



## Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Biegeschritt-Auswahlverfahren (1) ausgeführt auf einem Steuerungssystem (20) einer Biegemaschine, umfassend einen Bilderfassungsschritt, einen Bild-Aufbereitungs- und Analyseschritt, einen Vergleichsschritt, einen Auswahlsschritt, und einen Anwendungsschritt. Im Bilderfassungsschritt wird von einem Bilderfassungsmittel (3) ein Abbild (4) eines zu bearbeitenden Blechteils (2) erfasst. Im Bild-Aufbereitungs- und Analyseschritt wird das Blechteil (2) im erfassten Abbild (4) ermittelt und ein Bearbeitungsfenster (8) festgelegt, und in diesem ein Musterfindungsprozess durchgeführt, und eine Ist-Teilekennzahl (10) ermittelt. Im Vergleichsschritt werden aus einem verbundenen Datenspeicher (13), hinterlegte Werkstückdatensätze ausgelesen, und daraus jeweils eine Referenz-Teilekennzahl (12) extrahiert, die mit der ermittelten Ist-Teilekennzahl (10) verglichen wird, und ein Übereinstimmungsgrad (14) ermittelt. Für eine Auswahl (15) der höchsten Übereinstimmungsgrade (14) wird aus dem Werkstückdatensatz (16), eine Übersichtsdarstellung (17) extrahiert und mit den Übereinstimmungsgraden (14) an eine Mensch-Maschine-Schnittstelle (18) übermittelt. Im Auswahlsschritt werden die Übereinstimmungsgrade (14) und Übersichtsdarstellungen (17) an einem Bildausgabemittel (19) dargestellt, und mittels eines Steuerelements (21) ein Übereinstimmungsgrad (14) ausgewählt. Die Auswahl wird an das Datenverarbeitungsmodul (6) rückübermittelt und im Anwendungsschritt vom Datenverarbeitungsmodul (6) der entsprechende Werkstückdatensatz (16) an das Steuerungssystem (20) übertragen.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft ein Biegeschrittauswahlverfahren ausgeführt auf einem Steuerungssystem einer Biegemaschine, welcher Biegemaschine ein zu bearbeitender Blechteil zugeführt wurde.

Moderne Biegemaschinen mit ihren teilweise hochflexiblen Anschlagssystemen erlauben es einem Produzenten, eine Vielzahl unterschiedlicher Biegevorgänge abfolgend auf einer Biegemaschine durchzuführen. Insbesondere ist es mit heutigen modernen Biegemaschinen üblich, ein zugeschnittenes und mit entsprechenden Ausnehmungen bzw. Ausstanzungen versehenes Blechteil, in mehreren hintereinander gelagerten Biegeschritten, ausgehend vom flachen Blechteil zum fertigen Biegeteil, umzuformen.

Moderne Biegemaschinen sind zumeist auch in ein Produktionsplanungs- bzw. Arbeitsvorbereitungssystem voll integriert, wobei das zu biegende Blechteil in der Konstruktion bzw. Arbeitsvorbereitung entworfen, und als Biegeprogramm bzw. Werkstückdatensatz über eine Kommunikationsverbindung direkt an das Steuerungssystem der Biegemaschine übertragen wird. Ferner ist es möglich, dass Biegeteile in unregelmäßigen Abständen wiederkehrend gebogen werden. Daher sind auf dem Steuerungssystem einer Biegemaschine zumeist eine große Anzahl unterschiedlicher Biegeprogramme hinterlegt, welche vom Maschinenbediener an einer Mensch-Maschine-Schnittstelle ausgewählt und aktiviert werden können. Ein Problem, das sich dabei ergibt liegt darin, dass abgewickelte Biegeteile manchmal sehr ähnlich aussehen können. Einem Maschinenbediener kann es daher schwerfallen, die abgewickelten Blechteile zu unterscheiden und das richtige Biegeprogramm für die Bearbeitung des Werkstücks auszuwählen, wodurch es zu fehlerhaft gebogenen Werkstücken kommen kann. Ferner kann es aufgrund des

großen Flexibilisierungsgrades moderner Biegemaschinen vorkommen, dass Werkstücke mit sehr geringer Losgröße, insbesondere Losgröße 1 gebogen werden, sodass ein Maschinenbediener nicht auf seine Erfahrung hinsichtlich bereits gebogener Werkteile zurückgreifen kann.

Um die Wahl des richtigen Biegeprogramms für einen Maschinenbediener zu erleichtern, besteht beispielsweise die Möglichkeit, am Werkstück Markierungen anzubringen, beispielsweise indem eine Codierung aufgebracht wird. Dies bedeutet jedoch einen zusätzlichen Arbeitsschritt und hat insbesondere den Nachteil, dass bei Arbeitsschritten, welche dem Biegevorgang vorgelagert sind, diese Codierung nicht beschädigt werden darf. Die Codierung muss daher derart aufgebracht sein, dass sie beim Zuschnitt bzw. bei der Durchführung von Ausstanzungen nicht beeinträchtigt werden darf. Ferner besteht die Möglichkeit, den zu biegenden Blechteilen einen Laufzettel beizugeben, auf welchem biegeprozessrelevante Kenndaten angegeben sind. Hinsichtlich einer Ablaufoptimierung haben Laufzettel jedoch mehrere Nachteile, da die gesamte Bearbeitungskette gewährleistet werden muss, dass der Laufzettel stets mit dem Werkstück synchron bleibt und weder beschädigt wird, noch verloren geht.

Im Produktionsprozess von größeren Stückzahlen sind derartige Maßnahmen durchaus praktikabel, bei geringen Stückzahlen, insbesondere in Richtung Losgröße 1, führt ein zusätzliches mitzuführendes bzw. aufzudruckendes Merkmal zu einem wesentlich höheren Arbeitsaufwand im Vorfeld und birgt ferner die große Gefahr, dass diese Konfigurationsinformation entlang einer Bearbeitungskette unbrauchbar wird. Insbesondere wird durch derartige Zusatzmaßnahmen der Effizienzgewinn durch moderne Fertigungssysteme teilweise wieder zunichte gemacht.

Die Aufgabe der Erfindung liegt nun darin, ein Verfahren zu schaffen, welches einem Maschinenbediener darin unterstützt, den, einem aktuell zu biegenden Blechteil zugehörigen Bearbeitungsdatensatz auszuwählen. Insbesondere ist es Aufgabe der Erfindung, den Maschinenbediener bei der Auswahl des geeigneten bzw. zugehörigen Bearbeitungsdatensatzes zu unterstützen und dadurch direkt die Belastung durch die Entscheidungsfindung zu minimieren.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß den Ansprüchen gelöst.

Das erfindungsgemäße Biegeschritt-Auswahlverfahren wird auf einem Steuerungssystem einer Biegemaschine ausgeführt, welcher Biegemaschine ein zu bearbeitender Blechteil zugeführt wurde. Das Verfahren umfasst einen Bilderfassungsschritt, einen Bild-Aufbereitungs- und Analyseschritt, einen Vergleichsschritt, einen Auswahlsschritt, und einen Anwendungsschritt. Im Bilderfassungsschritt wird von einem Bilderfassungsmittel ein Abbild eines zu bearbeitenden Blechteils erfasst, und das erfasste Abbild über eine Kommunikationsverbindung an ein Datenverarbeitungsmodul übermittelt. Im Bild-Aufbereitungs- und Analyseschritt wird von einem Bildaufbereitungsmodul des Datenverarbeitungsmoduls, das Blechteil im erfassten Abbild ermittelt und ein Bearbeitungsfenster im erfassten Abbild festgelegt. Im Bearbeitungsfenster wird ein Musterfindungsprozess durchgeführt, und aus ermittelten geometrischen Merkmalen eine Ist-Teilekennzahl ermittelt. Im Vergleichsschritt wird von einem Vergleichsmodul des Datenverarbeitungsmoduls aus einem, mit dem Datenverarbeitungsmodul verbundenen Datenspeicher, in diesem hinterlegte Werkstückdatensätze ausgelesen, und daraus jeweils eine Referenz-Teilekennzahl extrahiert. Ferner wird die ermittelte Ist-Teilekennzahl mit den extrahierten Referenz-Teilekennzahlen verglichen, und beim Vergleich für jede extrahierte Referenz-Teilekennzahl ein Übereinstimmungsgrad ermittelt. Für eine Auswahl der höchsten Übereinstimmungsgrade wird aus dem, der jeweiligen Referenz-Teilekennzahl zugeordneten Werkstückdatensatz, eine Übersichtsdarstellung extrahiert, und die Auswahl der Übereinstimmungsgrade zusammen mit den zugehörigen Übersichtsdarstellungen, an eine Mensch-Maschine-Schnittstelle des Steuerungssystems übermittelt. Im Auswahlsschritt werden von der Mensch-Maschine-Schnittstelle die übermittelten Übereinstimmungsgrade und Übersichtsdarstellungen an einem Bildausgabemittel des Steuerungssystems dargestellt. Mittels eines Steuerelements der Mensch-Maschine-Schnittstelle wird ein Übereinstimmungsgrad bzw. die dazugehörige Übersichtsdarstellung ausgewählt, und die Auswahl an das Datenverarbeitungsmodul rückübermittelt. Im Anwendungsschritt wird vom Datenverarbeitungsmodul der, der Auswahl entsprechende Werkstückdatensatz, aus dem Datenspeicher geladen und an das Steuerungssystem über-

tragen. Anschließend übernimmt das Steuerungssystem die Ansteuerung der Antriebsmittel der Biegemaschine, insbesondere des Druckbalkens und der Hinteranschlüsse. Gegebenenfalls werden auch die Biegewerkzeuge automatisiert bzw. teilautomatisiert gerüstet. Nach dem Einlegen des korrekt ausgerichteten Blechteils, führt das Steuerungssystem, über die gesteuerte Bewegung der Biegewerkzeuge, die Schritte der Biegeumformung durch.

Mit diesen Verfahrensschritten wird gewährleistet, dass ein Maschinenbediener eine ganz wesentliche Unterstützung bei der Auswahl des korrekten Biegeprogramms für ein zu biegendes Werkstück bekommt. Da auf einem Steuerungssystem einer Biegemaschine zumeist eine Mehrzahl von Biegeprogrammen hinterlegt sind (bzw. sein können), besteht gerade bei geringen Losgrößen, insbesondere bei Losgröße 1, für den Maschinenbediener eine besondere Herausforderung darin, das für das aktuelle Werkstück passende Biegeprogramm zu wählen. Mit dem gegenständlichen Verfahren wird die Belastung für den Maschinenbediener reduziert, da dieser bereits eine Vorauswahl dargestellt bekommt, welche Vorauswahl mit großer Wahrscheinlichkeit bereits das korrekte Biegeprogramm enthält.

Im Weiteren wird gleichbedeutend von Werkstückdatensatz und Biegeprogrammen gesprochen. Das Biegeprogramm enthält die einzelnen durchzuführenden Biegeumformungen und wird vom Steuerungssystem der Biegemaschine ausgeführt, sodass nach Ablauf des Biegeprogramms, das fertig gebogene Werkstück gebildet wurde. Im Werkstückdatensatz können neben dem Biegeprogramm noch zusätzliche Daten, Information und/oder Parameter abgelegt sein.

Eine Weiterbildung besteht nun darin, dass das Bilderfassungsmittel durch ein mobiles Kommunikationsgerät, insbesondere ein Smartphone oder ein Tablet, gebildet ist, und als Kommunikationsverbindung eine Datenübertragungstechnologie für Mobilgeräte verwendet wird, insbesondere eine 2G-, 3G-, 4G- oder 5G Kommunikationstechnologie, oder WLAN. Mobile Kommunikationsgeräte haben den Vorteil, dass sie kostengünstig verfügbar sind, ein Bildaufnahmesystem aufweisen, das auf die Bilderfassung unter schwierigen Aufnahmebedingungen optimiert wurde, und dass mehrere Kommunikationstechnologien vorhanden sind, um ohne

Spezialkomponenten, zuverlässig eine Kommunikationsverbindung herstellen zu können.

Eine Weiterbildung besteht aber auch darin, dass das Bilderfassungsmittel durch ein an der Biegemaschine im Bereich vor einem Druckbalken angeordnetes Kamerasystem, umfassend zumindest eine 2D Kamera, gebildet ist, und als Kommunikationsverbindung eine Datenübertragungstechnologie für kabelgebundene Kommunikation verwendet wird, beispielsweise USB, CAN-Bus oder Ethernet. An der Biegemaschine kann bereits ein Kamerasystem vorhanden sein, um bspw. einen Sicherheitsbereich überwachen zu können. Dieses Kamerasystem kann bspw. für das gegenständliche Verfahren verwendet werden. Es ist aber auch möglich, dass ein eigenständiges Kamerasystem angeordnet wird, da der Erfassungsbereich des gegenständlichen Kamerasystems auf die Einlegeposition des Blechteils gerichtet sein muss.

Nach einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass mittels zumindest eines aus Fokusfreistellung, Kantendetektion, Kontrastdetektion, Hintergrundsubzug (Backgroundsubtraction) oder Bestimmung des optischen Flusses, im erfassten Abbild die Umgrenzungslinie des zu bearbeitenden Blechteils bestimmt wird und jener Bildausschnitt als Bearbeitungsfenster festgelegt wird, der die Umgrenzungslinie enthält. Diese Weiterbildung hat den Vorteil, dass im Rahmen der üblichen Bedienung des Maschinenbedieners, das gegenständliche Verfahren das in weiteren Schritten zu analysierende Blechteil erkennt. Der Maschinenbediener nimmt das Blechteil bspw. vom Blechstapel und befördert es zur Biegemaschine. Beispielsweise mittels eines Kommandoelements an der Mensch-Maschine-Schnittstelle kann das gegenständliche Verfahren ausgelöst werden, oder es ist ein Einlegebereich festgelegt, der permanent erfasst wird. Befindet sich in diesem Bereich ein Blechteil, werden die weiteren Verfahrensschritte durchgeführt. Bevorzugt wird das Bearbeitungsfenster geringfügig größer als die Umgrenzungslinie sein, ferner wird das Bearbeitungsfenster bevorzugt rechteckig sein.

Eine Weiterbildung besteht ferner darin, dass im Musterfindungsprozess mittels zumindest eines aus Kantendetektion, Kontrastverstärkung, Merkmalsdetektion

und Extraktion (ORB, FAST, Harris, etc.), Lernende Merkmalsdetektion (Nachbildung des Menschlichen Sehens mittels Computer), im Bearbeitungsfenster Einschnitte, Bohrungen, Umrisskanten ermittelt werden. Da diese Muster zumeist sehr charakteristisch für ein zu biegendes Teil sind, werden gemäß dieser Weiterbildung möglichst alle, bzw. wesentliche charakteristischen Elemente ermittelt. Insbesondere heben sich Einschnitte und Bohrungen besonders von der weitestgehend gleichförmigen Oberfläche des Bleches und der Umgebung ab.

Nach einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass die Teilekennzahl als Streuwertfunktion der ermittelten geometrischen Merkmale gebildet wird, beispielsweise als Hashfunktion. Mit dieser Weiterbildung lässt sich eine komplexe Information betreffend der in einem Bild erkannten Muster, in eine einfache und vergleichbare Form überführen.

Eine Weiterbildung besteht auch darin, dass von einem Arbeitsvorbereitungssystem aus Konstruktionsdaten eine Übersichtsdarstellung des abgewickelten Blechteils eine Teilekennzahl ermittelt wird, und die Konstruktionsdaten, die Übersichtsdarstellung und die Teilekennzahl als Werkstückdatensatz erstellt und dieser im Datenspeicher des Datenverarbeitungsmoduls hinterlegt wird. Von der Arbeitsvorbereitung bzw. der Konstruktion wird der komplette Werkstückdatensatz erstellt und an die Biegemaschine übertragen. Somit hat der Maschinenbediener stets alle möglichen relevante Information ein Biegeprogramm betreffend, im Zugriff verfügbar.

Nach einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass die übermittelten Übereinstimmungsgrade und Übersichtsdarstellungen nach absteigendem Übereinstimmungsgrad geordnet dargestellt werden. Dies hat den Vorteil, dass dem Maschinenbediener an vorderster (oberster) Position jene Übersichtsdarstellung dargestellt wird, die mit größter Wahrscheinlichkeit auf das eben erfasste Blechteil passt.

Eine Weiterbildung besteht auch darin, dass der Übereinstimmungsgrad als Anteilswert der Ist-Teilekennzahl von der Referenz-Teilekennzahl ermittelt wird. Beispielsweise kann eine Prozentangabe den Grad der Übereinstimmung mit der Re-

ferenz-Teilekennung angeben. Von Bedeutung ist, dass mit dem Übereinstimmungsgrad eine einfache und eindeutige Aussage betreffend die Anwendbarkeit des Werkstückdatensatzes auf das aktuell erfasste Werkteil möglich ist.

Von Vorteil ist ferner eine Weiterbildung nach der vorgesehen ist, dass der Auswahlschritt nur dann ausgeführt wird, wenn mehrere Übereinstimmungsgrade ermittelt wurden. Wurde eine sehr gute, bzw. totale Übereinstimmung ermittelt, muss der Maschinenbediener durch den Auswahlschritt nicht unnötig aufgehalten werden, sondern der Werkstückdatensatz wird sofort an das Steuerungssystem übertragen. Eine sehr gute Übereinstimmung ist bspw. dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Ist-Teilekennzahl mit dem höchsten Übereinstimmungsgrad und der nächstfolgenden ein deutlicher Werteunterschied besteht.

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

Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

Fig. 1 eine Prinzipsdarstellung des gegenständlichen Verfahrens.

Die Figur 1 zeigt schematisch die einzelnen Schritte des gegenständlichen Biegeschritt-Auswahlverfahrens 1.

Mit diesem Verfahren soll ein Maschinenbediener einer Biegemaschine dabei unterstützt werden, dass für den umzuformenden Blechteil 2 passende Biegeprogramm auszuwählen und an ein Steuerungssystem einer Biegemaschine zu übertragen, wonach anschließend die entsprechenden Biegeschritte durchgeführt werden.

In einem Bilderfassungsschritt wird von einem Bilderfassungsmittel 3 ein Abbild 4 des zu bearbeitenden Blechteils 2 erfasst. Das erfasste Abbild wird über eine Kommunikationsverbindung 5 an ein Datenverarbeitungsmodul 6 übertragen.

Von einem Bildaufbereitungsmodul 7 des Datenverarbeitungsmoduls 6 wird im erfassten Abbild 4 das Blechteil 2 ermittelt und ein Bearbeitungsfenster 8 festgelegt.

Im Bearbeitungsfenster 8 wird anschließend ein Musterfindungsprozess durchgeführt, der geometrische Merkmale 9 ermittelt und aus der Gesamtheit der ermittelten geometrischen Merkmale 9, eine Ist-Teilekennzahl 10 ermittelt.

Der Musterfindungsprozess ist dabei derart ausgebildet, dass im Bearbeitungsfenster 8 charakteristische Merkmale gesucht werden, die eindeutig zu einer Identifikation bzw. Klassifikation des Blechteils 2 dienen können. Insbesondere sind dies Kanten, Schlitze, Durchbrüche und Linien. Derartige charakteristische Merkmale 9 lassen sich besonders gut gegenüber der Umgebung bzw. der Blechoberfläche erkennen, sodass einerseits keine aufwändige Verarbeitungseinheit erforderlich ist, und andererseits eine zuverlässige und störsichere Erkennung dieser Merkmale gewährleistet ist.

Im darauffolgenden Vergleichsschritt wird von einem Vergleichsmodul 11 ein Vergleich der ermittelten Ist-Teilekennzahl 10 mit hinterlegten Referenz-Teilekennzahlen 12 durchgeführt. Dazu sind eine Mehrzahl von Referenz-Teilekennzahlen 12 in einem Datenspeicher 13 hinterlegt, welcher Datenspeicher 13 mit dem Datenverarbeitungsmodul 6, insbesondere mit dem Vergleichsmodul 11 verbunden ist. Gegebenenfalls kann der Datenspeicher 13 auch in das Datenverarbeitungsmodul 6 integriert sein. Vom Vergleichsmodul 11 wird die ermittelte Ist-Teilekennzahl 10 mit den, aus den Datenspeicher 13 extrahierten Referenz-Teilekennzahlen 12 verglichen, und jeweils ein Übereinstimmungsgrad 14 ermittelt. Für die höchsten ermittelten Übereinstimmungsgrade 14 wird eine Auswahl 15 gebildet, und aus dem, der jeweiligen Referenz-Teilekennzahl 12 zugeordneten Werkstückdatensatz 16, eine Übersichtsdarstellung 17 extrahiert.

Die Auswahl 15 der Übereinstimmungsgrade 14 wird zusammen mit den jeweils zugehörigen Übersichtsdarstellungen 17 an eine Mensch-Maschine-Schnittstelle 18 übermittelt.

In einem Auswahlschritt werden von der Mensch-Maschine-Schnittstelle 18 die übermittelten Übereinstimmungsgrade 14 sowie die zugehörigen Übersichtsdarstellungen 17 an einem Bildausgabemittel 19 des Steuerungssystems 20 dargestellt. Mittels eines Steuerelements 21 der Mensch-Maschine-Schnittstelle 18, wird

ein Übereinstimmungsgrad 14 bzw. die dazu gehörige Übersichtsdarstellung 17 ausgewählt. Der gewählte Übereinstimmungsgrad 14 bzw. die zugehörige Übersichtsdarstellung 17 wird von der Mensch-Maschine-Schnittstelle 18 anschließend zurück an das Datenverarbeitungsmodul 6 übermittelt.

Vom Datenverarbeitungsmodul 6 wird der, der Auswahl entsprechende Werkstückdatensatz 16 aus dem Datenspeicher 13 geladen, aufbereitet und an das Steuerungssystem weitergegeben. Vom Steuerungssystem 20 werden hernach die Antriebsmittel der Biegemaschine entsprechend angesteuert, und in aufeinander folgenden Arbeitsschritten der Biegeteil zur gewünschten Endform umgeformt.

Der besondere Vorteil des gegenständlichen Verfahrens liegt darin, dass einem Maschinenbediener nur durch Erfassen eines Abbilds 4 des umzuformenden Blechteils 2, eine Auswahl 15, zusammen mit einer Übersichtsdarstellung 17, angezeigt wird, und dieser somit durch optischen Vergleich sehr einfach prüfen kann, ob die mit dem höchsten Übereinstimmungsgrad gefundene Übersichtsdarstellung 17 mit dem tatsächlichen Blechteil 2 übereinstimmt. Gerade bei sehr ähnlichen umzubiegenden Blechteilen 2 hat dies den besonderen Vorteil, dass dem Maschinenbediener eine bedeutende Entscheidungsarbeit abgenommen wird, indem all jene Werkstückdatensätze 16 automatisch gefiltert werden, bei denen charakteristische, geometrische Merkmale 9 nicht übereinstimmen. Gerade bei sehr geringen Stückzahlen und häufig wechselnden Aufträgen stellt dies eine entscheidende Arbeitserleichterung für den Maschinenbediener dar.

Der Werkstückdatensatz 16 ist als eine Art Daten-Container zu verstehen, in welchem neben der Referenz-Teilekennzahl 12, einer Übersichtsdarstellung 17, vor allem auch Arbeitsschritte hinterlegt sind, welche von dem Steuerungssystem 20 dazu verwendet werden, bzw. das Steuerungssystem 20 parametrieren, um die entsprechenden Biegeumformungen durchzuführen. Neben den beschriebenen Datensätzen können im Werkstückdatensatz 16 noch weitere biegeprozess- bzw. biegeparameterrelevante Informationen hinterlegt sein. Wird das Biegeprogramm vom Steuerungssystem 20 abgearbeitet, ist es bevorzugt vorgesehen, dass die

einzelnen Biegeschritte am Bildausgabemittel 19 der Mensch-Maschine-Schnittstelle 18 dargestellt werden, sodass der Bediener stets eine Information darüber hat, welcher Biegeschritt an welcher Position als nächstes ausgeführt 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.

Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt.

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

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

bei einer oberen Grenze von 10 oder weniger, z.B. 1 bis 1,7, oder 3,2 bis 8,1, oder 5,5 bis 10.

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

## Bezugszeichenliste

- 1 Biegeschritt-Auswahlverfahren
- 2 Blechteil
- 3 Bilderfassungsmittel
- 4 Abbild
- 5 Kommunikationsverbindung
- 6 Datenverarbeitungsmodul
- 7 Bildaufbereitungsmodul
- 8 Bearbeitungsfenster
- 9 geometrische Merkmale
- 10 Ist-Teilekennzahl
- 11 Vergleichsmodul
- 12 Referenz-Teilekennzahl
- 13 Datenspeicher
- 14 Übereinstimmungsgrad
- 15 Auswahl
- 16 Werkstückdatensatz
- 17 Übersichtsdarstellung
- 18 Mensch-Maschine-Schnitt-  
stelle
- 19 Bildausgabemittel
- 20 Steuerungssystem
- 21 Steuerelement

## Patentansprüche

1. Biegeschritt-Auswahlverfahren (1)  
ausgeführt auf einem Steuerungssystem (20) einer Biegemaschine, welcher Biegemaschine ein zu bearbeitender Blechteil (2) zugeführt wurde  
umfassend
- einen Bilderfassungsschritt,
  - einen Bild-Aufbereitungs- und Analyseschritt,
  - einen Vergleichsschritt,
  - einen Auswahlschritt, und
  - einen Anwendungsschritt,
- wobei
- im Bilderfassungsschritt
    - von einem Bilderfassungsmittel (3)
      - ein Abbild (4) eines zu bearbeitenden Blechteils (2) erfasst wird,
      - das erfasste Abbild (4) über eine Kommunikationsverbindung (5) an ein Datenverarbeitungsmodul (6) übermittelt wird,
  - im Bild-Aufbereitungs- und Analyseschritt
    - von einem Bildaufbereitungsmodul (7) des Datenverarbeitungsmoduls (6),
      - das Blechteil (2) im erfassten Abbild (4) ermittelt wird und ein Bearbeitungsfenster (8) im erfassten Abbild (4) festgelegt wird,
      - im Bearbeitungsfenster (8) ein Musterfindungsprozess durchgeführt wird,
      - und aus ermittelten geometrischen Merkmalen (9) eine Ist-Teilekennzahl (10) ermittelt wird,
  - im Vergleichsschritt
    - von einem Vergleichsmodul (11) des Datenverarbeitungsmoduls (6)
      - aus einem, mit dem Datenverarbeitungsmodul (6) verbundenen Datenspeicher (13), in diesem hinterlegte Werkstückdatensätze ausgelesen werden, und daraus jeweils eine Referenz-Teilekennzahl (12) extrahiert wird,
      - die ermittelte Ist-Teilekennzahl (10) mit den extrahierten Referenz-Teilekennzahlen (12) verglichen wird,

- beim Vergleich für jede extrahierte Referenz-Teilekennzahl (12) ein Übereinstimmungsgrad (14) ermittelt wird,
- für eine Auswahl (15) der höchsten Übereinstimmungsgrade (14), aus dem, der jeweiligen Referenz-Teilekennzahl (12) zugeordneten Werkstückdatensatz (16), eine Übersichtsdarstellung (17) extrahiert wird,
- und die Auswahl (15) der Übereinstimmungsgrade (14) zusammen mit den zugehörigen Übersichtsdarstellungen (17), an eine Mensch-Maschine-Schnittstelle (18) des Steuerungssystems (20) übermittelt wird,
- im Auswahlschritt
  - von der Mensch-Maschine-Schnittstelle (18)
    - die übermittelten Übereinstimmungsgrade (14) und Übersichtsdarstellungen (17) an einem Bildausgabemittel (19) des Steuerungssystems (20) dargestellt werden,
    - mittels eines Steuerelements (21) der Mensch-Maschine-Schnittstelle (18) ein Übereinstimmungsgrad (14) bzw. die dazugehörige Übersichtsdarstellung (17) ausgewählt wird,
    - die Auswahl an das Datenverarbeitungsmodul (6) rückübermittelt wird
- im Anwendungsschritt
  - vom Datenverarbeitungsmodul (6)
    - der der Auswahl entsprechende Werkstückdatensatz (16) aus dem Datenspeicher (13) geladen und an das Steuerungssystem (20) übertragen wird.

2. Biegeschritt-Auswahlverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Bilderfassungsmittel (3) durch ein mobiles Kommunikationsgerät, insbesondere ein Smartphone oder ein Tablet, gebildet ist, und als Kommunikationsverbindung (5) eine Datenübertragungstechnologie für Mobilgeräte verwendet wird, insbesondere eine 2G-, 3G-, 4G-, 5G Kommunikationstechnologie, oder WLAN.

3. Biegeschritt-Auswahlverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Bilderfassungsmittel (3) durch ein an der Biegemaschine im

Bereich vor einem Druckbalken angeordnetes Kamerasystem, umfassend zumindest eine 2D Kamera, gebildet ist, und als Kommunikationsverbindung (5) eine Datenübertragungstechnologie für kabelgebundene Kommunikation verwendet wird, beispielsweise USB, CAN-Bus oder Ethernet.

4. Biegeschritt-Auswahlverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass mittels zumindest eines aus Fokusfreistellung, Kantendetektion, Kontrastdetektion, Hintergrundsabzug, Bestimmung des optischen Flusses, im erfassten Abbild (4) die Umgrenzungslinie des zu bearbeitenden Blechteils (2) bestimmt wird und jener Bildausschnitt als Bearbeitungsfenster (8) festgelegt wird, der die Umgrenzungslinie enthält.

5. Biegeschritt-Auswahlverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass im Musterfindungsprozess mittels zumindest eines aus Kantendetektion, Kontrastverstärkung, Merkmalsdetektion und Extraktion, Lernende Merkmalsdetektion im Bearbeitungsfenster (8) Einschnitte, Bohrungen, Umrisskanten ermittelt werden.

6. Biegeschritt-Auswahlverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilekennzahl als Streuwertfunktion der ermittelten geometrischen Merkmale (9) gebildet wird.

7. Biegeschritt-Auswahlverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass von einem Arbeitsvorbereitungssystem aus Konstruktionsdaten eine Übersichtsdarstellung des abgewickelten Blechteils (2) und eine Teilekennzahl ermittelt wird, und die Konstruktionsdaten, die Übersichtsdarstellung und die Teilekennzahl als Werkstückdatensatz (16) erstellt und im Datenspeicher (13) des Datenverarbeitungsmoduls (6) hinterlegt wird.

8. Biegeschritt-Auswahlverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die übermittelten Übereinstimmungsgrade (14) und

Übersichtsdarstellungen nach absteigendem Übereinstimmungsgrad (14) geordnet dargestellt werden.

9. Biegeschritt-Auswahlverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Übereinstimmungsgrad (14) als Anteilswert der Ist-Teilekennzahl (10) von der Referenz-Teilekennzahl (12) ermittelt wird.

10. Biegeschritt-Auswahlverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Auswahlschritt nur dann ausgeführt wird, wenn mehrere Übereinstimmungsgrade (14) ermittelt wurden.

**Fig.1**

