen ist,
und wobei der Maschinenrahmen ferner zwei Seitenteile (3) aufweist, welche in
Richtung der Längserstreckung (5) des Maschinentisches (4) durch eine Maschi-
nenbreite voneinander distanziert sind,
und wobei die Längserstreckung (5) und die Bewegungsrichtung (8) des Pressbal-
kens (6) eine Arbeitsebene (32) aufspannen
die Arbeitsebene (32) einen vorderen Arbeits- und Manipulationsraum (33) und
einen davon abgegrenzten, und insbesondere abgeschlossenen, hinteren Maschi-
nenraum (34) festlegt,
und wobei im Arbeits- und Manipulationsraum (33) oberhalb des Maschinenti-
sches (4), in einem Mittenabschnitt der Längserstreckung (9) des Pressbalkens
eine Bilderfassungsvorrichtung (2) angeordnet ist, wobei ein Erfassungsbereich
(10) der Bilderfassungsvorrichtung (2) in Richtung des Maschinentisches (4) aus-
gerichtet ist,
und wobei die Bilderfassungsvorrichtung mit einem Anzeigemittel (11) verbunden
ist, welches zur Darstellung des erfassten Abbilds des Erfassungsbereichs (10)
ausgebildet ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Bilderfassungsvorrichtung (2) in einer Pressbalken-Verkleidung (12) angeord-
net ist,
und dass die Bilderfassungsvorrichtung (2) zwei Bilderfassungsmittel (16) aufweist
und dass jedes Bilderfassungsmittel (16) einen Teilabschnitt (19) in Richtung des
Maschinentisches (4) erfasst.

2. Biegemaschine nach Anspruche 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Bilderfassungsmittel (16) durch eine 2D-Kamera gebildet ist.
3. Biegemaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Bilderfassungsmittel (16) durch einen Laser-Scanner gebildet ist.
4. Biegemaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Teilabschnitte (19) einen ersten Überlappungsbereich (20) bilden, der einen gemeinsamen Abschnitt des Erfassungsbereichs (10) abdeckt.
5. Biegemaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis von Normalabstand (31) zwischen der Bilderfassungsvorrichtung und der Längserstreckung (5) des Maschinentisches (4) kleiner 1 beträgt, insbesondere im Bereich von 1 bis 0.25.
6. Biegemaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Normalabstand (31) zwischen Bilderfassungsvorrichtung und Maschinentisch (4) 60cm bis 150cm beträgt.
7. Biegemaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Zentren der beiden Bilderfassungsmittel (16), im Vergleich zur Längserstreckung (5) des Maschinentisches (4), übereinstimmen, insbesondere mit einer Distanz (18) zueinander von weniger als 10cm angeordnet sind.
8. Biegemaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Öffnungswinkel (28) eines Bilderfassungsmittels (16), parallel zur Arbeitsebene (32), zumindest 60° beträgt, insbesondere 66°.

9. Biegemaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine optische Achse (29) des Bilderfassungsmittels (16) in Richtung parallel zur Arbeitsebene (32), um einen Verschwenkwinkel (30) gegenüber dem Normalabstand vom Bilderfassungsmittel (16) auf den Maschinentisch (4) verschwenkt sind.
10. Biegemaschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Verschwenkwinkel (30) beider Bilderfassungsmittel (16) gleich ist, und 20° bis 30° beträgt, insbesondere 25° .
11. Biegemaschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Verschwenkwinkel (30) beider Bilderfassungsmittel (16) ungleich ist, und 20° bis 30° und 40° bis 30° beträgt, insbesondere 25° und 35° .
12. Biegemaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass ein Bildsynthesemodul (21) vorhanden ist, mit dem die Kameras der vorderen Bilderfassungsvorrichtung verbunden sind, und welches Bildsynthesemodul (21) zur Erzeugung eines vorderen Gesamtbilds des vorderen Arbeits- und Manipulationsraums (33) ausgebildet ist.
13. Biegemaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass auch im Maschinenraum (34) oberhalb des Maschinentisches (4), in einem Mittenabschnitt der Längserstreckung (9) des Pressebalkens (6) eine weitere Bilderfassungsvorrichtung (35) angeordnet ist, welche zumindest zwei weitere Bilderfassungsmittel (16) aufweist, welche bevorzugt als Kameras ausgebildet sind und dass die Kameras in Richtung eines, im Maschinenraum (34) vorhandenen Hinteranschlag (36) ausgerichtet sind.
14. Biegemaschine nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass ein Bildsynthesemodul (21) vorhanden ist, mit dem die Kameras der hinteren weiteren Bilderfassungsvorrichtung (35) verbunden sind, und welches Bildsynthesemodul

(21) zur Erzeugung eines hinteren Gesamtbilds des hinteren Maschinenraums (34) ausgebildet ist.

15. Biegemaschine nach Anspruch 12 und 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Bildsynthesemodul (21) zur Erzeugung eines Gesamtbilds des vorderen Arbeits- und Manipulationsraums (33) und des hinteren Maschinenraums (34) ausgebildet ist.

16. Biegemaschine nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass ein Bildanalysemodul (23) vorhanden ist, welches mit dem Bildsynthesemodul (21) verbunden ist, und welches Bildanalysemodul (23) zur Erkennung einer Struktur eines zu bearbeitenden Bleches ausgebildet ist.

17. Verfahren zur Darstellung eines Gesamtbilds eines längserstreckten Arbeitsbereichs einer Biegemaschine (1), ausgeführt auf einer Biegemaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, wobei von der im Arbeits- und Manipulationsraum (33) angeordneten Bilderfassungsvorrichtung ein Bereich entlang des Maschinentisches (4) als vorderer Aufnahmebereich (40) erfasst und als Live-Bild auf einem Anzeigemittel (11) dargestellt wird, dadurch gekennzeichnet, dass von der ersten Kamera (24) der Bilderfassungsvorrichtung ein erster Abschnitt (25) als erstes Teilbild (38) und von der zweiten Kamera (26) der Bilderfassungsvorrichtung ein zweiter Abschnitt (27) als zweites Teilbild (39) längs des vorderen Aufnahmebereichs (40) erfasst wird, wobei der erste und zweite Abschnitt des vorderen Aufnahmebereichs (40) in einem Teilabschnitt (19) überlappend erfasst wird und einen ersten Überlappungsbereich (20) bildet, und vom Bildsynthesemodul (21) eine Bildausrichtung und Bildskalierung des ersten (38) und zweiten (39) Teilbilds durchgeführt wird, und im ersten Überlappungsbereich (20) eine Bildsynthese des ersten (38) und zweiten (39) Teilbilds durchgeführt und das Live-Bild gebildet wird.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass von der im Maschinenraum (34) angeordneten weiteren Bilderfassungsvorrichtung ein Bereich entlang des Maschinentisches (4) als hinterer Aufnahmebereich (41) erfasst und als Live-Bild auf einem Anzeigemittel (11) dargestellt wird, dass von der ersten Kamera (24) der weiteren Bilderfassungsvorrichtung (35) ein erster Abschnitt (25) als drittes Teilbild (42) und von der zweiten Kamera (26) der weiteren Bilderfassungsvorrichtung (35) ein zweiter Abschnitt (27) als viertes Teilbild (43) längs des hinteren Aufnahmebereichs (41) erfasst wird, wobei der erste (25) und zweite (27) Abschnitt des hinteren Aufnahmebereichs (41) in einem Teilabschnitt (19) überlappend erfasst wird und einen zweiten Überlappungsbereich (44) bildet, und vom Bildsynthesemodul (21) eine Bildausrichtung und Bildskalierung des dritten (42) und vierten (43) Teilbilds durchgeführt wird, und im zweiten Überlappungsbereich (44) eine Bildsynthese des dritten (42) und vierten (43) Teilbilds durchgeführt und das Live-Bild gebildet wird.

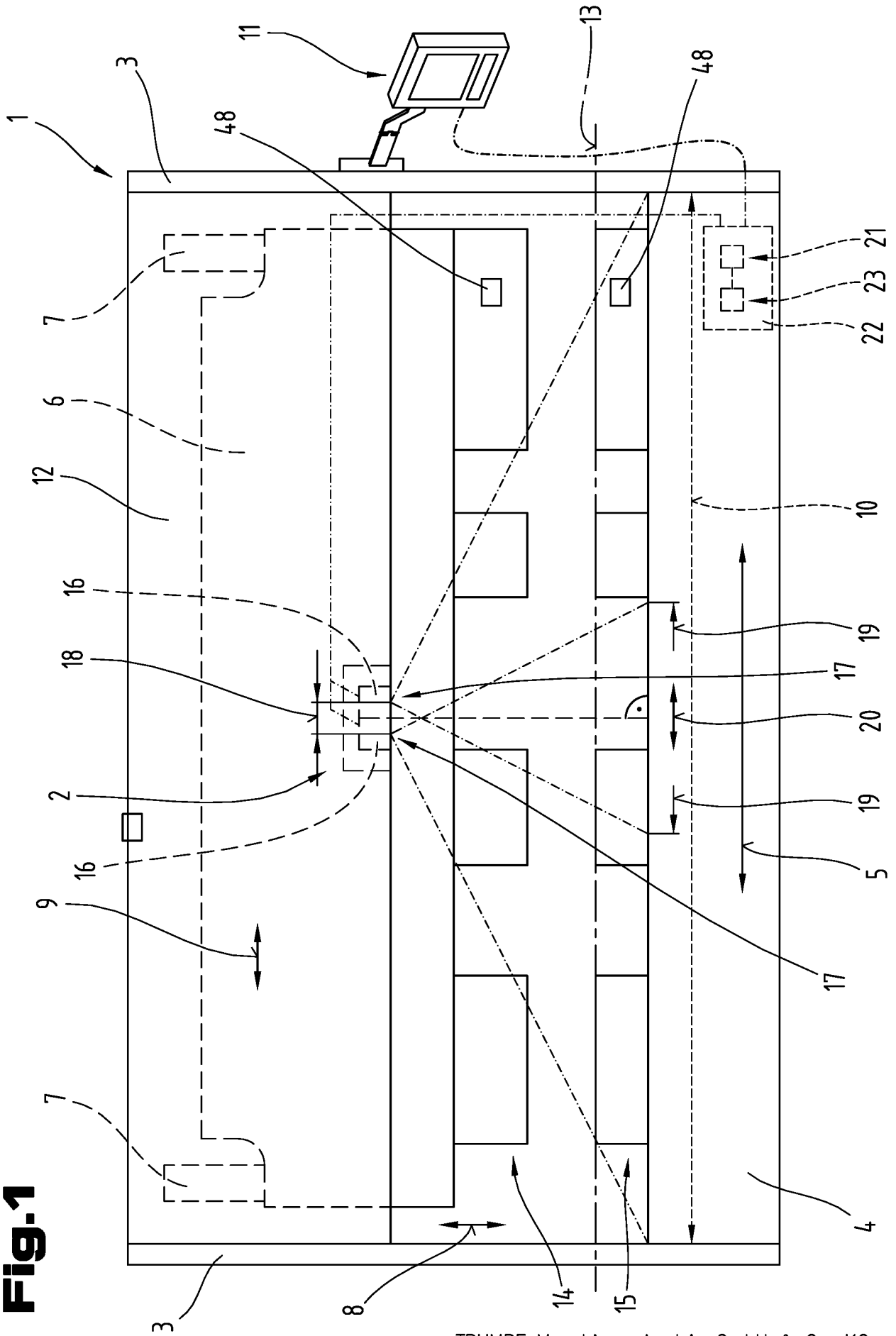
19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass der vordere (40) und der hintere (41) Aufnahmebereich überlappend erfasst wird und einen dritten Überlappungsbereich (45) bildet, und im dritten Überlappungsbereich (45) eine Bildsynthese aller vier Teilbilder durchgeführt und das Live-Bild gebildet wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass vom Bildsynthesemodul (21) ein hinterlegtes Referenzbild des Werkstücks (46) im Live-Bild am Anzeigemittel (11) dargestellt wird.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass vom Bildanalysemodul (23) mittels einer Musteranalyse im Live-Bild die Ausrichtung eines zu bearbeitenden Werkstücks (46) erkannt wird und durch Vergleich mit einem hinterlegten Referenzbild des Werkstücks (46), eine Transformationsinformation (47) gebildet und im Live-Bild am Anzeigemittel (11) dargestellt wird.

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Transformationsinformation (47) als Animation erzeugt wird.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass vom Bildanalysemodul (23) über eine Datenverbindung auf ein, in einem Produktionsplanungssystem hinterlegtes Referenzbild des Werkstücks (46) zugegriffen wird,
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass vom Bildanalysemodul (23) mittels einer Musteranalyse im Live-Bild eine Kennung eines im Pressbalken (6) und/oder im Maschinentisch (4) angeordneten Biegewerkzeugs ausgelesen und ausgewertet wird.

Fig.1



TRUMPF Maschinen Austria GmbH & Co. KG.

Fig.2a

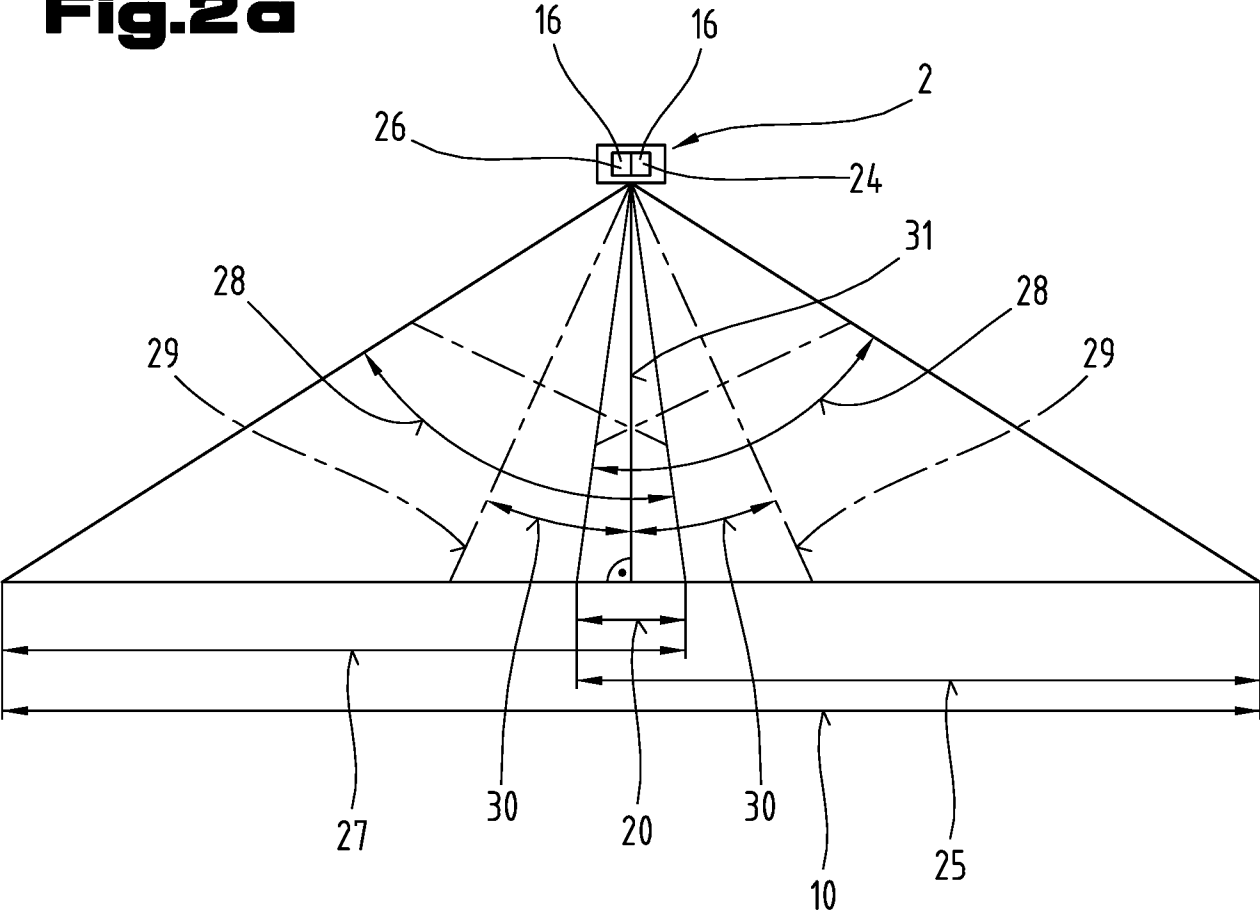


Fig.2b

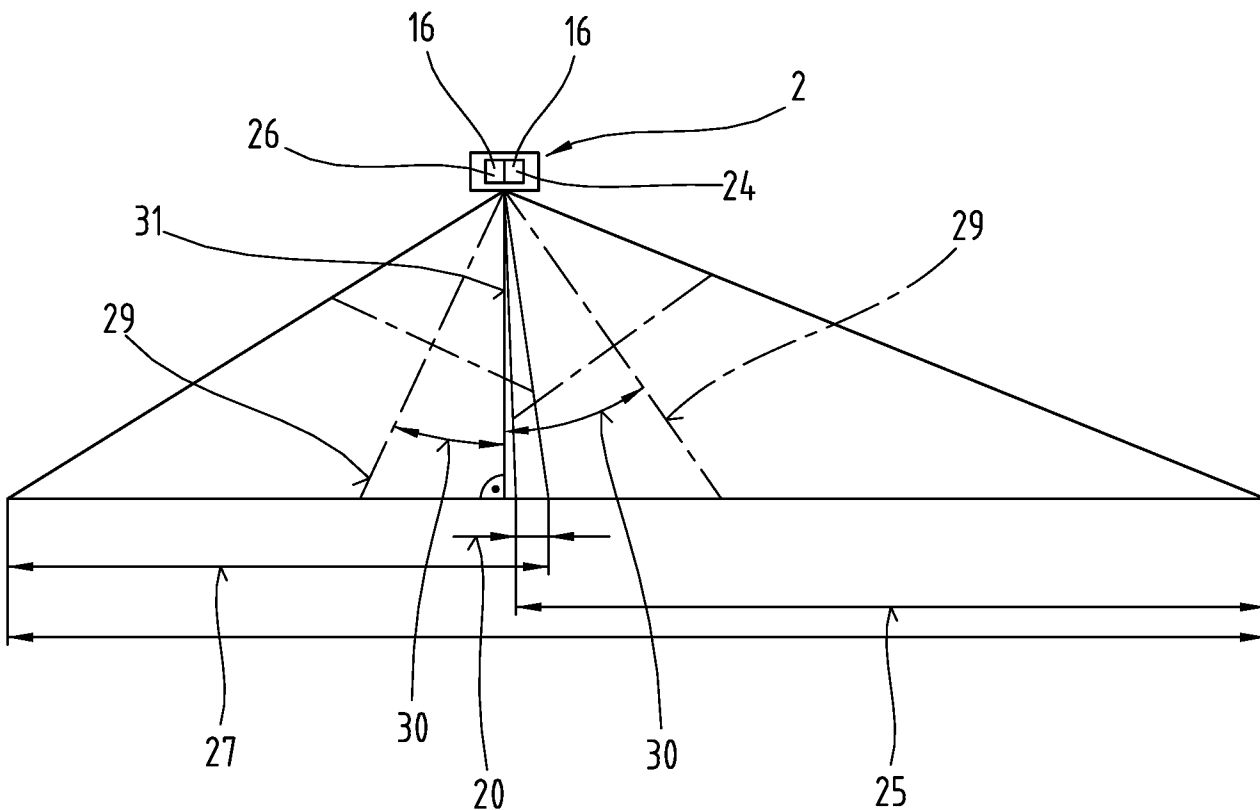


Fig. 3

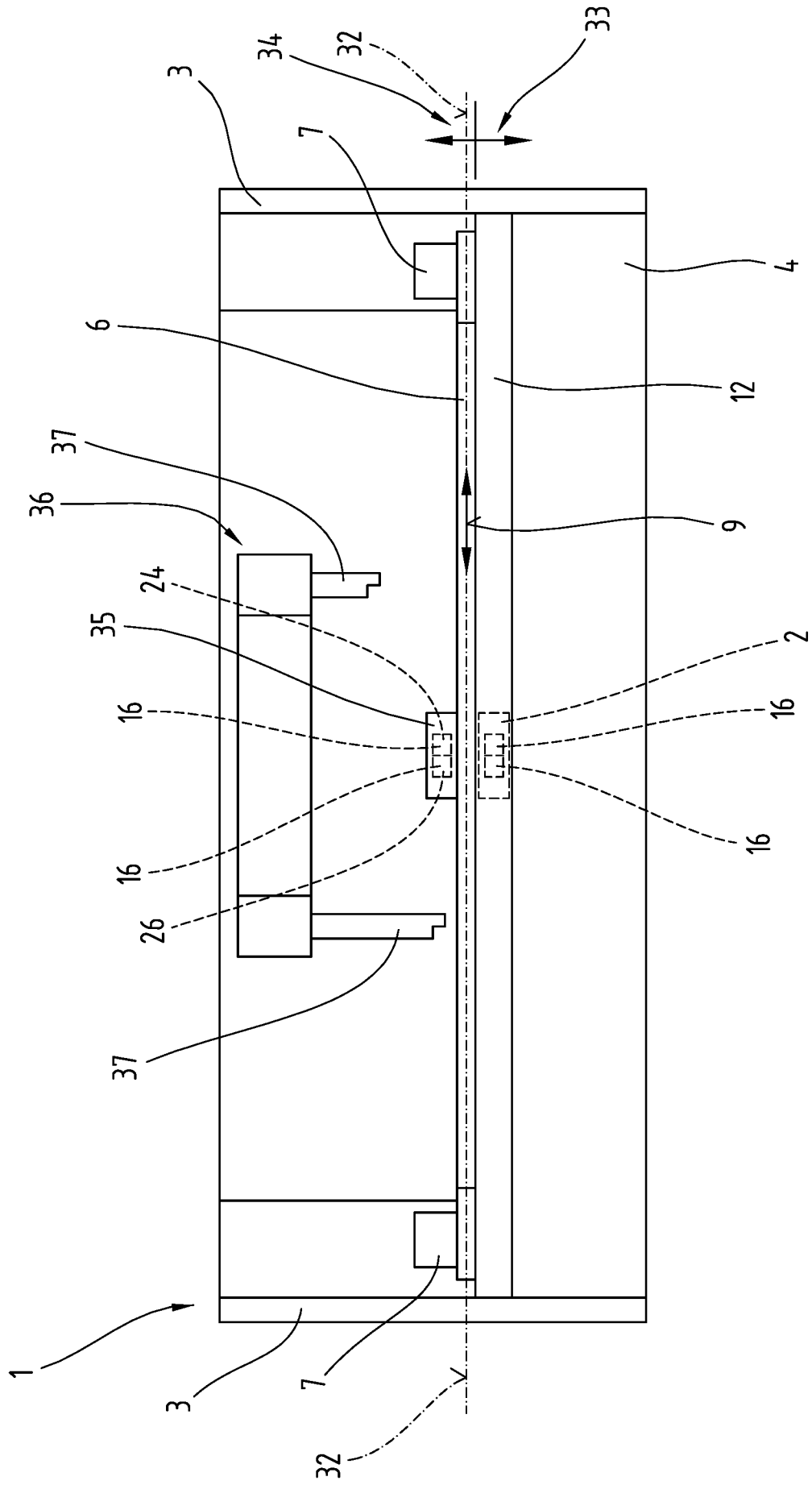


Fig.4

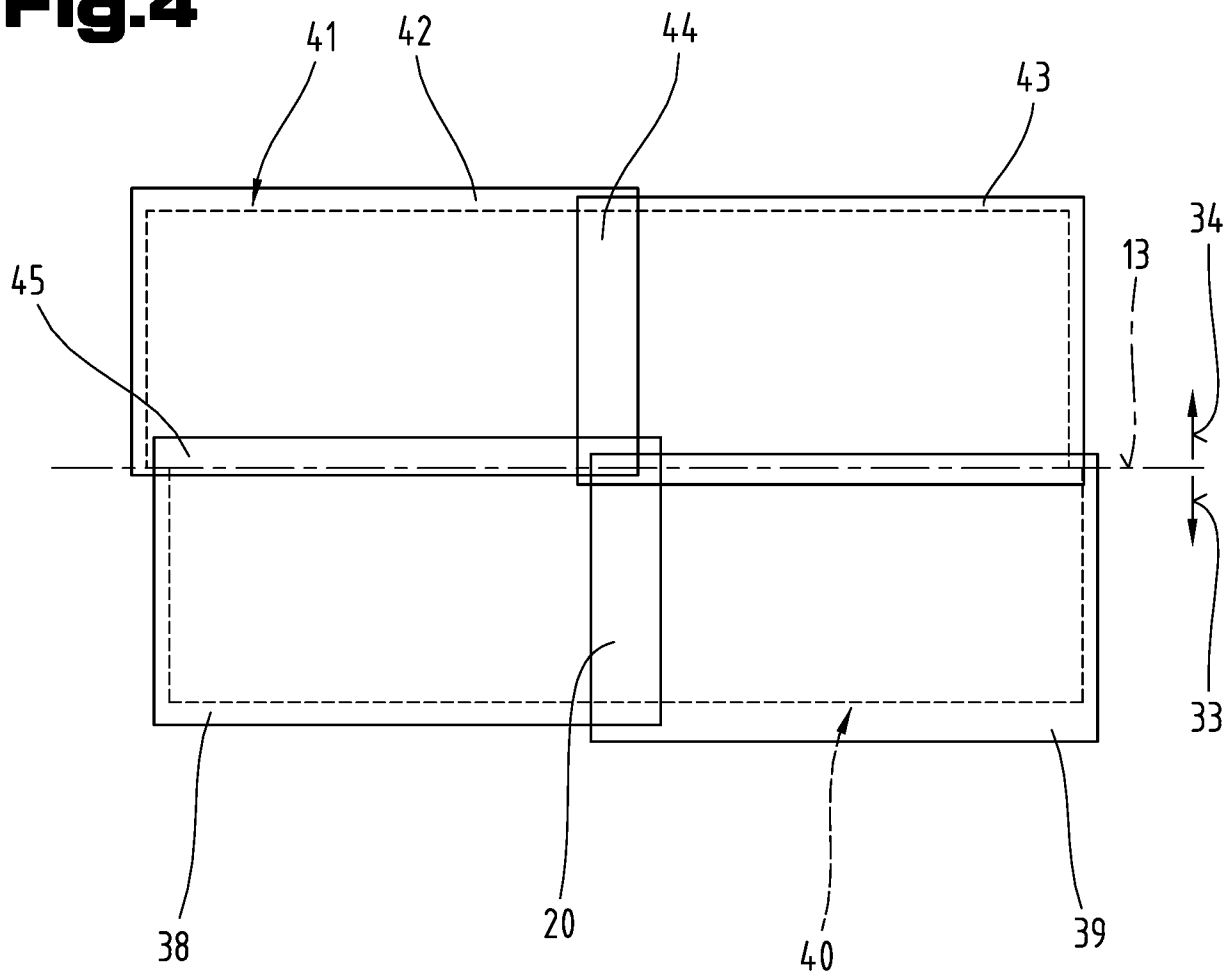


Fig.5

