



(10) **DE 10 2016 120 131 A1** 2018.04.26

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 120 131.6**
(22) Anmeldetag: **21.10.2016**
(43) Offenlegungstag: **26.04.2018**

(51) Int Cl.: **B23Q 7/12** (2006.01)
B07C 7/04 (2006.01)
B23Q 17/24 (2006.01)
B23Q 7/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG,
71254 Ditzingen, DE

(74) Vertreter:
Kramer Barske Schmidtchen Patentanwälte PartG
mbB, 80687 München, DE

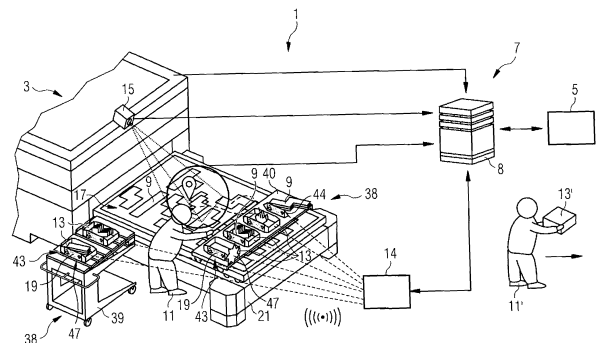
(72) Erfinder:
Kiefer, Manuel, 74889 Sinsheim, DE; Ottnad,
Jens, Dr., 76199 Karlsruhe, DE; Wahl, Eberhard,
73235 Weilheim, DE; Weiß, Korbinian, 70193
Stuttgart, DE; Schwarz, Benjamin, 70825 Korntal-
Münchingen, DE; Springer, Philipp, 70374
Stuttgart, DE; Denecke, Matthias, 02625 Bautzen,
DE; Schöne, David, 01920 Schönteichen, DE;
Krause, Stefan, 02681 Wilthen, DE; Keimel, Falko,
01877 Bischofswerda, DE

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Absortierunterstützungsverfahren und Flachbettwerkzeugmaschine**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zur Unterstützung eines Absortiervorgangs von auf einem Sortiertisch (21) angeordneten Werkstücken (9), die insbesondere mit einer Laserschneid- oder Stanz-Flachbettwerkzeugmaschine (3) mit einem Bearbeitungsplan (16) erzeugt wurden, umfasst ein Bereitstellen eines Bearbeitungsbilddatensatzes (16') des Bearbeitungsplans (16), der der Anordnung von mindestens einem Werkstück (9) zugrunde lag. Ferner umfasst das Verfahren ein bildgebendes Erfassen des Sortiertisches (21) mit einer Mehrzahl von räumlich nebeneinander angeordneten Werkstücken (9) und ein Erzeugen eines ersten Absortierbilddatensatzes (27), sowie ein wiederholtes bildgebendes Erfassen des Sortiertisches (21) und ein Erzeugen eines zweiten Absortierbilddatensatzes (29), nachdem mindestens ein Werkstück (9) der Mehrzahl von räumlich nebeneinander angeordneten Werkstücken (9) vom Sortiertisch (21) entnommen wurde. Darauf basierend umfasst das Verfahren ein Abgleichen der Absortierbilddatensätze (27, 29) unter Einbezug des Bearbeitungsbilddatensatzes (16'), wobei ein Sortiersignal erzeugt wird, das Information, die den Typ, die Lage und/oder die Form des mindestens einen entnommenen Werkstücks (9) umfasst, enthält.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Verfahren zum Unterstützen des Absortiervorgangs von mit einer Flachbettwerkzeugmaschine erzeugten Werkstücken, insbesondere zum Integrieren des Absortiervorgangs in die Ansteuerung von Flachbettwerkzeugmaschinen. Ferner betrifft die Erfindung entsprechend ausgebildete Flachbettwerkzeugmaschinen und Werkstücksammelstelleneinheiten.

[0002] Beim Absortieren von Teilen an Werkzeugmaschinen, insbesondere von Laserschnittgut oder gestanzten Werkstücken, insbesondere Blechteilen, vergleicht üblicherweise ein Bediener visuell jedes einzelne geschnittene Teil mit einer Auftragszeichnung des jeweiligen Teils. Ein derartig meist Papierbasiertes Absortieren erfordert ein individuelles Suchen eines speziellen fertigen Teils und dessen Zuordnung zum richtigen Auftrag, so dass eine entsprechende Weiterverarbeitung eingeleitet werden kann. Geschnittene oder gestanzte Blechteile werden dabei nach dem Bearbeitungsvorgang häufig in einem Verbund dem jeweiligen nachgelagerten Produktionsschritt zur Verfügung gestellt. Werden insbesondere viele unterschiedliche Teilformen geschnitten, wird der visuelle Vergleich aufwändig und fehleranfällig. So kann eine hohe Teilevielfalt Probleme bei der Teilerkennung und dem nachfolgenden sortierenden Ablegen in z. B. auftragsspezifisch vorgesehenen Werkstücksammelstelleneinheiten hervorrufen. Werden Teile falsch abgelegt, kann ein nachfolgender Prozess negativ beeinträchtigt werden.

[0003] In EP 1 524 063 A1 ist ein Verfahren zur Markierung von Werkstücken offenbart, bei dem eine Platte geschnitten oder gestanzt wird. Dabei projiziert ein Projektor unterschiedliche optische Markierungen auf die geschnittenen bzw. gestanzten Werkstücke. Dieses Verfahren soll dem Bediener das Absortieren der Werkstücke erleichtern, indem es ihm die Werkstücke anzeigt, sowie ein Ablaufsteuerverfahren für die Weiterverarbeitung oder -verwendung solcher geschnittener oder gestanzter Werkstücke angibt. Bei Werkstücken, die sehr klein sind, wie sie in der Blechbearbeitung häufig vorkommen, werden die Markierungen unter Umständen schlecht erkennbar, so dass Bediener zusätzlich auf das Papier-basierte Absortieren zurückgreifen.

[0004] Aus dem Bereich der Logistik sind verschiedene Verfahren zur Unterstützung von Arbeitern bekannt. Beispielsweise offenbaren WO 2014/028959 A1 ein Kamera-unterstütztes Verfahren zur Unterstützung eines Arbeiters bei Anlagen zur Manipulation von Waren, EP 1 487 616 B1 ein Verfahren zur automatischen Prozesskontrolle mit einer Arbeitsumgebungserfassung sowie EP 2 161 219 B1 und DE 10 2014 211353 A1 Verfahren der visuellen Unterstützung von manuellen

Kommissionierungsvorgängen. Ferner sind als Beispiel eines digital unterstützten Kommissionierungsvorgangs sogenannte Pick-by-Light-Implementierungen bekannt.

[0005] Einem Aspekt dieser Offenbarung liegt die Aufgabe zugrunde, die Zuordnung zu erleichtern, Fehler bei der Zuordnung zu reduzieren und/oder die Durchführung sich anschließender Prozesse effizient zu ermöglichen.

[0006] Zumindest eine dieser Aufgaben wird gelöst durch ein Verfahren zur Unterstützung eines Absortiervorgangs nach Anspruch 1, durch eine Flachbettwerkzeugmaschine nach Anspruch 13 und ein Verfahren zum Nachrüsten nach Anspruch 19. Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0007] In einem Aspekt umfasst eine Verfahren zur Unterstützung eines Absortiervorgangs von auf einem Sortiertisch angeordneten Werkstücken, die mit einer Flachbettwerkzeugmaschine, insbesondere einer Laserschneid- oder Stanz-Flachbettwerkzeugmaschine, mit einem Bearbeitungsplan erzeugt wurden, die folgenden Schritten:

Bereitstellen eines Bearbeitungsbilddatensatzes des Bearbeitungsplans, der der Anordnung von mindestens einem Werkstück zugrunde lag,

bildgebendes Erfassen des Sortiertischs mit einer Mehrzahl von räumlich nebeneinander angeordneten Werkstücken und Erzeugen eines ersten Absortierbilddatensatzes,

wiederholtes bildgebendes Erfassen des Sortiertischs und Erzeugen eines zweiten Absortierbilddatensatzes, nachdem mindestens ein Werkstück der Mehrzahl von räumlich nebeneinander angeordneten Werkstücken vom Sortiertisch entnommen wurde, und

Ableichen des ersten Absortierbilddatensatzes und des zweiten Absortierbilddatensatzes unter Einbezug des Bearbeitungsbilddatensatzes, wobei ein Sortiersignal erzeugt wird, das Information, die den Typ, die Lage und/oder die Form des mindestens einen entnommenen Werkstücks umfasst, enthält.

[0008] Ein weiterer Aspekt umfasst ein Verfahren zum Nachrüsten einer Flachbettwerkzeugmaschinen-Installation mit mindestens eine Flachbettwerkzeugmaschine, insbesondere einer Laserschneid- oder Stanz-Flachbettwerkzeugmaschine (3), zur Ausbildung einer intelligenten Fabrik (1) mit einem Manufacturing Execution System (5). Dabei erfolgt ein Nachrüsten einer Flachbettwerkzeugmaschine mit einer oder mehreren Kameras, die zur Ausgabe von Bildinformation über einen Sortiertisch der Flachbettwerkzeugmaschine an eine Steuerungseinheit der Flachbettwerkzeugmaschine für eine Bildverarbeitung zur Teilerkennung ausgebildet sind, ein

Einbinden der einen oder mehreren Kameras in das Manufacturing Execution System und ein Anpassen der Steuerungssysteme und/oder des Manufacturing Execution Systems zum Ausführen des hierin offenbarten Verfahrens zur Unterstützung eines Absortiervorgangs von auf dem Sortiertisch angeordneten Werkstücken, die mit der Flachbettwerkzeugmaschine mit einem Bearbeitungsplan erzeugt wurden.

[0009] In einem weiteren Aspekt umfasst eine Flachbettwerkzeugmaschine, insbesondere Laserschneid- oder Stanz-Flachbettwerkzeugmaschine, eine Bearbeitungseinheit, insbesondere einer Laserschneid- oder Stanz-Bearbeitungseinheit, und eine Steuerungseinheit, in der ein Bearbeitungsplan abgelegt ist, zur Ansteuerung der Bearbeitungseinheit zur Erzeugung von räumlich gemäß einem Bearbeitungsbilddatensatz nebeneinander angeordneten Werkstücken. Ferner umfasst die Flachbettwerkzeugmaschine einen Sortiertisch zum Bereitstellen der angeordneten Werkstücke zum Absortieren, insbesondere durch den Bediener, nach erfolgter Herstellung, und eine Erfassungseinheit zum bildgebenden Erfassen des Sortiertisches mit einer Mehrzahl von räumlich nebeneinander angeordneten Werkstücken und Erzeugen von mindestens einem ersten Absortierbilddatensatz zu einem ersten Zeitpunkt und einem zweiten Absortierbilddatensatz zu einem zweiten nachfolgenden Zeitpunkt. Dabei ist die Steuerungseinheit zum Durchführen der hierin offenbarten Verfahren ausgebildet.

[0010] In einigen Weiterbildungen kann das Verfahren zur Unterstützung eines Absortiervorgangs einen oder mehrere der folgenden Schritte umfassen:

Ausgeben eines Ablegesignals in Abhängigkeit des Sortiersignals zur Unterstützung der Zuordnung des entnommenen Werkstücks durch einen Bediener zu einem nachfolgenden Bearbeitungsschritt, insbesondere zum Ablegen des entnommenen Werkstücks an einer Werkstücksammelstelleneinheit,

Überwachen eines von einem Bediener durchgeführten Ablegevorgangs des entnommenen Werkstücks, wobei das Überwachen eines Ablegevorgangs beispielsweise eine Gewichtsüberwachung einer spezifischen Werkstücksammelstelle und/oder eine Überwachung einer Bewegungstrajektorie oder Bewegungsteiltrajektorie des entnommenen Werkstücks oder eines die Bewegung bewirkenden Objekts umfasst,

Ausgeben eines Sortiervorgangsvollendungssignals, wenn der Ablegevorgang einem dem Sortiersignal zugeordneten Ablegevorgang entspricht, und optional Aktualisieren einer Werkstücksammelstellen-spezifischen Anzeige bzgl. der Ablage des entnommenen Werkstücks,

Ausgeben eines Fehlersignals, wenn der Ablegevorgang von einem dem Sortiersignal zugeordneten Ablegevorgang abweicht, und optional Anzeigen von Information bezüglich des dem Sortiersignal zugeordneten Ablegevorgangs,

Überwachen eines Ablegevorgangs mindestens eines entnommenen Werkstücks in einer Ausschusssammelstelle durch einen Bediener, und Zuordnen des mindestens einen entnommenen Werkstücks als Ausschussstück und optional Aufnehmen des Ausschussstücks in einer Fehlteilliste,

Ausgeben eines Ergänzungsproduktionssignals an ein Produktionssystem,

Abgleichen von Produktionsparametern des entnommenen Werkstücks mit einem nachfolgenden Bearbeitungsplan, und bei Übereinstimmung der Produktionsparameter mit dem nachfolgenden Bearbeitungsplan und einer Verfügbarkeit bezüglich des entnommenen Werkstücks, Ergänzen des nachfolgenden Bearbeitungsplans mit einem Erzeugungsschritt zur Erzeugung eines Ersatzwerkstücks für das Ausschussstück,

eine Bildverarbeitung basierend auf einem aus dem ersten Absortierbilddatensatz und dem zweiten Absortierbilddatensatz erzeugten Differenzenbilddatensatz zur Lageerkennung einer Veränderung zwischen dem ersten Absortierbilddatensatz und dem zweiten Absortierbilddatensatz, eine Bildverarbeitung zur Erkennung der Form eines entnommenen Werkstücks, der Form der leer zurückgebliebenen Stelle auf dem Sortiertisch und/oder der Form der basierend auf dem Differenzenbilddatensatz erkannten Veränderung und/oder eine Bildverarbeitung für einen Vergleich der erkannten Form mit einer im Bearbeitungsprogramm hinterlegten Form, zum Beispiel als Teil des Schritts des Abgleichens des ersten Absortierbilddatensatzes und des zweiten Absortierbilddatensatzes,

Nachführen einer Änderung der Absolutlage des Ausgangsmaterials vor oder während der Bearbeitung eines Ausgangsmaterials gemäß dem Bearbeitungsplan, beispielsweise durch eine Nullpunktverschiebung oder eine Koordinatentransformation, zur Anpassung der tatsächlichen Lage des bearbeiteten Ausgangsmaterials auf dem Sortiertisch oder der angenommenen Lage gemäß Bearbeitungsplan,

Nachverfolgen der Bewegung von äußeren Kanten des Ausgangsmaterials, beispielsweise aufgrund einer globalen Verschiebung der Anordnung durch ein manuelles Eingreifen eines Bedieners, basierend auf den erfassten Bilddatensätzen,

ein optisches Erfassen von optischen Bildsignalen im sichtbaren und/oder infraroten Wellenlängenbereich und/oder ein Schallwellen-basiertes Erfassen von Ultraschall-Bildsignalen und ein Verarbeiten der erfassten optischen Bildsignale und/oder Ultraschall-Signale zu dem ersten Absortierbilddatensatz bzw. dem zweiten Absortierbilddatensatz, zum Beispiel als Teil des Schritts des bildgebenden Erfassens des Sortiertischs.

[0011] Die einzelnen Verfahrensschritte können mit einer Bearbeitungszeit, insbesondere teilweise parallel, derart schnell verarbeitet werden, dass das erzeugte Sortiersignal in weniger als 0,5 s, insbesondere in weniger als 0,2 s, insbesondere in weniger als 0,1 s nach der Entnahme des Werkstücks erzeugt wird. Allgemein kann das Sortiersignal Untersignale umfassen, die jeweils einem entnommenen Werkstück zugeordnet sind, wenn z. B. mehrere Werkstücke erfasst werden. Ferner können allgemein Signale als Information auf einer Datenbrille eines Bedieners und/oder einem Überwachungsmonitor eines Steuerungssystems und/oder als Blinksignale ausgegeben werden.

[0012] In einigen Weiterbildungen der Flachbettwerkzeugmaschine kann bei der Bildverarbeitung die Lage einer Veränderung im Differenzbild ermittelt werden. Die Bildverarbeitung erzeugt dabei das Differenzbild z. B. aus aufeinanderfolgenden Absortierbilddatensätzen. Da eine Differenzbild-basierte Analyse im Vergleich zu einem z. B. klassischen Pattern-Matching weniger durch Varianz von Oberflächen, Lichteinfall, Perspektive etc. gestört wird, kann eine höhere System-Toleranz erreicht werden. Allgemein kann somit vorteilhaft auf ein klassisches Pattern-Matching zur Werkstückidentifikation verzichten werden, da insbesondere beim Form-basierten Matching schon kleine Abweichungen eine Wiedererkennung von Bauteilen erschweren können. Gerade bei Beobachtung der Szene aus seitlicher Perspektive wäre ein derartiger klassischer Bildverarbeitungsansatz erschwert, weshalb wohl derartige Ansetze bisher auch noch keine Umsetzung insbesondere bei Flachbettwerkzeugmaschinen fanden. Dagegen werden mit dem hierin offenbarten Konzepten derartige Probleme gelöst.

[0013] In einigen Weiterbildungen der Bildverarbeitung kann zusätzlich eine vor oder während dem Bearbeitungsvorgang erfolgte Veränderung der Absolutlage der Tafelgeometrie berücksichtigt werden. Dies kann beispielsweise durch von der Steuerungseinheit/dem MES bereitgestellter Information zu einer beispielsweise Nullpunktverschiebung und/oder Koordinatentransformation erfolgen, die dann die zur Anpassung der tatsächlichen Lage des Rohmaterials im Arbeitsraum in die Bildverarbeitung einfließt.

[0014] In einigen Weiterbildungen der Flachbettwerkzeugmaschine ist die Erfassungseinheit zum optischen Erfassen von Bildsignalen im sichtbaren und/oder infraroten Wellenlängenbereich und/oder ein Schallwellen-basiertes Erfassen von Ultraschall-Bildsignalen ausgebildet und umfasst entsprechende Sensoren.

[0015] Ferner kann die Flachbettwerkzeugmaschine eine bewegbare Werkstücksammelstelleneinheit, optional einer Ausschusssammelstelle umfassen. Zusätzlich oder alternativ kann sie ein System zum Überwachen eines Ablegevorgangs, insbesondere zur Gewichtsüberwachung einer spezifischen Werkstücksammelstelleneinheit und/oder Überwachung einer Bewegungstrajektorie oder Bewegungsteiltrajektorie eines entnommenen Werkstücks oder eines die Bewegung bewirkenden Objekts.

[0016] Die Werkstücksammelstelleneinheit kann ferner einen Ablegebereich für Werkstücke, die im Rahmen eines Bearbeitungsplans von der Werkzeugmaschine erzeugt wurden, und eine Anzeigeeinheit aufweisen, die dazu ausgebildet ist, von der Steuerungseinheit der Werkzeugmaschine Information über die abgelegten Werkstücke zu empfangen und für einen Bediener auszugeben. Die Anzeigeeinheit kann ferner Information über die Anzahl der abgelegten Werkstücke, einen nachfolgenden Bearbeitungsschritt und einen zugrundeliegenden Auftrag empfangen und ausgeben. Beispielsweise ist die Anzeigeeinheit eine reale, beispielsweise als E-Ink-Anzeige, am Ablegebereich angebrachte und/oder eine digital im Rahmen einer Steuerungsdarstellung emulierte Anzeigeeinheit, beispielsweise im Rahmen eines z.B. auf einem Tablet angezeigten User-Interfaces, umfasst.

[0017] Die Erfinder haben insbesondere erkannt, dass die hierin offenbarten Konzepte und deren Anwendung in den hierin beschriebenen Vorrichtungen insbesondere für spiegelnde oder teildurchsichtige Werkstücke geeignet sind und Vorteile beim Absortieren bereitstellen können. Spiegelnde oder teildurchsichtige Werkstücke umfassen z. B. Werkstücke aus Blech, Glas, Halbleitersubstrat-Strukturen, Leiterplatten-Strukturen und Kunststoffteile, wobei die Materialien selbst, und insbesondere deren Oberflächeneigenschaften, Licht transmittieren oder zumindest teilweise reflektieren können. Insbesondere bei derartigen Werkstücken wurde erkannt, dass z. B. die Erkennbarkeit von projizierten Markierungen auch bei größeren Werkstücken oft unzureichend sein kann und dadurch Bediener zusätzlich auf das Papier-basierte Absortieren zurückgreifen. Die hierin offenbarten Konzepte können dagegen gerade auch für derartige Werkstücke die Effizienz beim Absortieren steigern.

[0018] Ferner hat sich gezeigt, dass die hierin offenbarten Konzepte und deren Anwendung in den hierin

beschriebenen Vorrichtungen den zusätzlichen Nutzen für den Bediener aufweisen können, dass dieser nicht an ein vorgegebenes Ablaufsteuerverfahren gebunden ist, nach welchem er die Teile abzusortieren hat. So haben Versuche mit unterschiedlichen Bedienern beim Absortieren mit und ohne Einsatz der hierin offenbarten Konzepte überraschenderweise ergeben, dass ein Absortieren meist dann schneller und effizienter erfolgt, wenn ein Bediener in der Reihenfolge des Absortierens seinem eigenen Plan nachgehen kann und nicht an eine externe Vorgabe gebunden wird. Dies beruht unter anderem evtl. auf den spezifischen Umständen beim Absortieren von Werkstücken, die mit Flachbettwerkzeugmaschinen erstellt werden. Derartig erzeugte Werkstücke kommen zusammen mit dem Schnittabfall, der z. B. in Form eines Restgitters ausgestaltet ist, auf dem Sortiertisch an. Aufgrund des Trennvorgangs können die Werkstücke oftmals noch mit dem Schnittabfall (dem Restgitter) durch winzige Restverbindungen (sogenannte Micro-joints) verbunden sein. Bei Absortieren trennt der Bediener nun die Werkstücke erst vom Restgitter ab und sortiert sie dann auf Werkstück-spezifische Ablagen. Wenn einzelne Werkstücke nicht mehr ganz fest an ihrem vorgegeben Platz auf dem Sortiertisch liegen, bzw. noch mit dem Restgitter verbunden sind und so z. B. schon schräg im Restgitter hängen, kann es für den Bediener vorteilhaft sein, diese zuerst abzusortieren. Dieses Vorgehen gilt insbesondere für biege-feste Werkstücke, so dass die hierin offenbarten Konzepte und deren Anwendung in den hierin beschriebenen Vorrichtungen auch besonders geeignet für das Absortieren von biegefesten Werkstücken sein können. Ein biegefestes Werkstück kann beispielsweise aus Blech, Glas oder Kunststoff sein. Ferner sind aus einem Halbleitersubstrat oder einer Leiterplatte geschnittene (oder gestanzte) Teile oft biege-fest.

[0019] Allgemein kann eine Flachbettwerkzeugmaschine eine Laserschneid- oder Stanz-Flachbettwerkzeugmaschine sein, die nur mittels Laser trennt oder die nur mittels Stanzen trennt. Ferner kann eine Flachbettwerkzeugmaschine eine Kombinationsmaschine sein, die beide Trennverfahren umsetzt. Auf der Flachbettwerkzeugmaschine können auch weitere Verarbeitungsschritte wie z.B. Entgraten, Biegen, Falzen, Schweißen, Bohren, Gewindeschneiden, etc. ausgeführt werden.

[0020] Allgemein werden die Werkstücke aus z. B. Blech, Glas, Halbleitersubstrat-Strukturen, Leiterplatten-Strukturen und Kunststoffteilen erzeugt. Die zugrundeliegenden Materialien weisen Eigenschaften auf, die eine Bildgebung mit den jeweilig einzusetzenden bildgebenden Verfahren ermöglichen. Hinsichtlich einer optischen Bildgebung können die Materialeigenschaften der Werkstücke, und insbesondere deren Oberflächeneigenschaften, Licht im sichtbaren und/oder infraroten Wellenlängenbereich auch

z. B. zumindest teilweise transmittieren oder zumindest teilweise reflektieren, ohne dass die Bilddatenerfassung wesentlich beeinflusst wird. Ferner weisen die Materialien meist eine harte, insbesondere schall- und ultraschallreflektierende, Oberfläche auf, was insbesondere auch eine Ultraschall-basierte Bilddatenerfassung ermöglicht. Die angesprochenen Laserschneid- oder Stanz-Flachbettwerkzeugmaschinen werden ferner üblicherweise zur Erzeugung von Werkstücken aus einem festen Material eingesetzt, das eine Biegefestigkeit (Steifigkeit) aufweist, die zu keiner wesentlichen Verformung beim schnellen manuellen Absortieren führt.

[0021] Ferner sind die hierin offenbarten Konzepte und deren Anwendung in den hierin beschriebenen Vorrichtungen auf das Bereitstellen von unterstützender Information möglichst in Echtzeit ausgelegt. Die zeitnahe Bereitstellung ist wesentlich, da der Absortiervorgang, dessen zeitlicher Ablauf vom Fluss und der Geschwindigkeit der manuellen Vorgänge des Bedieners bestimmt wird, gerade möglichst nicht (durch z. B. Warten auf ein Sortiersignal) verlangsamt werden soll oder zumindest zeitnah eine Rückkopplung über erfolgte Tätigkeiten (z. B. der richtig oder falsch erfolgten Zuordnung zu einer Sammelstelle) gegeben werden soll. Somit ist beispielsweise eine korrekte Durchführung der Buchungen der verschiedenen Sortiervorgänge in Echtzeit wesentlich für die Implementierung der hierin offenbarten Konzepte im Rahmen einer intelligenten Fabrik. Nur bei einer zeitnahen Erkennung kann das System vernünftige Vorschläge erstellen und dem Bediener zugänglich machen. Die vorgeschlagene Absortierunterstützung führt dazu die wichtigen Schritte wie Bildgebung, Abgleich und Verbuchungen im MES z. B. automatisch im Hintergrund aus. Allgemein werden die Komponenten und Systemstrukturen derart ausgelegt, dass die einzelnen Verfahrensschritte mit einer kurzen Bearbeitungszeit, insbesondere teilweise parallel, verarbeitet werden. Bevorzugt wird das Sortiersignal z. B. in weniger als 0,5 s, insbesondere in weniger als 0,2 s, und insbesondere ferner in weniger als 0,1 s nach der Entnahme des Werkstücks erzeugt.

[0022] In einigen Ausführungsformen wird einem Bediener beim Aufnehmen eines z. B. geschnittenen Teils angezeigt, in welche Kiste (als Beispiel einer Werkstücksammelstelleneinheit) dieses zu legen ist. Die Anzeige kann insbesondere optisch erfolgen. Denkbar ist aber z. B. auch eine akustische Anzeige bzw. akustische Unterstützung einer optischen Anzeige. Dabei kann gleichzeitig automatisch eine spezifische Teilzugehörigkeit im übergeordneten System verbucht werden, sobald die Ablage erfolgte. Bei fehlenden Teilen, z. B. aufgrund von Ausschuss oder Maschinenfehlfunktionen, kann eine Nachproduktion direkt über eine Schnittstelle zu einem Produktionssystem (Manufacturing Execution System: MES)

initiiert werden. Das Produktionsleitsystem ist Teil eines vielschichtigen Managementsystems zur Überwachung und Durchführung einer zumindest teilautomatisierten Produktion. Es ist z. B. in die Ausführung, Steuerung oder Kontrolle der Produktion, insbesondere einzelner Produktionsschritte, in Echtzeit eingebunden.

[0023] Das Werkzeugmaschinensystem umfasst für die Ausführung der hierin offenbarten Konzepte eine Kamera (oder ein Kamerasystem bestehend aus mehreren Kameras), um den gesamten interessierenden Raum erfassen zu können. Die eine oder mehrere Kameras können beispielsweise festinstalliert am Maschinengehäuse Bildinformation des Sortiertischs einer Flachbett- oder Stanz-Laserschneidmaschine liefern. Nach Kalibrierung der Kamera des Kamerasystems auf die Blechoberfläche/den Sortiertisch kann bei den hierin offenbarten Verfahren eine Bildverarbeitungsalgorithmik zur Teilerkennung eingesetzt werden. Die in das Verfahren zur Unterstützung eines Absortiervorgangs integrierte Kamera erlaubt es somit, z. B. mittels Bildverarbeitung ein jeweils vom Bediener gegriffenes Teil, z. B. anhand seiner Form und/oder Lage auf dem Sortiertisch, zu identifizieren. Die Bildverarbeitungsalgorithmik kann insbesondere auf die Auftragsinformation zugreifen und somit eine Identifizierung der Teile erleichtern.

[0024] Ferner kann mittels Laser bzw. Markierlaser z. B. ein QR-Code oder eine Materialnummer während der Bearbeitung eingraviert werden. Mithilfe der Kamera kann diese Codierung ausgelesen und anschließend zur Identifikation und Absortierunterstützung eingesetzt werden. Alternativ oder ergänzend kann ein Bediener eine Datenbrille einsetzen, welche ergänzende Bildinformation für die Teilerkennung liefern kann und bei der zusätzlich zum real erfassten Bild der Umgebung weitere Informationen, beispielsweise der QR-Code oder eine Materialnummer, innerhalb des Sichtbereiches eingeblendet werden.

[0025] Das übergeordnete Absortiersystem kann aufgrund des Abgleichs der durch die Bilderfassung und Auswertung gewonnenen Information mit der Auftragsinformation die Werkstückerkennung unterstützen und z. B. die vorgesehene Ablage identifizieren. Z. B. wird dem Bediener über die Datenbrille die Ablage sichtbar gekennzeichnet und der Bediener erhält eine Rückmeldung, ob das Teil korrekt abgelegt wurde.

[0026] Mit der Kamera und insbesondere dem Abgleich der erfassten Bildinformation mit Schnittanweisungen des Bearbeitungsplans (z. B. eines Schneidprogramms) kann erkannt werden, dass ein produziertes Werkstück aus dem mit der Kamera überwachten Arbeitsraum entnommen wurde. Über eine Schnittstelle zum MES kann ferner ermittelt werden, zu welcher Station das Teil als nächstes zu transpor-

tieren ist. Ein optisches Signal an den auch als Ladungsträgern bezeichneten Werkstücksammelstelleneinheiten, wie Europaletten oder Transportkisten, kann dabei derart angesteuert werden, dass angezeigt wird, in welche das Teil abgelegt werden muss. Optische Signale umfassen beispielsweise spezifische Displays, eine Aktivierung von spezifischen LEDs oder eine Projektion von Information auf den Ladungsträger.

[0027] Eine Bildüberwachung und/oder ein Ortungssystem und/oder eine Sensorik am Ladungsträger kann die korrekte Ablage erkennen und überprüfen. Mit Rückmeldung an das MES kann bei Ausschussteilen, die z. B. an einer Ausschusssammelstelle abgelegt wurden, beispielsweise zum nächstmöglichen Zeitpunkt automatisch eine ergänzende Nachproduktion eingeleitet werden.

[0028] Allgemein können die hierin offenbarten Konzepte eine Erhöhung der Prozesssicherheit, eine Optimierung von Durchlaufzeiten und entsprechend eine Kostenoptimierung der Produktion ermöglichen. Im Speziellen können die hierin offenbarten Konzepte eine z. T. erhebliche Zeitanparung im Prozess von der Herstellung einer erforderlichen Teilanzahl bis zur nachfolgeprozesskorrekten Ablage bewirken, Fehler bei der Zuordnung vermeiden und intuitive Arbeitsabläufe durch z. B. automatische Verbuchung von Werkstücken ermöglichen. Mehrere Aufträge können in einer Tafel (z. B. zu schneidendes Blech) prozesssicher umgesetzt werden und eine auftragsübergreifende Separierung der geschnittenen Teile für die jeweiligen Folgeprozesse wird möglich. Die Handhabung der Komplexität von mehreren Aufträgen auf einer Tafel beim Absortieren ermöglicht ein automatisches (zyklisches) neues Schachteln aller offenen Aufträge gemeinsam.

[0029] So können eine flexible Abarbeitung der Teilentnahme und ein papierloser Prozessablauf (mit der begleitenden Zeiteinsparung in der Arbeitsvorbereitung), eine Einbindung von Laserschneidmaschinen oder Stanzmaschine in den teilautomatisierten Herstellungsprozess effizienter gestalten. Ferner kann durch die Fehlervermeidung und die automatische, korrekte Verbuchung die Basis für eine datenbasierte Echtzeitsteuerung der Blechfertigung gelegt werden. Entsprechend werden auch Maschinen, die bei der Erstellung von kleinen Losgrößen eingesetzt werden, in eine von MES im Rahmen der Industrie 4.0 gesteuerte Blechfertigung einbindbar.

[0030] Ferner kann der Einsatz von den Bediener einschränkenden mobilen Handgeräten wie Scanner oder Tablet entfallen.

[0031] Hierin werden Konzepte offenbart, die es erlauben, zumindest teilweise Aspekte aus dem Stand der Technik zu verbessern. Insbesondere ergeben

sich weitere Merkmale und deren Zweckmäßigkeiten aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsformen anhand der Figuren. Von den Figuren zeigen:

Fig. 1 eine schematische räumliche Darstellung eines Ausschnitts einer intelligenten Fabrik mit einer Laserschneid- oder Stanz-Flachbettwerkzeugmaschine,

Fig. 2 eine schematische räumliche Darstellung einer beispielhaften Anordnung zur bildgebenden Erfassung eines Absortierbilddatensatzes,

Fig. 3 schematische beispielhafte Darstellungen eines Bearbeitungsbilddatensatzes eines Bearbeitungsplans und zweier erfasster Absortierbilddatensätze,

Fig. 4 eine schematische räumliche Darstellung einer beispielhaften Überwachung eines Ablegevorgangs eines entnommenen Werkstücks,

Fig. 5 eine schematische räumliche Darstellung einer beispielhaften Werkstücksammelstelleneinheit und

Fig. 6 ein Flussdiagramm zur Verdeutlichung eines beispielhaften Verfahrensablaufs bei der Unterstützung eines Absortiervorgangs.

[0032] Hierin beschriebene Aspekte basieren zum Teil auf der Erkenntnis, dass bei Laserschneid- oder Stanz-Flachbettwerkzeugmaschinen das Vorliegen eines genauen Schneidplans in Kombination mit einem bildgebenden Erfassen des Sortiertischs, auf dem das erzeugte Schnittgut angeordnet ist, zur Unterstützung eines Absortiervorgangs und zum Gewinnen von für weitere Prozessabläufe geeigneter Information genutzt werden kann.

[0033] Die hierin beschriebenen Konzepte betreffen insbesondere Flachblechanlagen, die mittels Stanzen oder Laserschneiden aus sogenannten Tafeln (Ausgangsbleche mit vorbestimmter Dicke und vorbestimmten Flächenmaß) Werkstücke für nachfolgende Bearbeitungsschritte erzeugen. Insbesondere kann mit einer durch den Lasereinsatz sehr flexiblen Blechbearbeitung ein Werkstück in eine frei wählbare, bei Flachbettmaschinen flache Form überführt werden. Nachfolgende Biege- und Schweißprozesse erzeugen dann ein räumliches Produkt. Bei derartigen Laserschneid- oder Stanz-Flachbettwerkzeugmaschinen ist ein Bearbeitungsplan (z. B. Schneidplan) als Eingangsparameter in der Maschinensteuerung hinterlegt, der die genauen Formen und relative Positionen der erzeugten Werkstücke zueinander enthält. Neben dem (Schneid-) Bearbeitungsplan kann ferner zusätzliche z. B. während des Bearbeitungsvorgangs gewonnene Information, wie beispielsweise eine Koordinatentransformation zur Anpassung des (Schneid-) Bearbeitungsplans an die tatsächliche Lage des Rohblechs, genutzt werden. Derartige Information wird beispielsweise in der

Steuerungseinheit mit dem (Schneid-) Bearbeitungsplan verknüpft abgelegt und bei Bedarf auch mit MES kommuniziert.

[0034] Sinkende Losgrößen, d. h. das Erfordernis in kurzen Zeitfenstern kleine Stückzahlen herstellen zu können, und überdies individualisierte Produkte sind aktuelle Herausforderungen an das Stanzen oder Laserschneidens, die sich insbesondere auf die Automatisierung von Produktionsabläufen in Blechfertigungsunternehmen auswirken. Die hierin beschriebenen Konzepte können insbesondere bei kleineren Losgrößen IT-gestützt Abläufe koordinieren und integrieren, diese einzelnen Maschinen zuordnen und bei einer anpassbaren Produktionsplanerstellung mitwirken.

[0035] Ziel ist es dabei, den hohen Anforderungen durch unterschiedlichste Produkte in sogenannten intelligenten Fabriken (den „smart Factories“) gerecht zu werden. Die Erfinder haben erkannt, dass zur effizienteren Gestaltung von Fertigungsprozessen insbesondere Potenzial in den indirekten Prozessen, d.h. den dem Trennprozess vor- und nachgelagerten Schritten, liegt. Werden z. B. das Absortieren und das Ausgleichen von Ausschusswerkstücken effizienter und fehlerfreier ermöglicht, kann die Durchlaufzeit eines Auftrags über alle Fertigungsprozesse hinweg verkürzt und eine effizientere Auslastung der intelligenten Fabrik erreicht werden.

[0036] Eine transparente Fertigungsplanung, in der indirekte Prozesse vernetzt sind, bringt Übersicht in die Produktionsabläufe und erlaubt es, diese zu optimieren. Dabei wird der Bediener zum Prozessmanager, der mit seinem Überblick den Materialfluss gerade bei Aufträgen mit kleinen Losgrößen steuert.

[0037] **Fig. 1** zeigt eine Übersicht einer intelligenten Fabrik 1 („smart factory“), die sich selbst anpassende Produktionsressourcen, wie eine beispielhaft dargestellte Laserschneid- oder Stanz-Flachbettmaschine 3, und ein zugehöriges MES 5 umfasst. In einem Netzwerk 7 laufen die virtuellen und physischen Produktionselemente und Produktionsschritte, insbesondere die Informationen über Werkstücke 9 (erforderliche Anzahl, Form, Material, Typ...) im MES 5 zusammen. Eine Steuerungseinheit 8, wie ein PC, Rechenknoten oder ähnliche geeignete Hardware, dient der Ansteuerung der Flachbettmaschine 3 sowie weiterer ihr zugeordneter Komponenten. Die Steuerungseinheit 8 ist insbesondere zum Unterstützen des Absortierens während eines Echtzeit-Betriebs der intelligenten Fabrik ausgebildet. Das zugrundeliegende Rechensystem weist beispielsweise digitale Prozessorsysteme mit Dateneingänge und Steuerungsausgänge aufweisenden Mikroprozessorkreisen auf, die gemäß computerlesbaren auf einem computerlesbaren Medium gespeicherten Anweisungen betrieben werden. Üblicherweise umfasst die Steuerungsein-

heit **8** eine hohe Rechenleistung für die Echtzeiterstützung sowie Langzeit- (nicht volatil) Speicher zum Speichern der Programmanweisungen als auch sehr schnellen Kurzzeit- (volatil) Speicher zum Speichern von erfassten Daten und Auswertungsergebnissen während (oder sich ergebend aus) der Bilddatenerfassung und der Bilddatenverarbeitung.

[0038] Fig. 1 zeigt ferner zwei Absortiervorrichtungen **38**, eine als Wagen **39**, und eine über dem Sortiertisch **21** verfahrbare Brücke **40**. Auf den Absortiervorrichtungen **38** stehen jeweils mehrere Werkstücksammelstelleneinheiten **13**. An jeder Werkstücksammelstelleneinheit **13** befindet sich eine Anzeigeeinheit **43** mit einer Anzeige **19** und eine Signalabgabevorrichtung **47**.

[0039] Ein Bediener **11** sortiert die Werkstücke **9**, die einer von der Flachbettmaschine **3** ausgegebenen Tafel **17** entnommen wurden, den Werkstücksammelstelleneinheiten **13** zu. Dabei wird ihm nach Entnahme der Werkstücke **9** von der entsprechenden Signalabgabevorrichtung **47** angezeigt, zu welcher Werkstücksammelstelleneinheit **13** er das Werkstück **9** legen soll. Auf der Anzeige **19** wird der Status (allgemein Werkstückinformation) angezeigt, z.B. die Anzahl der abgelegten Werkstücke **9**, wie viele noch fehlen oder ob ein Fehler erkannt wurde. Ferner ist in Fig. 1 eine kombinierte Signal-/Anzeigeeinheiten **44** auf der Brücke **40** gezeigt, die großen Werkstücken zugeordnet ist.

[0040] Ein Bediener **11**, dem als „augmented operator“ umfassende Informationen möglichst in Echtzeit zur Verfügung gestellt werden, steuert und überwacht die Fertigung. Als Erfahrungsträger und Entscheider behält der Bediener **11** die finale Entscheidungsfunktion in allen relevanten Abläufen des Produktionsnetzwerks. So kann er Zielvorgaben situativ und kontextabhängig beeinflussen, unterstützt von IT-basierten Assistenzsystemen, wie dem hierin offenbarten Verfahren zur Unterstützung eines Absortiervorgangs und den hierin offenbarten Werkstücksammelstelleneinheiten **13**.

[0041] Die Flachbettmaschine **3** ist mit Hinblick auf die Produktionsplanung eine mit anderen Komponenten in Kontakt stehende „social machine“, die insbesondere mit der Auftragssteuerung und dem MES **5** intelligent vernetzt ist. So kann z.B. auf mögliche Abweichungen im Schneidprozess eigenständig und situationsabhängig reagiert werden.

[0042] In einer klassischen Fertigung würde ein Bediener Arbeitspapiere zu Aufträgen immer wieder zur Hand nehmen, manuell die Aufträge starten, Teile sortieren und diese Laufzettel und Einrichteplänen zuordnen. Entsprechend häufig kann die Maschine so über längere Zeiträume still stehen.

[0043] Im Unterschied dazu optimiert die vernetzte Fertigung in der intelligenten Fabrik **1** ihre indirekten Prozesse und bringt Übersicht in die durchzuführenden Produktionsabläufe. Dabei wird der Bediener **11** zum Prozessmanager, der den Überblick behält und den Materialfluss regelt. Allgemein ist das Abräumen und Sortieren z. B. geschnittener Teile zeitintensiv, fehleranfällig und in dieser komplexen Form (mehrere Aufträge aus einem Rohling) eine große Herausforderung. Mit den hierin vorgeschlagenen Konzepten können beispielsweise Fertigungsaufträge für kleine Stückzahlen pro Los für z. B. verschachtelte Teile effizient absortiert werden.

[0044] Wie nachfolgend ausführlicher erläutert wird, kann durch den Einsatz eines bildgebenden Systems, z. B. einer Kamera **15** mit Bildverarbeitung, sowie z. B. einem unterstützend bereitgestellten automatisierten Orten der Hand des Bedieners **11** erkannt werden, welches Werkstück **9** einer von der Flachbettmaschine **3** ausgegebenen Tafel **17** entnommen wurde. Anschließend kann sich eine Anzeige **19** an einer der intelligenten und vernetzten Werkstücksammelstelleneinheit **13** melden und dem Bediener **11** den z. B. vom MES **5** zugeordneten Ablageort anzeigen (siehe auch Schritte **63**, **65** in Fig. 6). Die Ortung der Hand kann zusätzlich eine Verbuchung des Ablagevorgangs im MES **5** ermöglichen. Ferner können die als z. B. intelligente Kisten ausgeführten Werkstücksammelstelleneinheiten **13** auf z. B. einem e-Ink-Display aktuelle vom MES **5** erhaltene Auftragsinformationen ausgeben. Sie ermöglichen z. B. eine (evtl. räumlich grobe) elektrische Ortung und können beispielsweise durch Blinken dem Bediener eine intuitive „Feinsuche“ ermöglichen. Beispielsweise sind die Werkstücksammelstelleneinheiten **13** mit einem eigenen Datenversorgungssystem **14** verbunden, welches insbesondere mit dem MES **5** und der Steuerungseinheit **8** zum Datenaustausch in Verbindung steht.

[0045] Nach erfolgter Absortierung einer Anzahl von benötigten Werkstücke in eine Werkstücksammelstelleneinheit **13'** wird diese beispielsweise von einem Bediener **11'** (oder automatisiert von einem Robotersystem) zu einem nachfolgenden Bearbeitungsschritt gebracht.

[0046] Die hierin vorgeschlagene Lösung erfolgt über einen elektronischen Assistenten, der den Bediener **11** informationsseitig mittels situativer Informationsbereitstellung unterstützt. Diese erlaubt es dem Bediener **11** weiterhin individuelle Präferenzen (wie: wo fange ich an, lege ich kleine Handpuffer an oder nicht, ...) bei der Absortierung umzusetzen. Die Lösung folgt dem Grundprinzip: Beobachten, Auswerten und situativ benötigte Informationen bereitstellen.

[0047] Fig. 2 und Fig. 3 zeigen beispielhaft wie ein Absortierbilddatensatz mit einem die Kamera **15** um-

fassenden Kamerasystem zur bildgebenden Erfassung gewonnen und verarbeitet wird (siehe auch Schritte **53**, **55**, **57** in **Fig. 6**). Um entnommene Teile erkennen zu können, erfasst die Kamera **15** einen Sortiertisch **21** der Flachbettmaschine **3**, und insbesondere den Arbeitsraum **23** über der bearbeiteten Tafel, die absortiert werden soll. Die Absortierung erfolgt durch einen Bediener **11**, im Ausführungsbeispiel in Gestalt eines lebenden Menschen, also keinem Roboter. Um die Position des z. B. geschnittenen Blechs auf der Palette bestimmen zu können, muss die Kamera **15** auf die Maschinenkoordinaten kalibriert sein. Die Kamera ist Teil eines bildgebenden Systems, das beispielsweise optisch im sichtbaren und/oder infraroten Wellenlängenbereich und/oder mit Schallwellen, insbesondere Ultraschallwellen, ein Bild des Sortiertischs **21** mit den zu sortierenden Teilen erfasst. Entsprechend umfasst die Kamera eine Sensorik zur Aufnahme von Bildsignalen in den Wellenlängenbereichen. Das bildgebende System umfasst eine Bildverarbeitungseinheit zur Erzeugung des Bildes aus den Bildsignalen.

[0048] Auf der Steuerungseinheit **8** mit Schnittstelle zur Kamera **15** und zur Flachbettmaschine **3** wird mit geeigneten Verfahren der Bildverarbeitung (z. B. Differenzbilderzeugung) erkannt, wenn ein Werkstück **9** vom Sortiertisch **21** entnommen wird. Dafür rekonstruiert die Software über die Schnittstelle zur Flachbettmaschine **3** aus dem Bearbeitungsprogramm die Belegung der Tafel **17** und die Umrisse der z. B. geschnittenen Werkstücke **9**.

[0049] **Fig. 3** zeigt schematisch einen Bearbeitungsplan **16** mit einem Bearbeitungsbilddatensatz **16'**, der der Anordnung von mindestens einem Werkstück **9** auf dem Sortiertisch **21** zugrunde lag (siehe auch Schritt **51** in **Fig. 6**). Man erkennt beispielhaft geplante Formteile in drei Typen a, b, c auf einer schematischen Tafel **17'**, die drei Aufträgen A, B, C zugeordnet sind. Ferner erkennt man, dass die erzeugten Formteile nach den Typen a, b, c auf einem Wagensymbol **25'** als Werkstücksammelstelleneinheiten in drei Stapel sortiert werden sollen.

[0050] **Fig. 3** zeigt ferner schematisch ein erstes Kamerabild **27** der Tafel **17** mit den daraus ausgeschnittenen Formteilen, das direkt nach dem Schneidvorgang, d. h. vor dem ersten Abnehmen eines Formteils, zu einem ersten Zeitpunkt erfasst wurde. Ein weiteres Kamerabild **29** zeigt die Tafel **17** nach dem ersten Abnehmen eines Formteils a (gestrichelter Bereich **31** in **Fig. 3**), d. h. zu einem zweiten (dem ersten Zeitpunkt nachfolgenden) Zeitpunkt.

[0051] Über eine ständige Erzeugung eines z. B. Differenzbildes zwischen dem realen Kamerabild und einem Referenzbild kann eine Änderung festgestellt werden, die auf ein entnommenes Werkstück hinweist. Ein Abgleich mit z. B. einer virtuellen Überlage-

rung des Bearbeitungsbilddatensatzes des CNC-Programms oder eines Formteil-Typs kann dann das entnommene Werkstück identifizieren. Damit wird eindeutig erkannt, wenn ein Teil entnommen wurde und welches Teil entnommen wurde. Nach jedem entnommenen Teil kann das Referenzbild mit der neuen Szene aktualisiert werden.

[0052] Der Abgleich kann dabei auch ein Nachführen der Absolutlage der Tafel mit den z. B. ausgeschnittenen Werkstücken erfolgen. Dies kann beispielsweise durch ein zusätzliches Erfassen der äußeren Kanten des Rohblechs erfolgen. Das Nachführen erlaubt es, dass eine globale Verschiebung der Anordnung, z. B. durch das manuelle Eingreifen des Bedieners, ausgeglichen werden kann.

[0053] Ferner kann die Flachbettmaschine **3** zum Eingravieren von Werkstück-spezifischen QR-Codes oder Materialnummern ein Lasersystem aufweisen (beispielsweise einen zusätzlichen Markierlaser oder einen entsprechend einstellbaren Schneidlaser). Wurde ein Werkstück mit einem QR-Code oder einer Materialnummer während der Bearbeitung versehen, kann anschließend das Kamerasystem diese Codierung zusätzlich erkennen und auslesen. Dies kann eine schnellere Zuordnung eines Werkstücks z. B. zu den im Bearbeitungsplan hinterlegten und zu erzeugenden Werkstücken und/oder zu weiteren im MES **5** hinterlegten Verarbeitungsschritten erlauben.

[0054] Um dem Bediener **11** mitteilen zu können, was mit dem entnommenen Teil als nächstes passieren soll (klassischerweise wird es zum Weitertransport in eine Kiste als Werkstücksammelstelleneinheit **13** gelegt), hat die Steuerungseinheit **8** Zugriff auf das MES **5**. Dort sind nicht nur der nächste Standort (in welche Kiste muss das Teil gelegt werden), sondern auch weitere Informationen wie z. B. Material, Auftragsnummer, Kunde usw. hinterlegt.

[0055] Die Werkstücksammelstelleneinheiten **13** besitzen ebenfalls eine Kommunikationsschnittstelle zur Steuerungseinheit **8** und können Informationen zum Auftrag z. B. über ein E-Ink-Display als Anzeige **19** ausgeben. Über die Schnittstelle sind die Werkstücksammelstelleneinheiten **13** damit außerdem in der Lage, dem Bediener **11** bei Aufnahme eines Werkstücks **9** anzuzeigen, in welche Kiste er es ablegen soll (siehe auch Schritt **59** in **Fig. 6**). Über eine eingebaute Waage oder andere geeignete Sensoreinheit kann festgestellt werden, ob der Bediener **11** das Werkstück **9** in die richtige Kiste abgelegt hat (siehe auch Schritt **61** in **Fig. 6**). Entsprechend kann ein Feedback, z. B. über einen Zähler auf dem E-Ink-Display gesendet werden. Somit kann in der Steuerungseinheit **8** abgeglichen werden, ob alle Teile korrekt absortiert wurden oder ob Teile des Auftrags fehlen, die zum Beispiel durch das Restgitter gefallen sind.

[0056] Denkbar ist auch der Fall, dass der Bediener **11** beim Absortieren ein fehlerhaft produziertes Teil erkennt und dieses in eine für Ausschuss bereitstehende Sammelstelle ablegt (siehe auch Schritt **69** in **Fig. 6**). In einem weiteren Fall zeichnet die Flachbettmaschine **3** während der Tafel-Produktion automatisch Fehlschnitte, manuelle Bedienereingriffe oder gar Kollisionen auf und verbucht über die Schnittstelle zur Steuerungseinheit **8** betroffene Teile als Ausschuss. Für derartige und insbesondere alle beschriebenen Fälle kann automatisch ein Auftrag zur Nachproduktion der identifizierten Ausschussteile im MES **5** erstellt und eingeplant werden (siehe auch Schritt **73** in **Fig. 6**).

[0057] Über die Erweiterung des Systems mit einer Innenraum-Ortung und Schnittstellen zur Steuerungseinheit **8** können ferner die Position der Werkstücksammelstelleneinheiten festgestellt und/oder die Bewegung der Hand des Bedieners **11** festgehalten werden. Solch eine Ortung kann z. B. über ein Ultra-Wide-Band-System aus vier oder mehr so genannten „Anchors“ und ein oder mehr „Tags“ erfolgen. Die Anchors dienen als Receiver und können um den Arbeitsraum **23** stationär positioniert werden. Die Tags werden an allen Werkstücksammelstelleneinheiten und der Hand des Bedieners **11** angebracht und dienen zur Positionsbestimmung derselben. Weitere Systeme zur Innenraum-Ortung umfassen z. B. Bluetooth, WiFi, Infrarot und RFID.

[0058] Wie in **Fig. 4** verdeutlicht wird, kann durch Tracking der Hand des Bedieners **11** festgestellt werden, ob die Werkstücke **9** in die richtigen Kisten abgelegt wurden. Beispielhaft sind in **Fig. 4** Bewegungstrajektorien **33** der Hand beim Entnehmen eines Werkstücks **9** gezeigt. Ferner kann durch die Tracking-Information das Verfahren zur Erkennung eines entnommenen Teils verbessert werden. Durch die Lokalisierung der Hand (z. B. Positionen **35**), deren Bewegungstrajektorie oder Bewegungsteiltrajektorie wird eine interessierende Region **37** („region of interest“) im Bildbereich definiert. Die Bildverarbeitung muss damit nicht in jedem Rechenschritt den gesamten Arbeitsraum **23** nach Veränderungen absuchen, sondern lediglich die interessierende Region **37** um die Hand des Bedieners **11**. Arbeiten mehrere Bediener **11** beim Absortiervorgang, kann gleichzeitig am Sortiertisch **21** für jeden Bediener **11** eine interessierende Region definiert werden. Jedem Bediener **11** können damit individuelle Informationen zum korrekten Ablageort des Werkstücks übermittelt werden.

[0059] Neben dem zuvor explizit angesprochenen Ansatz, die Logik und Rechenleistung in einem zentralen Rechenknoten (Steuerungseinheit) auszuführen, sind andere bekannte Topologien zur Vernetzung von Flachbettmaschine **3**, Kamera **15** (allgemein einem bildgebenden System), Kisten mit Werk-

stücksammelstellen, MES **5** und Ortungssystemen einsetzbar.

[0060] Des Weiteren können die Funktion, Daten am Ablageort anzuzeigen, und die Kontrolle des Ablegens mit einer Datenbrille erfolgen. Über derartige „Augmented-Reality“-Brillen können neben der Anzeige des ortsfixen korrekten Ablageortes auch dessen Sollhöhe exakt angezeigt werden. Beispielsweise kann eine „Hololens“-Datenbrille die Anzeige von ortsfixen holografischen 3D-Objekten ermöglichen. Der Bediener **11** kann damit sehr einfach kontrollieren, ob ein Stapel von Werkstücken komplett ist.

[0061] In weiteren Ausführungsformen, die Datenbrillen einsetzen, stehen nach der Teileerzeugung diese dem Bediener **11** in einem Restgitter-Teileverbund zur Verfügung. Über die Steuerungseinheit **8** und das MES **5** ist bekannt, welches Teil sich an welcher Position in diesem Verbund befindet und an welchen Ablageort es gebracht werden soll. Der Bediener **11** erhält mit der Datenbrille eine Rückmeldung, ob das Teil erfolgreich erkannt wurde, oder einen Vorschlag für eine Retry-Strategie.

[0062] Dem Bediener **11** kann ferner über die Projektionsfläche der Datenbrille eine optimale Absortierstrategie vorgeschlagen werden, auch wenn er trotzdem nach einer selbst gewählten Strategie absortieren kann. Bei vielen Kleinteilen kann dem Bediener **11** z. B. vorgeschlagen werden, gleich mehrere gleiche Teile zu entnehmen. Durch einen Algorithmus kann begleitend in Echtzeit berechnet und angezeigt werden - z. B. abhängig von Ausdehnung und Gewicht der einzelnen Teile - wie viele Teile auf einmal entnommen werden können. Dies kann ferner je nach Bediener individuell anpassbar sein. Ferner kann dem Bediener **11**, falls er ein Formteil des Typs **a** aufgenommen hat, die Lage weiterer Teile des gleichen Typs, beispielsweise entlang einer günstigen Bewegungstrajektorie, angezeigt werden. Dadurch können z. B. unnötige Wege vermieden werden.

[0063] Nachdem ein genommenes Teil erfolgreich eingelesen wurde, gibt die Steuerungseinheit **8** als Leitsystem, z. B. über die Projektionsfläche der Datenbrille den korrekten Ablageort an den Bediener **11** aus. Dies kann z. B. ein nummeriertes Lagerfach sein. Sollte das Lagerfach an einer weiter entfernten Position sein, kann über die Projektionsfläche der Datenbrille auf einen Lageplan auf den Ablagebereich verwiesen werden. Die unterstützende Kamera der Datenbrille kann ferner das Lagerfach erkennen, sobald es sich innerhalb des sichtbaren Bereiches befindet und markiert es auf der Projektionsfläche.

[0064] Das Leitsystem überwacht ferner während des Ablegens, ob das Teil in das richtige Fach gelegt wurde, und gibt entsprechend über die Projek-

tionsfläche der Brille eine Rückmeldung an den Bediener **11**. Verschiedene auf dem Markt verfügbare Datenbrillen, die idealerweise mit eigenem GPS-Koordinatensystem versehen oder mit einem externen Ortungssystem koppelbar sind, können somit in die hierin vorgeschlagenen Konzepte eingebunden werden.

[0065] Fig. 5 zeigt eine Werkstücksammelstelleneinheit **13** auf einem Wagen **39**. Die Werkstücksammelstelleneinheit **13** umfasst einen Ablegebereich **41** für Werkstücke **9**, die im Rahmen eines Bearbeitungsplans von einer Werkzeugmaschine erzeugt wurden. Die Werkstücksammelstelleneinheit **13** weist ferner eine Anzeigeeinheit **43** auf, die dazu ausgebildet ist, z. B. von der Steuerungseinheit **8** der Werkzeugmaschine Information **45** über die in der Werkstücksammelstelleneinheit **13** abgelegten Werkstücke zu empfangen und für einen Bediener auszugeben.

[0066] Beispielsweise ist die Anzeigeeinheit **43** z. B. dazu ausgebildet, Information über die Anzahl der abgelegten Werkstücke **9**, noch fehlende Werkstücke, einen nachfolgenden Bearbeitungsschritt, einen zugrundeliegenden Auftrag (Kunde), Soll-Material etc. zu empfangen und auszugeben.

[0067] Die Anzeigeeinheit **43** kann dabei eine reale, beispielsweise als E-Ink-Anzeige (auch als elektronische Papier-Anzeige bezeichnet), am Wagen **39** angebrachte Anzeigeeinheit sein. Alternativ oder ergänzend kann eine digital im Rahmen einer Steuerungsdarstellung emulierte Anzeigeeinheit, beispielsweise im Rahmen eines z.B. auf einem Tablet angezeigten User-Interfaces, verwendet werden.

[0068] Neben dem zuvor explizit angesprochenen Ansatz von E-Ink-Anzeigen können Anzeigedaten und Feedback der Kisten bei Erkennung eines abgelegten Teils auch über ein Aktivieren einer Signalabgabevorrichtung **47**, beispielsweise einer oder mehrerer LEDs, eines aktiven LCD-Displays, einer akustischen Signalquelle, oder durch Projektion mit einem Beamer oder mit einem Laser-Scanner gegeben werden. Ferner können (ergänzende) Kontrollmessungen der korrekten Ablage mit einer Waage, einer Höhenmessung eines Stapels (optische Meßverfahren, wie z. B. Laserscanner) oder einer bildbasierten Kontrolle (Kamerazählsysteme) eingesetzt werden. Ebenfalls kann (ergänzend) ein Erschütterungssensor (beispielsweise ein Beschleunigungssensor) verwendet werden. Allgemein ist die Signalabgabevorrichtung **47** zum Ausgeben von Feedback-Signalen an einen Bediener ausgebildet ist. Ferner können die Anzeigeeinheit **43** und die Signalabgabevorrichtung **47** in einer Einheit zusammengefasst werden.

[0069] Zusammenfassend zeigt Fig. 6 ein Flussdiagramm zur Verdeutlichung eines beispielhaften Verfahrensablaufs bei der Unterstützung eines Absor-

tiervorgangs. Dabei wird davon ausgegangen, dass auf einem Sortiertisch Werkstücke angeordnet sind, die mit einer Flachbettwerkzeugmaschine, insbesondere einer wie zuvor beschriebenen Laserschneid- oder Stanz-Flachbettwerkzeugmaschine, basierend auf einem Bearbeitungsplan erzeugt wurden.

[0070] In der Steuerungseinheit **8** wird ein Bearbeitungsbilddatensatz des Bearbeitungsplans (siehe z. B. den Bearbeitungsbilddatensatz **16'** in Fig. 3) bereitgestellt (Schritt **51**), der der Anordnung der erzeugten Werkstücke zugrunde lag. Ferner wird der Sortiertisch mit der Mehrzahl von räumlich nebeneinander angeordneten Werkstücken bildgebend, z. B. optisch im sichtbaren oder infraroten Wellenlängenbereich, oder mit Schallwellen, insbesondere Ultraschallwellen, erfasst, um einen ersten Absortierbilddatensatz (siehe z. B. das erste Kamerabild **27** in Fig. 3) zu erzeugen (Schritt **53**).

[0071] Es folgt eine Entnahme mindestens eines Werkstücks vom Sortiertisch (Schritt **54**) und eine Wiederholung der bildgebenden Erfassung des Sortiertischs, basierend auf der ein zweiter Absortierbilddatensatz erzeugt wird (Schritt **55**).

[0072] Nun werden der erste Absortierbilddatensatz und der zweite Absortierbilddatensatz unter Einbezug des Bearbeitungsbilddatensatzes - beispielsweise mit einem Bildverarbeitungsalgorithmus - abgeglichen (Schritt **57**), um ein Sortiersignal zu erzeugen. Das Sortiersignal umfasst Information über den Typ, die Lage und/oder die Form und optional Ortungsinformation des mindestens einen entnommenen Werkstücks. Es kann ferner angeben, ob und wie mit dem mindestens einen entnommenen Werkstück weiter zu verfahren ist. Das Sortiersignal kann der Steuerungseinheit **8** und/oder dem MES **5** übermittelt werden und nachgeordnete Prozesse auslösen.

[0073] Das Abgleichen des ersten Absortierbilddatensatzes und des zweiten Absortierbilddatensatzes kann eine Bildverarbeitung zur Erkennung der Form eines entnommenen Werkstücks oder der Form der leer zurückgebliebenen Stelle auf dem Sortiertisch und/oder eine Bildverarbeitung für einen Vergleich der erkannten Form mit einer im Bearbeitungsprogramm hinterlegten Form umfassen.

[0074] Ferner kann ein Ablegesignal in Abhängigkeit des Sortiersignals zur Unterstützung der Zuordnung des entnommenen Werkstücks durch einen Bediener zu einem nachfolgenden Bearbeitungsschritt ausgegeben werden (Schritt **59**). Z. B. wird ein auftragsgemäßes Ablegen des entnommenen Werkstücks an einer dem Auftrag entsprechenden Werkstücksammelstelle angeregt. Dies kann beispielsweise ein Blinken einer zugehörigen Kiste, eine spezielle Anzeige auf einer der Kiste zugeordneten Anzeige und/

oder ein Einblenden einer Markierung der zugehörigen Kiste in ein Display einer Datenbrille umfassen.

[0075] Dabei kann ein von einem Bediener durchgeführter Ablegevorgang (Schritt **60**) des entnommenen Werkstücks überwacht werden (Schritt **61**). Das Überwachen des Ablegevorgangs umfasst z. B. eine Gewichtsüberwachung einer spezifischen Werkstücksammelstelle und/oder ein Überwachen einer Bewegungstrajektorie oder Bewegungsteiltrajektorie des entnommenen Werkstücks oder eines die Bewegung bewirkenden Objekts (siehe z. B. **Fig. 4**).

[0076] Wenn der Ablegevorgang einem dem Sortiersignal zugeordneten Ablegevorgang entspricht, kann ein Sortiervorgangsvollendungssignal ausgegeben werden (Schritt **63**), beispielsweise wieder durch ein Blinksignal, spezielle Ausgaben auf einer Anzeige z. B. der Werkstücksammelstelleneinheit und/oder eine Markierung im Datenbrillendisplay. So kann z. B. eine Werkstücksammelstellen-spezifische Anzeige bzgl. der Ablage des entnommenen Werkstücks aktualisiert werden (Schritt **65**).

[0077] Sollte der Ablegevorgang von einem dem Sortiersignal zugeordneten Ablegevorgang abweichen, kann ein Fehlersignal ausgegeben werden (Schritt **67**), beispielsweise wieder durch ein Blinksignal an der Werkstücksammelstelleneinheit, spezielle Ausgaben auf einer Anzeige an der Werkstücksammelstelleneinheit und/oder eine Markierung im Datenbrillendisplay. Begleitend kann Information bezüglich des dem Sortiersignal zugeordneten richtigen Ablegevorgangs wiederholt dargestellt werden.

[0078] Ferner kann z. B. überwacht werden, ob bei einem Ablegevorgang mindestens ein entnommenes Werkstück in einer Ausschusssammelstelle durch einen Bediener abgelegt wurde (Schritt **69**). Das entnommene Werkstück kann vom MES **5** als Ausschussstück vermerkt werden, z. B. optional in einer Fehlteilleiste aufgenommen werden (Schritt **71**).

[0079] Für erkannte Ausschussteile kann ein Ergänzungsproduktionssignal an ein Produktionsleitsystem ausgegeben werden. Dort werden z. B. Produktionsparameter des entnommenen Werkstücks mit einem nachfolgenden Bearbeitungsplan abgeglichen. Bei Übereinstimmung der Produktionsparameter mit dem nachfolgenden Bearbeitungsplan und einer Verfügbarkeit einer erneuten Erzeugung des entnommenen Werkstücks, kann der nachfolgende Bearbeitungsplan mit einem Erzeugungsschritt zur Erzeugung eines Ersatzwerkstücks für das Ausschussstück ergänzt werden (Schritt **73**). Die Erzeugung eines Ersatzwerkstücks kann auch in späteren, nachfolgenden Bearbeitungsplänen vorgesehen werden.

[0080] Wie in **Fig. 6** mit gestrichelten Pfaden angedeutet wird, können verschiedene Schritte des Ver-

fahrens wiederholt erfolgen, um eine kontinuierliche Echtzeit-Überwachung und Unterstützung des Ab-sortiervorgangs zu gewährleisten.

[0081] Es wird explizit betont, dass alle in der Beschreibung und/oder den Ansprüchen offenbarten Merkmale als getrennt und unabhängig voneinander zum Zweck der ursprünglichen Offenbarung ebenso wie zum Zweck des Einschränkens der beanspruchten Erfindung unabhängig von den Merkmalskombinationen in den Ausführungsformen und/oder den Ansprüchen angesehen werden sollen. Es wird explizit festgehalten, dass alle Bereichsangaben oder Angaben von Gruppen von Einheiten jeden möglichen Zwischenwert oder Untergruppe von Einheiten zum Zweck der ursprünglichen Offenbarung ebenso wie zum Zweck des Einschränkens der beanspruchten Erfindung offenbaren, insbesondere auch als Grenze einer Bereichsangabe.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 1524063 A1 [0003]
- WO 2014/028959 A1 [0004]
- EP 1487616 B1 [0004]
- EP 2161219 B1 [0004]
- DE 102014211353 A1 [0004]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Unterstützung eines Absortierungsvorgangs von auf einem Sortiertisch (21) angeordneten Werkstücken (9), die mit einer Flachbettwerkzeugmaschine, insbesondere einer Laserschneid- oder Stanz-Flachbettwerkzeugmaschine (3), mit einem Bearbeitungsplan (16) erzeugt wurden, mit den Schritten:

Bereitstellen (Schritt 51) eines Bearbeitungsbilddatensatzes (16') des Bearbeitungsplans (16), der der Anordnung von mindestens einem Werkstück (9) zugrunde lag,
 bildgebendes Erfassen (Schritt 53) des Sortiertisches (21) mit einer Mehrzahl von räumlich nebeneinander angeordneten Werkstücken (9) und Erzeugen eines ersten Absortierbilddatensatzes (27),
 wiederholtes bildgebendes Erfassen (Schritt 55) des Sortiertisches (21) und Erzeugen eines zweiten Absortierbilddatensatzes (29), nachdem mindestens ein Werkstück (9) der Mehrzahl von räumlich nebeneinander angeordneten Werkstücken (9) vom Sortiertisch (21) entnommen wurde, und
 Abgleichen (Schritt 57) des ersten Absortierbilddatensatzes (27) und des zweiten Absortierbilddatensatzes (29) unter Einbezug des Bearbeitungsbilddatensatzes (16'), wobei ein Sortiersignal erzeugt wird, das Information, die den Typ, die Lage und/oder die Form des mindestens einen entnommenen Werkstücks (9) umfasst, enthält.

2. Verfahren nach Anspruch 1, ferner mit Ausgeben (Schritt 59) eines Ablegesignals in Abhängigkeit des Sortiersignals zur Unterstützung der Zuordnung des entnommenen Werkstücks (9) durch einen Bediener (11) zu einem nachfolgenden Bearbeitungsschritt, insbesondere zum Ablegen des entnommenen Werkstücks an einer Werkstücksammelstellen-einheit (13).

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, ferner mit Überwachen (Schritt 61) eines von einem Bediener (11) durchgeführten Ablegevorgangs des entnommenen Werkstücks (9).

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei das Überwachen eines Ablegevorgangs umfasst
 eine Gewichtsüberwachung eine spezifischen Werkstücksammelstelle (13) und/oder
 eine Überwachung einer Bewegungstrajektorie (35) oder Bewegungsteiltrajektorie des entnommenen Werkstücks (9) oder eines die Bewegung bewirkenden Objekts.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner mit
 Ausgeben (Schritt 63) eines Sortiervorgangsvollendungssignals, wenn der Ablegevorgang einem dem Sortiersignal zugeordneten Ablegevorgang entspricht, und optional

Aktualisieren (Schritt 65) einer Werkstücksammelstellen-spezifischen Anzeige (43) bzgl. der Ablage des entnommenen Werkstücks (9).

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Sortiersignal Untersignale umfasst, die jeweils einem entnommenen Werkstück (9) zugeordnet sind, wenn mehrere Werkstücke erfasst werden.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner mit
 Ausgeben (Schritt 67) eines Fehlersignals, wenn der Ablegevorgang von einem dem Sortiersignal zugeordneten Ablegevorgang abweicht, und optional
 Anzeigen von Information bezüglich des dem Sortiersignal zugeordneten Ablegevorgangs.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner mit
 Überwachen (Schritt 69) eines Ablegevorgangs mindestens eines entnommenen Werkstücks (9) in einer Ausschusssammelstelle durch einen Bediener (11), und
 Zuordnen des mindestens einen entnommenen Werkstücks (9) als Ausschussstück und optional Aufnehmen (Schritt 71) des Ausschussstücks in einer Fehlteilliste.

9. Verfahren nach Anspruch 8, ferner mit
 Ausgeben eines Ergänzungsproduktionssignals an ein Produktionsleitsystem (5),
 Abgleichen von Produktionsparameter des entnommenen Werkstücks (9) mit einem nachfolgenden Bearbeitungsplan, und
 bei Übereinstimmung der Produktionsparameter mit dem nachfolgenden Bearbeitungsplan und einer Verfügbarkeit bezüglich des entnommenen Werkstücks (9), Ergänzen (Schritt 73) des nachfolgenden Bearbeitungsplans mit einem Erzeugungsschritt zur Erzeugung eines Ersatzwerkstücks für das Ausschussstück.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Abgleichen des ersten Absortierbilddatensatzes (27) und des zweiten Absortierbilddatensatzes (29)
 eine Bildverarbeitung basierend auf einem aus dem ersten Absortierbilddatensatz (27) und dem zweiten Absortierbilddatensatz (29) erzeugten Differenzbilddatensatz zur Lageerkennung einer Veränderung zwischen dem ersten Absortierbilddatensatz (27) und dem zweiten Absortierbilddatensatz (29) und/oder
 eine Bildverarbeitung zur Erkennung der Form eines entnommenen Werkstücks (9), der Form der leer zurückgebliebenen Stelle auf dem Sortiertisch (21) und/oder Form der basierende auf dem Differenzbilddatensatz erkannten Veränderung und/oder

eine Bildverarbeitung für einen Vergleich der erkannten Form mit einer im Bearbeitungsprogramm (16) hinterlegten Form (a, b, c) umfasst, wobei optional vor oder während der Bearbeitung eines Ausgangsmaterials gemäß dem Bearbeitungsplan eine Änderung der Absolutlage des Ausgangsmaterials, beispielsweise durch eine Nullpunktverschiebung oder eine Koordinatentransformation, zur Anpassung der tatsächlichen Lage des bearbeiteten Ausgangsmaterials auf dem Sortiertisch oder der angenommenen Lage gemäß Bearbeitungsplan nachgeführt wird und/oder wobei ein Nachverfolgen der Bewegung von äußeren Kanten des Ausgangsmaterials, beispielsweise aufgrund einer globalen Verschiebung der Anordnung durch ein manuelles Eingreifen eines Bedieners, basierend auf den erfassten Bilddatensätzen durchgeführt und in der Bildverarbeitung berücksichtigt wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das bildgebende Erfassen (Schritt 53, Schritt 55) des Sortiertischs (21) umfasst ein optisches Erfassen von optischen Bildsignalen im sichtbaren und/oder infraroten Wellenlängenbereich und/oder ein Schallwellen-basiertes Erfassen von Ultraschall-Bildsignalen und ein Verarbeiten der erfassten optischen Bildsignale und/oder Ultraschall-Signale zu dem ersten Absortierbilddatensatz (27) bzw. dem zweiten Absortierbilddatensatz (29).

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die einzelnen Verfahrensschritte mit einer Bearbeitungszeit, insbesondere teilweise parallel, derart schnell verarbeitet werden, dass das erzeugte Sortiersignal in weniger als 0,5 s, insbesondere in weniger als 0,2 s, insbesondere in weniger als 0,1 s nach der Entnahme des Werkstücks erzeugt wird, und/oder wobei die auf dem Sortiertisch (21) angeordneten Werkstücken (9) biegefest sind und/oder Materialien umfassen, die Licht zumindest teilweise transmittieren und/oder zumindest teilweise reflektieren, und insbesondere aus Blech, Glas, Halbleitersubstrat-Strukturen, Leiterplatten-Strukturen und/oder Kunststoff ausgebildet sind und/oder wobei die Signale als Information auf einer Datenbrille eines Bedieners (11) und/oder eines Überwachungsmonitors eines Steuerungssystems (8) und/oder als Blinksignale ausgegeben werden.

13. Flachbettwerkzeugmaschine, insbesondere Laserschneid- oder Stanz-Flachbettwerkzeugmaschine (3), mit einer Bearbeitungseinheit, insbesondere einer Laserschneid- oder Stanz-Bearbeitungseinheit, einer Steuerungseinheit (8), in der ein Bearbeitungsplan (16) abgelegt ist, zur Ansteuerung der Bearbeitungseinheit zur Erzeugung von räumlich gemäß ei-

nem Bearbeitungsbilddatensatz (16') nebeneinander angeordneten Werkstücken (9), einem Sortiertisch (21) zum Bereitstellen der angeordneten Werkstücke (9) zum Absortieren nach erfolgter Herstellung, und einer Erfassungseinheit (15) zum bildgebenden Erfassen des Sortiertischs (21) mit einer Mehrzahl von räumlich nebeneinander angeordneten Werkstücken (9) und Erzeugen von mindestens einem ersten Absortierbilddatensatz (27) zu einem ersten Zeitpunkt und einem zweiten Absortierbilddatensatz (29) zu einem zweiten nachfolgenden Zeitpunkt, wobei die Steuerungseinheit (8) zum Durchführen des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.

14. Flachbettwerkzeugmaschine (3) nach Anspruch 13, wobei die Erfassungseinheit (15) zum optischen Erfassen von Bildsignalen im sichtbaren und/oder infraroten Wellenlängenbereich und/oder ein Schallwellen-basiertes Erfassen von Ultraschall-Bildsignalen ausgebildet ist und entsprechende Sensoren umfasst.

15. Flachbettwerkzeugmaschine (3) nach Anspruch 13 oder 14, ferner mit mindestens einer bewegbaren Werkstücksammelstelleneinheit (13), optional einer Ausschusssammelstelle, und einem System zum Überwachen eines Ablegevorgangs, insbesondere zur Gewichtsüberwachung einer spezifischen Werkstücksammelstelleneinheit (13) und Überwachung einer Bewegungstrajektorie (33) oder Bewegungsteiltrajektorie eines entnommenen Werkstücks (9) oder eines die Bewegung bewirkenden Objekts.

16. Flachbettwerkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 13 bis 15, wobei die Werkstücksammelstelleneinheit (13) aufweist einen Ablegebereich (41) für Werkstücke (9), die im Rahmen eines Bearbeitungsplans (16) von der Werkzeugmaschine erzeugt wurden, und eine Anzeigeeinheit (43), die dazu ausgebildet ist, von der Steuerungseinheit (8) der Werkzeugmaschine Information über die abgelegten Werkstücke (9) zu empfangen und für einen Bediener (11) auszugeben.

17. Flachbettwerkzeugmaschine nach Anspruch 16, wobei die Anzeigeeinheit (43) der Werkstücksammelstelleneinheit (13) ferner dazu ausgebildet ist, Information über die Anzahl der abgelegten Werkstücke (9), einen nachfolgenden Bearbeitungsschritt und einen zugrundeliegenden Auftrag zu empfangen und auszugeben.

18. Flachbettwerkzeugmaschine nach Anspruch 16 oder 17, wobei die Anzeigeeinheit (43) der Werkstücksammelstelleneinheit (13) eine reale, beispiels-

weise als E-Ink-Anzeige, am Ablegebereich (41) angebrachte und/oder eine digital im Rahmen einer Steuerungsdarstellung emulierte Anzeigeeinheit, beispielsweise im Rahmen eines z.B. auf einem Tablet angezeigten User-Interfaces, umfasst und/oder eine Signalabgabevorrichtung (47), beispielsweise eine oder mehrere LEDs, ein aktives LCD-Display oder eine akustische Signalquelle, aufweist, die zum Ausgeben von Feedback-Signalen an einen Bediener (11) ausgebildet ist.

19. Verfahren zum Nachrüsten einer Flachbettwerkzeugmaschinen-Installation umfassend mindestens eine Flachbettwerkzeugmaschine, insbesondere einer Laserschneid- oder Stanz-Flachbettwerkzeugmaschine (3), zur Ausbildung einer intelligenten Fabrik (1) mit einem Manufacturing Execution System (5), mit den Schritten:

Nachrüsten einer Flachbettwerkzeugmaschine mit einer oder mehreren Kameras, die zur Ausgabe von Bildinformation über einen Sortiertisch der Flachbettwerkzeugmaschine an eine Steuerungseinheit der Flachbettwerkzeugmaschine für eine Bildverarbeitung zur Teilerkennung ausgebildet sind,

Einbinden der einen oder mehreren Kameras in das Manufacturing Execution System (5) und

Anpassen der Steuerungssystems und/oder des Manufacturing Execution Systems (5) zum Ausführen des Verfahrens zur Unterstützung eines Absortiervorgangs von auf dem Sortiertisch (21) angeordneten Werkstücken (9), die mit der Flachbettwerkzeugmaschine mit einem Bearbeitungsplan (16) erzeugt wurden, nach einem der Ansprüche 1 bis 12.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

FIG 2

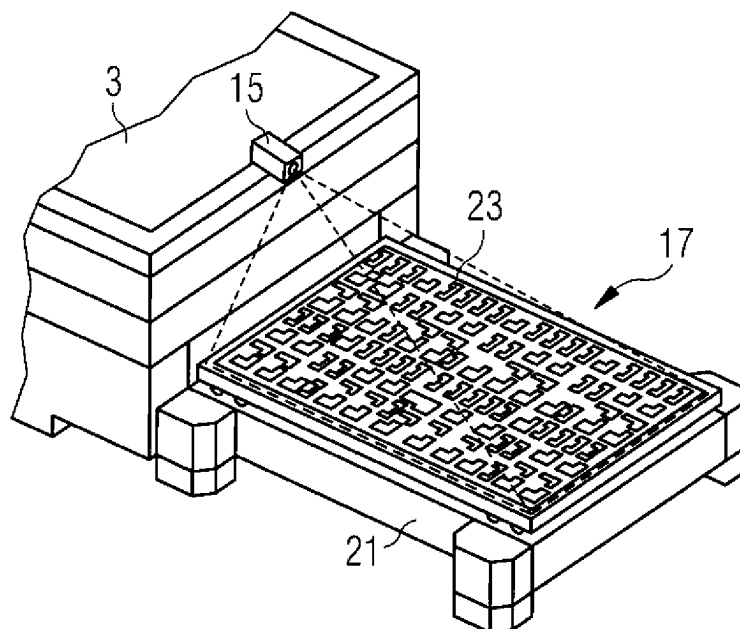


FIG 3

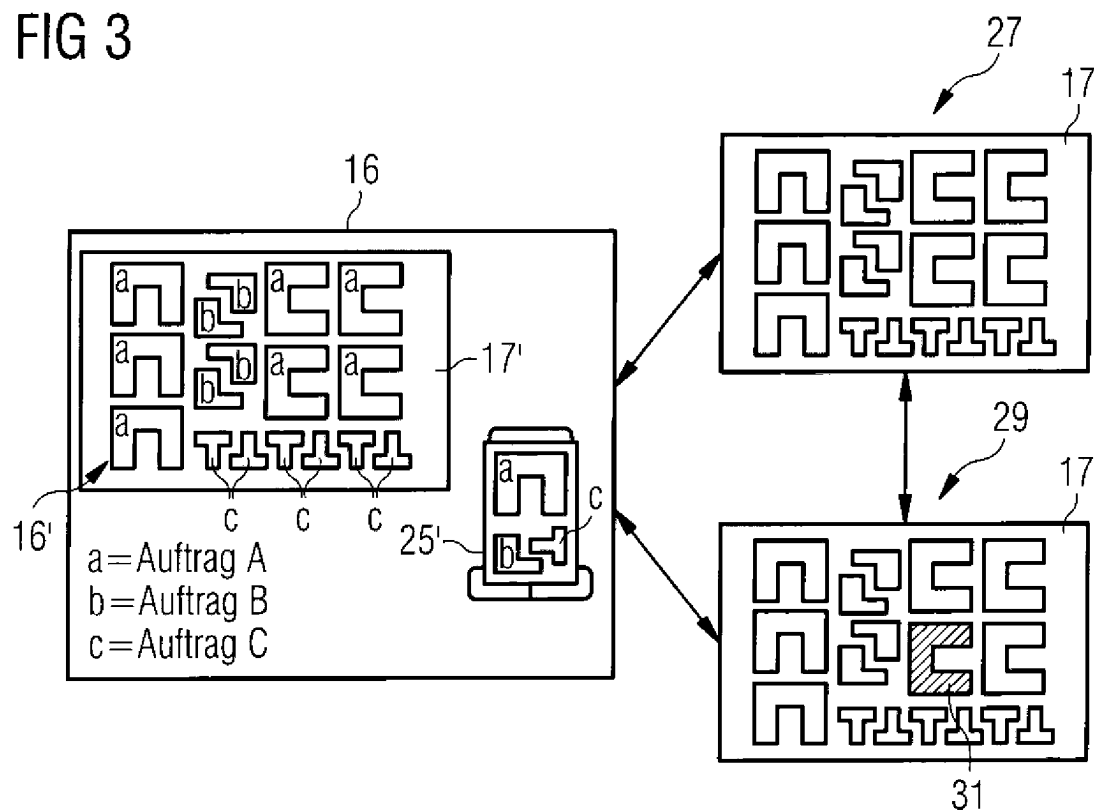


FIG 4

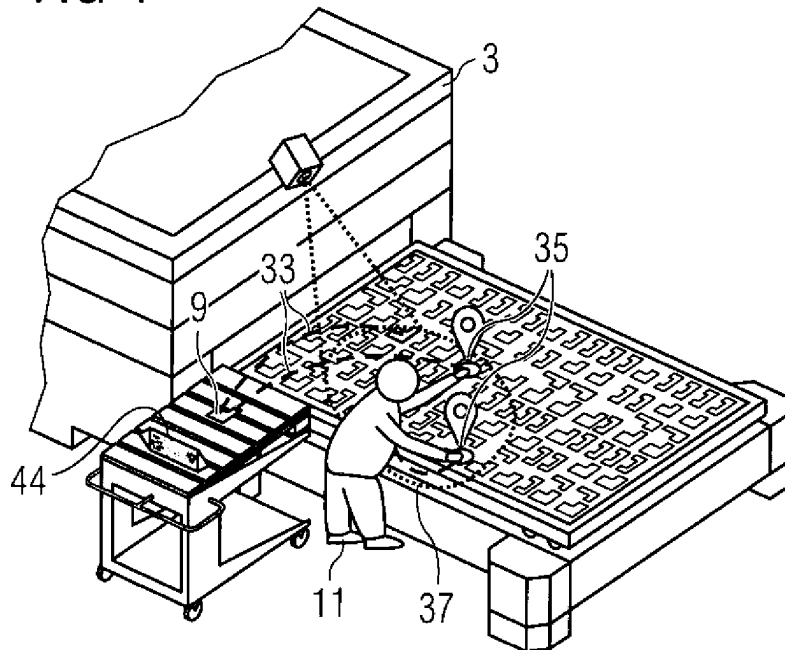


FIG 5

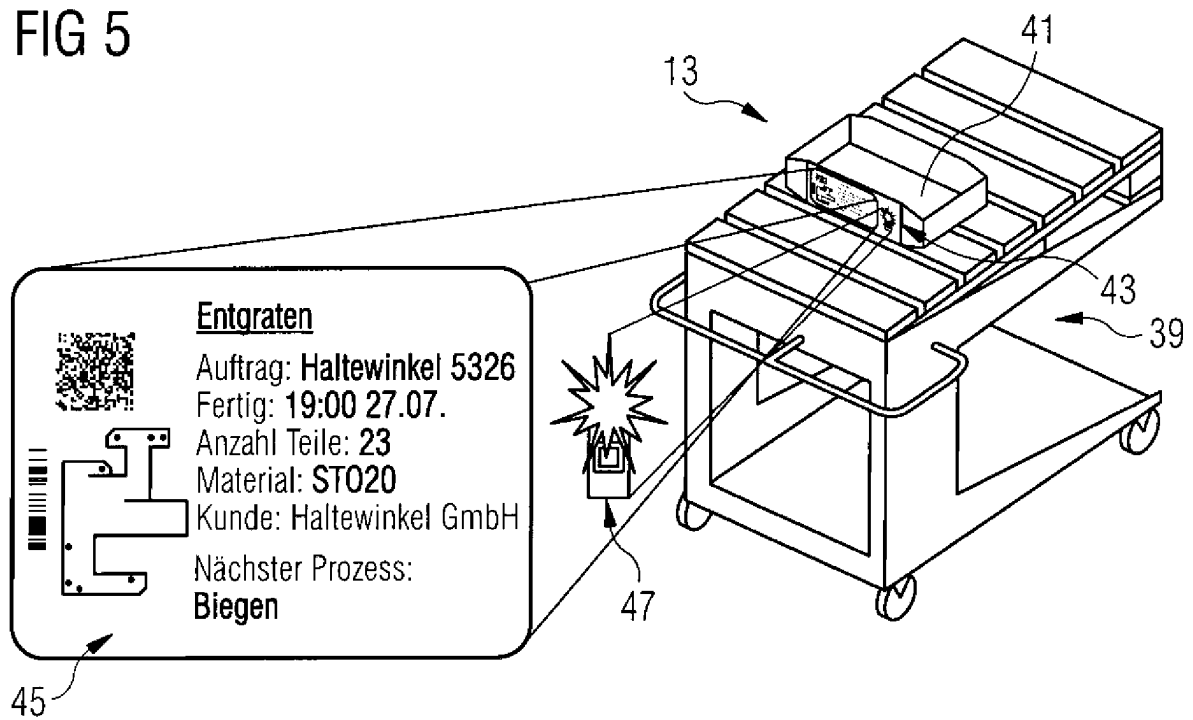


FIG 6

