

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50489/2023
(22) Anmeldetag: 22.06.2023
(45) Veröffentlicht am: 15.08.2024

(51) Int. Cl.: **B23Q 17/24** (2006.01)
B21D 5/02 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
AT 521619 A4
WO 2020036935 A1
AT 518890 A4
JP 2006061959 A
EP 3086193 A1

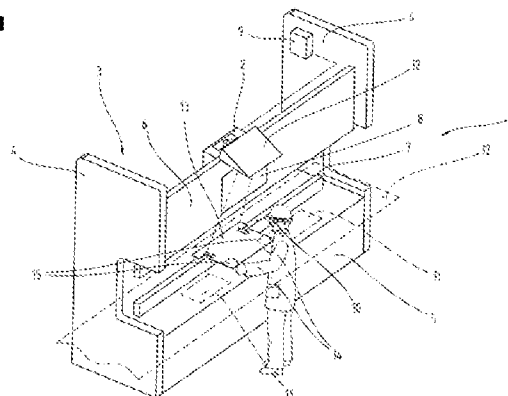
(73) Patentinhaber:
TRUMPF Maschinen Austria GmbH & Co. KG.
4061 Pasching (AT)

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

(54) **Vorrichtung zur Materialbearbeitung mit zumindest manueller Beschickung und/oder Bedienung, sowie Programmiersystem**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Programmiersystem zur Materialbearbeitung mit zumindest manueller Beschickung und/oder Bedienung, mit zumindest einem Werkzeug (5, 6) und einer elektronischen Steuereinrichtung (9), die konfiguriert ist zum Auswählen und/oder Positionieren von Werkzeugen sowie zur Durchführung des Bearbeitungsvorganges mit Formänderung des Werkstücks (13), sowie mit einer optischen Anzeigeeinrichtung (8, 10, 11, 13), und vorzugsweise einer Einrichtung zur Anzeige der korrekten Ausrichtung des Werkstücks für den jeweiligen Bearbeitungsvorgang. Die Steuerung (9) ist ausgelegt, um für jeden Arbeitsvorgang eine optimierte Greifhaltung und/oder eine optimierte Greifposition (15) am Werkstück (13) zu bestimmen und anzuzeigen.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Materialbearbeitung mit manueller Beschickung und Bedienung, insbesondere von metallischen Werkstücken, speziell Biegemaschine, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1, sowie ein Offline-Programmiersystem zur Erstellung von Steuerbefehlen für die Steuerung derartiger Vorrichtungen, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 11.

[0002] Bei komplexen Biegeteilen kann es in manchen Biegeschritten unklar sein, wie sich das Teil während der Verformung verhält. Speziell in Hinsicht auf ungelerntes Bedienpersonal kann dies zu erhöhter Gefährdung führen, da das Biegeteil dann an ungeeigneten Positionen unterstützt wird -- darunter auch potentielle Quetschstellen und/oder Scherstellen.

[0003] Mit Hilfe des Offline-Programmiersystems TecZone Bend der Anmelderin ist es heute möglich Greiferpositionen für robotergestützte Biegezellen zu bestimmen -auch hier müssen mögliche Kollisionen in der Auslegung bereits mitberücksichtigt werden.

[0004] Aus der EP 2 590 040 B1 ist eine Biegemaschine bekannt, bei der am Pressbalken und insbesondere im Bereich des Arbeits- und Manipulationsraums vor dem Pressbalken, zwei Kameras angeordnet sind. Diese erfassen den Arbeitsbereich vor der Maschine, insbesondere das eingelegte Blech. Das erfasste Abbild wird an eine Datenverarbeitungseinrichtung übermittelt. Von dieser wird ausgewertet, in welcher Ausrichtung das Blech in die Biegemaschine eingelegt wurde. Bei einer, für den nächsten durchzuführenden Biegeschritt fehlerhaften Ausrichtung des Bleches, wird eine Positionskorrekturinformation erstellt und von einem Projektor auf das Blech projiziert, welcher Projektor ebenfalls am Pressbalken im vorderen Arbeits- und Manipulationsraum angeordnet ist. Somit erhält der Bediener eine Darstellung vor sich am Blech, in welcher Richtung das Blech bewegt werden muss, um für den nächsten Arbeitsschritt korrekt in der Biegemaschine eingelegt zu sein.

[0005] Die EP 3507034 B1 offenbart eine Biegemaschine mit einer Biegeinformations-Anzeigevorrichtung, die durch zumindest einen Projektor und eine Anzeigefläche für die projizierten Informationen gebildet ist. Unter anderem können die Biegeinformation durch zumindest eines der Gruppe Werkstückkontur, Biegelinie, Bedienfeld, Statusdaten des Pressbalkens, Ausrichtinformation, Sollwinkel, Stückzähler und Bereiche am umzuformenden Blech mit einem erhöhten Verletzungsrisiko während des Biegevorgangs gebildet sein. Dabei ist es auch möglich, am Werkstück jene Bereiche zu visualisieren, in denen im Biegevorgang ein Verletzungsrisiko durch das sich umformende Blech besteht.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und eine Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, mittels derer dem Bediener ein gefährdungsarmes und gleichzeitig materialschonendes Manipulieren des zu bearbeitenden Werkstücks möglich ist.

[0007] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung und ein Verfahren gemäß den Ansprüchen gelöst.

[0008] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist ausgestattet mit zumindest einem Werkzeug und einer elektronischen Steuerung mit einem Speicher, in welchem Steuerbefehle für das Werkzeug abgelegt sind, sowie mit einer optischen Anzeigeeinrichtung.

[0009] Zur Lösung der Aufgabe ist eine derartige Vorrichtung dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung ausgelegt ist, für jeden Arbeitsvorgang eine optimierte Greifhaltung und/oder eine optimierte Greifposition am Werkstück zu bestimmen und auf der optischen Anzeigeeinrichtung auszugeben.

[0010] In der Biegeansicht eines vorbereiteten Biegeteils können beispielsweise dem Bediener jene Positionen und oder Flächen farblich dargestellt werden, an denen er das Biegeteil in dem jeweiligen Biegeschritt angreifen und während des Umformprozesses sicher führen kann. Dabei sollen vor allem jene Greifpositionen und/oder Flächen ausgeschlossen werden, an denen potentiell eine Gefährdung der körperlichen Unversehrtheit des Bedieners gegeben ist, bzw. jene

Positionen und/oder Flächen dargestellt sein, an denen diese Gefährdung minimal ist.

[0011] Gemäß einer ersten vorteilhaften Ausführungsform ist dabei vorgesehen, dass in der Steuerung ein Auslegungstool zur Ermittlung der optimale Greifhaltung und/oder optimale Greifposition am Werkstück implementiert ist, in welchem die menschliche Greifmechanik abgebildet ist.

[0012] Bevorzugt kann für jeden Arbeitsvorgang die optimierte Greifhaltung und/oder optimierte Greifposition am Werkstück zusammen mit Biegegrafik im Speicher der Steuerung abgelegt und zur Ausgabe auf der optischen Anzeigeeinrichtung zur Verfügung gestellt sein.

[0013] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass der Speicher der Steuerung ausgelegt ist, dass für jeden Arbeitsvorgang die optimierte Greifhaltung und/oder optimierte Greifposition am Werkstück zusammen mit Biegegrafik abgelegt und zur Ausgabe auf der optischen Anzeigeeinrichtung zur Verfügung gestellt werden kann.

[0014] Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Lesen von Informationen aus einer Bibliothek, die für Werkstücke verschiedener Ausgangsformen und für verschiedene Bearbeitungsvorgänge die Formänderungen des Werkstücks und die Trajektorien verschiedener Bereiche des Werkstücks während und nach dem Bearbeitungsvorgang beschreibt.

[0015] Bevorzugt ist weiters eine Einrichtung zum Vorhersagen und/oder Bestimmen der Bereiche des Werkstücks mit keinen oder geringen Formänderungen und/oder kurzen Trajektorien in die Vorrichtung integriert oder damit verbunden.

[0016] Bevorzugt weist eine erfindungsgemäße Vorrichtung auch eine Einrichtung zur Projektion von optischen Markierungen auf die der Bereiche des Werkstücks mit keinen oder geringen Formänderungen und/oder kurzen Trajektorien auf.

[0017] Eine alternative erfindungsgemäße Ausführungsform ist gekennzeichnet durch eine Einrichtung zur optischen Anzeige der Formänderungen des Werkstücks und die Trajektorien verschiedener Bereiche des Werkstücks während und nach dem Bearbeitungsvorgang.

[0018] Dabei kann die optische Anzeige durch eine AR (augmented reality) Brille gebildet sein, und/oder auch durch einen Bildschirm.

[0019] Eine weitere erfindungsgemäße Vorrichtung zur Lösung der eingangs gestellten Aufgabe ist ein Offline-Programmiersystem zur Erstellung von Steuerbefehlen für die Steuerung von Vorrichtungen gemäß einem der vorhergehenden Absätze. Es ist ausgestattet mit einer Daten-Eingabevorrichtung und einer optischen Anzeigeeinrichtung, sowie mit einer Daten-Schnittstelle zur Vorrichtung zur Materialbearbeitung und/oder zu einem Speichermedium.

[0020] Dieses System ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass die Daten-Eingabevorrichtung zur Eingabe von Greifhaltungen und/oder Greifpositionen am Werkstück ausgelegt ist.

[0021] Bevorzugt ist dabei vorgesehen, dass die Daten-Eingabevorrichtung und die Daten-Schnittstelle und/oder das Speichermedium ausgelegt sind, für jeden Arbeitsvorgang die optimierte Greifhaltung und/oder optimierte Greifposition am Werkstück zusammen mit Biegegrafik in den Speicher der Vorrichtung und/oder auf das Speichermedium zu schreiben.

[0022] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ist gekennzeichnet durch ein Auslegungstool für die optimale Greifhaltung und/oder optimale Greifposition am Werkstück, in welchem die menschliche Greifmechanik abgebildet ist.

[0023] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

[0024] Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

[0025] Fig. 1 eine vereinfachte perspektivische Darstellung einer Biegemaschine mit einer optischen Biegeinformations-Anzeigevorrichtung;

[0026] Fig. 2 eine Ansicht einer AR-Brille aus der Sicht des Benutzers, für die in Fig. 1 dargestellte Konfiguration

[0027] Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

[0028] Fig. 1 zeigt eine Biegemaschine 1 als bevorzugtes Beispiel für eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Materialbearbeitung mit manueller Beschickung und Bedienung. Die Biegemaschine 1 ist ausgestattet mit einer Sensor- und Anzeigeeinheit 2 und zumindest einem Werkzeug, hier einen oberen Pressbalken 6, der relativ zum Maschinenrahmen 3 mit seinen zwei Seitenteilen 4 und dem Maschinentisch 5 beweglich geführt ist, wobei die Relativbewegung von einem nicht dargestellten Antriebsmittel durchgeführt wird. Unterhalb des Pressbalkens 6 sind der Maschinentisch 5 und ein Unterwerkzeug 7 angeordnet. Die Steuerung der Bewegungsabläufe der Biegemaschine 1, einschließlich des Empfangs der Bedienereingaben und der Anzeige aller prozessrelevanten Informationen auf einem Bildschirm 8 als Beispiel für eine optische Anzeigeeinrichtung erfolgt durch eine elektronische Steuerung 9 mit einem Speicher, in welchem Steuerbefehle für das zumindest eine Werkzeug 6, 7 abgelegt sind. Eine andere Alternative für eine optische Anzeigeeinrichtung ist eine durch den Maschinenbediener getragene AR (augmented reality) Brille 10, die von der elektrischen Steuerung 9 über Kabel oder drahtlose Verbindung ihre anzuzeigenden Informationen erhält. Eine weitere Möglichkeit für die Anzeige prozessrelevanter Informationen ist die Projektion auf vorzugsweise reflektierend und farbneutral gestaltete Anzeigeflächen 11 beispielsweise auf dem Maschinentisch 5, wozu ein Projektor 12 am Maschinenrahmen 3 oder dem Pressbalken 6 angebracht ist. Auch das Werkstück 13 selbst könnte als Projektionsfläche dienen, sobald es an seiner bestimmungsgemäß vorgesehenen Position im Bereich des Unterwerkzeugs 7 und/oder des Pressbalkens 6 ist. Auch Kombinationen aller Projektions- bzw. optischer Anzeigevarianten ist möglich.

[0029] Die Steuerung 9 der Biegemaschine 1 ist nun derart ausgelegt, entweder durch manuelle Eingabe der Parameter des Werkstücks 13, dessen Position und/oder des Biegeablaufes die dabei auftretenden Verformungen vorab zu bestimmen, vorzugsweise unter Verwendung eines Simulationsalgorithmus, und unter deren Berücksichtigung für jeden Arbeitsvorgang eine optimierte Greifhaltung, die optimierte Positionierung der Hände und Arme 14 der Bedienungsperson und/oder eine optimierte Greifposition am Werkstück zu bestimmen und auf der optischen Anzeigeeinrichtung 8, 10, 11, 13 auszugeben. In der Biegeansicht eines vorbereiteten Werkstücks 13 können beispielsweise jene Positionen und oder Flächen farblich dargestellt werden, an denen die Bedienungsperson das Werkstück 13 in dem jeweiligen Biegeschritt angreifen und während des Umformprozesses sicher führen kann.

[0030] Dazu kann die Steuerung 9 ein Auslegungstool zur Ermittlung der optimale Greifhaltung und/oder optimale Greifposition 15 am Werkstück 13 beinhalten, in welchem die menschliche Greifmechanik abgebildet ist. Bevorzugt ist dann für jeden Arbeitsvorgang an der Biegemaschine 1, unter Berücksichtigung der konkreten Ausgestaltung des Pressbalkens 6 und/oder des Unterwerkzeuges 7, die optimierte Greifhaltung und/oder optimierte Greifposition 15 am Werkstück 13 zusammen mit einer Biegegrafik im Speicher der Steuerung 9 abgelegt und zur Ausgabe auf der optischen Anzeigeeinrichtung 8, 10, 11, 13 zur Verfügung gestellt.

[0031] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass der Speicher der Steuerung ausgelegt ist, dass für jeden Arbeitsvorgang die optimierte Greifhaltung und/oder optimierte Greifposition 15 am Werkstück 13 zusammen mit Biegegrafik abgelegt und zur Ausgabe auf der optischen Anzeigeeinrichtung 8, 10, 11, 13 zur Verfügung gestellt werden kann.

[0032] Fig. 2 zeigt eine Ansicht einer AR Brille 10 aus der Sicht des Trägers der Brille 10, insbesondere eine Ansicht der Anzeigefläche 16. Darauf sind die im Blickfeld liegenden Gegenstände

und Maschinenbereiche abgebildet, in gleicher Weise wie beim Blick durch eine herkömmliche Schutzbrille. So kann die Bedienperson der Biegemaschine 1 etwa das Unterwerkzeug 7, den Maschinentisch 5 und das Werkstück 13 sowie seine eigenen Arme und Hände 14 sehen. Im Sinne der gegenständlichen Erfindung werden in dieses Bild die oben erläuterten Informationen eingeblendet, wie sie in der Steuerung 9 ermittelt werden, insbesondere jene Positionen und oder Flächen, an denen die Bedienungsperson das Werkstück 13 in dem jeweiligen Biegeschritt angreifen und während des Umformprozesses sicher führen kann.

[0033] Eine bevorzugte Ausführungsform weist weiter eine Einrichtung zum Lesen von Informationen aus einer Bibliothek auf, die für Werkstücke 13 verschiedener Ausgangsformen und für verschiedene Bearbeitungsvorgänge, d.h. auch unter Berücksichtigung der dabei verwendeten Werkzeuge, die Formänderungen des Werkstücks 13 und die Trajektorien verschiedener Bereiche des Werkstücks 13 während und nach dem Bearbeitungsvorgang beschreibt. Vorteilhafterweise kann eine Einrichtung zum Vorhersagen und/oder Bestimmen der Bereiche des Werkstücks 13 mit keinen oder geringen Formänderungen und/oder kurzen Trajektorien in die Vorrichtung integriert oder damit verbunden sein, insbesondere ein Simulationstool für den jeweiligen Bearbeitungstypus und -ablauf.

[0034] Die Anzeige der optimierten Greifposition kann damit auch dadurch realisiert sein, dass eine Einrichtung zur Projizierung von optischen Markierungen auf die der Bereiche des Werkstücks 13 mit keinen oder geringen Formänderungen und/oder kurzen Trajektorien in oder an der Biegemaschine 1 vorgesehen ist. Eine weitere Alternative ist eine Einrichtung zur optischen Anzeige der Formänderungen des Werkstücks 13 und die Trajektorien verschiedener Bereiche des Werkstücks 13 während und nach dem Bearbeitungsvorgang.

[0035] Die oben erläuterte Gestaltung der Biegemaschine 1 bzw. jeder gleichartig ausgelegten Vorrichtung zur Materialbearbeitung ermöglichen die Bestimmung und Anzeige optimierter Greifpositionen des Werkstücks 13 unmittelbar während der Bearbeitung. Durch den Einsatz geeigneter Simulationstools ist es auch möglich, die gleiche Funktionalität mittels eines Offline-Programmiersystems zur Erstellung von Steuerbefehlen für die Steuerung 9 derartiger Vorrichtungen zur Verfügung zu stellen. Ein dementsprechendes System ist ausgestattet mit einer Daten-Eingabevorrichtung und einer optischen Anzeigeeinrichtung, sowie mit einer Daten-Schnittstelle zur Vorrichtung zur Materialbearbeitung, beispielsweise einer Biegemaschine 1 und/oder zu einem Speichermedium, mit welchem die Steuerbefehle für beliebige, mit entsprechenden Schnittstellen ausgestatteten Steuerungen 9 zur Verfügung gestellt und in diese eingespielt werden können.

[0036] Bevorzugt ist die Daten-Eingabevorrichtung zur Eingabe von Greifhaltungen und/oder Greifpositionen am Werkstück ausgelegt. Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht eine Auslegung der Daten-Eingabevorrichtung und der Daten-Schnittstelle und/oder des Speichermediums vor, die für jeden Arbeitsvorgang die optimierte Greifhaltung und/oder optimierte Greifposition am Werkstück zusammen mit einer Biegegrafik in den Speicher der Vorrichtung und/oder auf das Speichermedium schreibt. Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ist gekennzeichnet durch ein Auslegungstool für die optimale Greifhaltung und/oder optimale Greifposition am Werkstück, in welchem die menschliche Greifmechanik abgebildet ist.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Biegemaschine
- 2 Sensor- und Anzeigeeinheit
- 3 Maschinenrahmen
- 4 Seitenteil
- 5 Maschinentisch
- 6 Pressbalken
- 7 Unterwerkzeug
- 8 Bildschirm
- 9 Steuerung
- 10 AR Brille
- 11 Anzeigefläche
- 12 Projektor
- 13 Werkstück
- 14 Arm und Hand
- 15 Greifposition
- 16 Anzeigefläche

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Materialbearbeitung mit zumindest manueller Beschickung und/oder Bedienung, insbesondere zur Bearbeitung von metallischen Werkstücken (13), speziell eine Biegemaschine (1), mit zumindest einem Werkzeug (5, 6) und einer elektronischen Steuereinrichtung (9), die konfiguriert ist zum Auswählen und/oder Positionieren von Werkzeugen sowie zur Durchführung des Bearbeitungsvorganges mit Formänderung des Werkstücks (13), sowie mit einer optischen Anzeigeeinrichtung (8, 10, 11, 13), und vorzugsweise einer Einrichtung zur Anzeige der korrekten Ausrichtung des Werkstücks für den jeweiligen Bearbeitungsvorgang
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung (9) ausgelegt ist, für jeden Arbeitsvorgang eine optimierte Greifhaltung und/oder eine optimierte Greifposition (15) am Werkstück (13) zu bestimmen und anzuzeigen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Steuerung (9) ein Auslegungstool zur Ermittlung der optimalen Greifhaltung und/oder optimalen Greifposition (15) am Werkstück (13) implementiert ist, in welchem die menschliche Greifmechanik abgebildet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass für jeden Arbeitsvorgang die optimierte Greifhaltung und/oder optimierte Greifposition (15) am Werkstück (13) zusammen mit Biegegrafik im Speicher der Steuerung (9) abgelegt und zur Ausgabe auf der optischen Anzeigeeinrichtung (8, 10, 11, 13) zur Verfügung gestellt ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Speicher der Steuerung (9) ausgelegt ist, dass für jeden Arbeitsvorgang die optimierte Greifhaltung und/oder optimierte Greifposition (15) am Werkstück (13) zusammen mit Biegegrafik abgelegt und zur Ausgabe auf der optischen Anzeigeeinrichtung (8, 10, 11, 13) zur Verfügung gestellt werden kann.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **gekennzeichnet durch** eine Einrichtung zum Lesen von Informationen aus einer Bibliothek, die für Werkstücke (13) verschiedener Ausgangsformen und für verschiedene Bearbeitungsvorgänge die Formänderungen des Werkstücks (13) und die Trajektorien verschiedener Bereiche des Werkstücks während und nach dem Bearbeitungsvorgang beschreibt.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **gekennzeichnet durch** eine Einrichtung zum Vorhersagen und/oder Bestimmen der Bereiche des Werkstücks (13) mit keinen oder geringen Formänderungen und/oder kurzen Trajektorien.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **gekennzeichnet durch** eine Einrichtung zur Projizierung von optischen Markierungen (15) auf die der Bereiche des Werkstücks (13) mit keinen oder geringen Formänderungen und/oder kurzen Trajektorien.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6, **gekennzeichnet durch** eine Einrichtung (8, 10, 11, 13) zur optischen Anzeige der Formänderungen des Werkstücks (13) und die Trajektorien verschiedener Bereiche des Werkstücks während und nach dem Bearbeitungsvorgang.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die optische Anzeige durch eine AR (augmented reality) Brille (10) gebildet ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die optische Anzeige durch einen Bildschirm (8) gebildet ist.
11. Offline-Programmiersystem zur Erstellung von Steuerbefehlen für die Steuerung von Vorrichtungen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, mit einer Daten-Eingabevorrichtung und einer optischen Anzeigeeinrichtung, sowie mit einer Daten-Schnittstelle zur Vorrichtung zur Materialbearbeitung und/oder zu einem Speichermedium,
dadurch gekennzeichnet, dass die Daten-Eingabevorrichtung zur Eingabe von Greifhaltungen und/oder Greifpositionen am Werkstück ausgelegt ist.

12. Programmiersystem nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Daten-Eingabevorrichtung und die Daten-Schnittstelle und/oder das Speichermedium ausgelegt sind, für jeden Arbeitsvorgang die optimierte Greifhaltung und/oder optimierte Greifposition am Werkstück zusammen mit Biegegrafik in den Speicher der Vorrichtung und/oder auf das Speichermedium zu schreiben.
13. Programmiersystem nach Anspruch 11 oder 12, **gekennzeichnet durch** ein Auslegungstool für die optimale Greifhaltung und/oder optimale Greifposition am Werkstück, in welchem die menschliche Greifmechanik abgebildet ist.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

Fig.2

