

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 720 893 A2

(51) Int. Cl.: B27G 19/02 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 000681/2024

(71) Anmelder:
Weinmann Holzbausystemtechnik GmbH,
Forchenstrasse 50
72813 St. Johann (DE)

(22) Anmeldedatum: 25.06.2024

(72) Erfinder:
Karl Weinmann, 72813 St. Johann (DE)

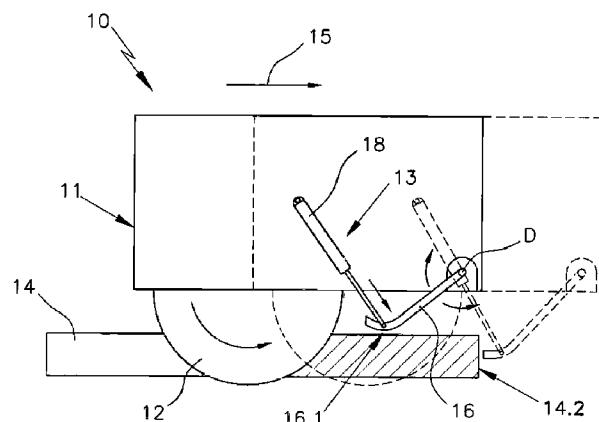
(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.01.2025

(74) Vertreter:
DTS Zürich, Bahnhofplatz 1
8001 Zürich (CH)

(30) Priorität: 27.06.2023 US 18/214.655

(54) Sägeeinrichtung

(57) Eine Sägeeinrichtung (10), insbesondere zum Abtrennen langer Werkstückteile, mit einem Sägeblatt (12) und einer Rückhalteeinrichtung (13) für abgetrennte Werkstückteile, wobei die Rückhalteeinrichtung (13) mindestens auf der dem abzutrennenden Werkstückteil zugewandten Seite des Sägeblatts (12) ein Rückhaltelement (16) aufweist, das dem Sägeblatt (12) in Bearbeitungsrichtung (15) des Werkstücks (14) voreilend und derart beweglich angeordnet ist, dass es aus einer inaktiven Position oberhalb des Werkstücks in eine vor das vordere Ende (14.2) des Werkstücks (14) reichende aktive Position bewegbar ist.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Sägeeinrichtung, insbesondere zum Abtrennen langer Werkstückteile, mit einem Sägeblatt und einer Rückhalteinrichtung für abgetrennte Werkstückteile.

Beschreibung der verwandten Technik

[0002] Bei CNC-Maschinen mit Sägeeinrichtungen können vom Werkstück abgetrennte Teile durch das Sägeblatt beschleunigt und aus dem Arbeitsbereich der Maschine herausgeschleudert werden. Diese herausgeschleuderten Teile stellen eine erhebliche Gefahr für in der Umgebung der Maschine befindliche Personen dar. Es sind daher an solchen CNC-Maschinen in der Regel Rückhalteinrichtungen in Form von Vorhängen vorgesehen, die einen Splitterschutz bilden. Bei Maschinen mit großen Bearbeitungsbrücken für Massivholzplatten sind an den Stirnseiten des Arbeitstisches der Maschine Prallwände vorgesehen, die vom Sägeblatt herausgeschleuderte Teile zurückhalten sollen.

[0003] Es hat sich jedoch gezeigt, dass diese Sicherheitsmaßnahmen nicht ausreichend sind. Insbesondere lange abgetrennte Teile können Schutzhänge leicht durchschlagen. Die Prallwände am Arbeitstisch sind erstens teuer und zweitens bei Schrägschnitten und Schnitten senkrecht zur Transportrichtung des Werkstücks durch die Sägeeinrichtung nicht wirksam.

Zusammenfassung der Erfindung

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Sägeeinrichtung mit einem wirksamen Schutz gegen ein Herausschleudern von Teilen bereitzustellen.

[0005] Die Aufgabe wird gelöst durch eine Sägeeinrichtung, insbesondere zum Abtrennen langer Werkstückteile, mit einem Sägeblatt und einer Rückhalteinrichtung für abgetrennte Werkstückteile, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Rückhalteinrichtung mindestens auf der dem abzutrennenden Werkstückteil zugewandten Seite des Sägeblatts ein Rückhaltelement aufweist, das dem Sägeblatt in Bearbeitungsrichtung des Werkstücks voreilend und derart beweglich angeordnet ist, dass es aus einer inaktiven Position oberhalb des Werkstücks in eine vor das vordere Ende des Werkstücks reichende aktive Position bewegbar ist.

[0006] Bei der erfindungsgemäßen Sägeeinrichtung ist die Rückhalteinrichtung dicht am Sägeblatt angeordnet und wird bereits wirksam, bevor der Sägeschnitt vollendet ist. Dies bedeutet, dass abgetrennte Werkstückteile durch das Sägeblatt nicht oder nur geringfügig beschleunigt und dadurch auch nicht zu einer Gefahr für Personen in der Umgebung werden können. Bereits vor dem vollständigen Durchtrennen des Werkstücks durch das Sägeblatt lässt sich das mindestens eine Rückhaltelement vor das vordere Ende des Werkstücks bewegen. Nach Abtrennen des Abfallabschnitts des Werkstücks kann dieses maximal wenige Zentimeter vom Sägeblatt beschleunigt werden, bevor es auf das Rückhaltelement trifft. Es findet daher allenfalls eine minimale Beschleunigung des Abfallabschnitts statt, sodass das Rückhaltelement kein schweres, massives Bauteil sein muss und daher ohne Weiteres von der Sägeeinrichtung mit bewegt werden kann.

[0007] Die Rückhalteinrichtung der erfindungsgemäßen Sägeeinrichtung ist dabei völlig unabhängig von der Richtung des Sägeschnitts wirksam. Damit ist es erstmals möglich, auch bei schrägen oder senkrechten Sägeschnitten einen zuverlässigen Schutz vor herausgeschleuderten Abfallabschnitten bereitzustellen. Durch diesen unter allen Bedingungen wirksamen Schutz ist es sogar möglich, am selben Werkstück während des Sägens manuelle Arbeiten auszuführen.

[0008] Dabei ist es vorteilhaft, wenn die Rückhalteinrichtung auf beiden Seiten des Sägeblatts ein Rückhaltelement aufweist. Durch diesen symmetrischen Aufbau der Rückhalteinrichtung ist diese unabhängig davon wirksam, ob der Abfallabschnitt des Werkstücks auf der linken oder der rechten Seite des Werkstücks abgetrennt wird.

[0009] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Sägeeinrichtung kann das Rückhaltelement oder können die Rückhaltelemente derart schwenkbar an der Sägeeinrichtung angeordnet sein, dass sie aus einer auf der Oberfläche des Werkstücks aufliegenden inaktiven Position in eine vor das vordere Ende des Werkstücks reichende aktive Position schwenkbar sind. Durch das Aufliegen auf der Werkstückoberseite kann mittels des Rückhaltelements oder der Rückhaltelemente einfach das vordere Ende des Werkstücks detektiert werden, kurz bevor das Sägeblatt dieses erreicht. Selbstverständlich ist neben einer schwenkbaren Anordnung der Rückhaltelemente auch eine linear verschiebbare Anordnung dieser Elemente möglich.

[0010] Besondere Vorteile ergeben sich, wenn das Rückhaltelement oder die Rückhaltelemente selbsttätig in ihre aktive Position bewegbar sind, kurz bevor das Sägeblatt das vordere Ende des Werkstücks erreicht. Dies kann beispielweise dadurch erreicht werden, dass das mindestens eine Rückhaltelement in seiner inaktiven Position federbelastet auf der Werkstückoberfläche entlanggleitet und bei Erreichen des vorderen Endes des Werkstücks durch die Federkraft nach unten in seine aktive Position vor das vordere Ende des Werkstücks bewegt wird.

[0011] Die Rückhaltelemente können beispielsweise mittels Zylinderanordnungen zwischen ihren inaktiven und aktiven Positionen bewegbar sein. Mindestens die Bewegung in die aktive Position kann dabei automatisch erfolgen wie oben

beschrieben. Selbstverständlich kann jedoch auch eine sensorgesteuerte Antriebseinrichtung für das mindestens eine Rückhaltelement vorgesehen sein.

[0012] In einer bevorzugten Ausführungsform betrifft die Erfindung eine Sägeeinrichtung mit einem Sägeblatt zum Abtrennen von Teilen von Werkstücken, eine Rückhalteeinrichtung zum Verhindern eines Rückschlags der abgetrennten Teile und einer sensorgesteuerten Antriebsvorrichtung zum Antrieben mindestens eines Rückhaltelements der Rückhalteeinrichtung zwischen der inaktiven Position und der aktiven Position und vorzugsweise umgekehrt. Ferner umfasst die sensorgesteuerte Antriebsvorrichtung eine erste Sensoreinheit, die derart an der Sägeeinrichtung angeordnet ist, dass die erste Sensoreinheit eine Stirnfläche eines Werkstücks erfassen kann, bevor das Sägeblatt einen Teil von dem Werkstück vollständig trennen kann. Die sensorgesteuerte Antriebsvorrichtung ermöglicht eine aktive Steuerung des mindestens einen Rückhaltelements.

[0013] Vorzugsweise befindet sich die Rückhalteeinrichtung - in Bearbeitungsrichtung des Sägeblatts gesehen - in einem Bereich einer Vorderseite der Sägeeinrichtung und die erste Sensoreinheit - in Bearbeitungsrichtung des Sägeblatts betrachtet - ist zwischen der Rückhalteeinrichtung und dem Sägeblatt angeordnet. Diese bevorzugte Anordnung ermöglicht es, die erste Sensoreinheit möglichst nahe an der Stelle anzuordnen, an der die Stirnfläche des Werkstücks vorbeiläuft. Dies erleichtert die Erfassung der Stirnfläche des Werkstücks.

[0014] Vorzugsweise verwendet die erste Sensoreinheit eine Abstandsmessung zwischen der ersten Sensoreinheit und der Oberfläche des Werkstücks. Eine Änderung des gemessenen Abstands an der Stirnseite des Werkstücks kann als Hinweis genutzt werden, dass das Sägeblatt die Stirnfläche des Werkstücks nahezu erreicht hat und somit das mindestens eine Rückhaltelement seine Position von der inaktiven Position in die aktive Position ändern muss.

[0015] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform arbeitet die erste Sensoreinheit berührungslos. Diese Ausführungsform benötigt keinen mechanischen Kontakt zwischen dem Rückhaltelement und dem Werkstück, um die Stirnfläche des Werkstücks zu erfassen, bevor das Sägeblatt einen Teil von dem Werkstück vollständig trennt. Eine solcher Betrieb vermeidet eine Beschädigung der Oberfläche des Werkstücks und ein solcher Betrieb ist verschleißfrei.

[0016] Vorzugsweise umfasst die Sägeeinrichtung ferner eine Steuereinrichtung zur Steuerung der sensorgesteuerten Antriebseinrichtung, und wobei die Steuereinrichtung dazu eingerichtet ist, die sensorgesteuerte Antriebseinrichtung anzuweisen, dass mindestens eine Rückhaltelement in die aktive Position zu verfahren, wenn die erste Sensoreinheit die Stirnseite des Werkstücks erfasst hat. Die Verwendung einer Steuereinrichtung ermöglicht neben der Steuerung der sensorgesteuerten Antriebseinrichtung weitere Steuermöglichkeiten der Sägeeinrichtung hinsichtlich der Sicherheit von Bedienern der Sägeeinrichtung wie beispielsweise Notabschaltungen der Sägeeinrichtung.

[0017] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst die sensorgesteuerte Antriebsvorrichtung ferner eine Zustandsüberwachungseinrichtung für die Rückhalteeinrichtung zur Überwachung, ob sich das Rückhaltelement in der aktiven Position oder der inaktiven Position befindet. Diese Ausführungsform erlaubt die Überprüfung, ob die Rückhalteeinrichtung ordnungsgemäß arbeitet oder nicht.

[0018] Vorzugsweise ist die Zustandsüberwachungseinrichtung eine zweite Sensoreinheit. Durch die Verwendung von zwei Sensoreinheiten für die Sägeeinrichtung wird die Sicherheit des Bedieners der Sägeeinrichtung weiter verbessert. Wenn beide Sensoreinheiten -der erste Sensoreinheit und die zweite Sensoreinheit - vom gleichen Typ sind, können Herstellungskosten reduziert werden.

[0019] In bevorzugten Ausführungsformen kann die zweite Sensoreinheit eine Lichtschranke, eine akustische Abstandsmessung, eine optische Abstandsmessung oder zumindest ein elektrischer Kontakt in einer Fahrspur für das Rückhaltelement verwenden.

[0020] Vorzugsweise ist die Steuereinrichtung ferner dazu eingerichtet, eine Relativbewegung zwischen der Sägeeinrichtung und dem Werkstück zu stoppen, wenn die Zustandsüberwachungseinrichtung erkannt hat, dass die Rückhalteeinrichtung nicht ordnungsgemäß arbeitet. Diese weitere Steuermöglichkeit der Steuereinrichtung verbessert die Sicherheit des Bedieners der Sägeeinrichtung.

[0021] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst die Sägeeinrichtung ferner einen Antrieb für die Relativbewegung zwischen der Sägeeinrichtung und dem Werkstück und eine Antriebssteuereinheit für den Antrieb. Die Steuereinrichtung ist ferner dazu eingerichtet, die Antriebssteuereinheit anzuweisen, die Relativbewegung zwischen der Sägeeinrichtung und dem Werkstück zu stoppen, wenn die zweite Sensoreinheit erfasst hat, dass die Rückhalteeinrichtung nicht ordnungsgemäß arbeitet. Die weitere bevorzugte Ausführungsform ist eine spezielle Implantation zur Bereitstellung einer zusätzlichen Sicherheit für den Bediener der Sägeeinrichtung.

[0022] Vorzugsweise können das oder die Rückhaltelemente klappen- oder schieberförmig ausgebildet sein.

[0023] Weitere Vorteile ergeben sich, wenn das Rückhaltelement oder die Rückhaltelemente eine Gleitfläche aufweisen, mit der sie während des Sägens des Werkstücks in ihrer inaktiven Position auf der Werkstückoberfläche entlang gleiten. Sie behindern dadurch die Bewegung des Sägeblatts bzw. den Vorschub des Werkstücks nicht. Dabei ist es weiter bevorzugt, wenn die Gleitfläche eine konvexe Fläche ist. Dadurch ergibt sich eine nur linienförmige Berührung zwischen Rückhaltelement und Werkstückoberfläche, was die gegenseitige Reibung weiter verringert.

[0024] Die Erfindung umfasst außerdem eine Bearbeitungsmaschine für Holz-, Metall-, Kunststoff- oder Glasmaterialien mit einer erfindungsgemäßen Sägeeinrichtung. Diese Bearbeitungsmaschine kann Teil eines CNC-Bearbeitungszentrums sein, mit dem weitere Bearbeitungen des Werkstücks möglich sind. Bevorzugt lässt sich die Sägeeinrichtung für die Bearbeitung von Balken oder Wandplatten einsetzen, ist jedoch nicht auf diese Anwendungsfälle beschränkt.

[0025] Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Abtrennen von Werkstückteilen, insbesondere von langen Werkstückteilen, mit Hilfe einer Sägeeinrichtung, die ein Sägeblatt und eine Rückhalteinrichtung aufweist, wobei die Rückhalteinrichtung mindestens auf der dem abzutrennenden Werkstückteil zugewandten Seite des Sägeblatts ein Rückhaltelement aufweist, das dem Sägeblatt in Bearbeitungsrichtung des Werkstücks voreilend und derart beweglich angeordnet ist, dass es aus einer inaktiven Position oberhalb des Werkstücks in eine vor das vordere Ende des Werkstücks reichende aktive Position bewegbar ist, das dadurch gekennzeichnet ist, dass vor Beginn des Säevorgangs das mindestens eine Rückhaltelement in seine inaktive Position bewegt wird und kurz vor dem vollständigen Abtrennen des Werkstückteils durch das Sägeblatt in seine aktive Position bewegt wird.

[0026] Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Abtrennen von Teilen von Werkstücken, welches die folgenden Schritte umfasst:

- Scannen eines Bereichs vor einem Sägeblatt in Bezug auf eine Bearbeitungsrichtung einer Sägeeinrichtung,
- Überprüfen, ob zumindest ein vorderes Ende eines Werkstücks innerhalb des gescannten Bereichs liegt,
- und Bewegen mindestens eines Rückhaltelements von einer inaktiven Position in eine aktive Position zum Verhindern eines Rückschlags eines von dem Werkstück abgetrennten Teils, wenn der Bereich durch das vordere Ende des Werkstücks erreicht wurde.

[0027] Vorzugsweise ist das Scannen ein berührungsloses Scannen. Ein auf einem solchen berührungslosen Scannen basierendes Sägeverfahren benötigt keinen mechanischen Kontakt zwischen dem Rückhaltelement und dem Werkstück, um die Stirnfläche des Werkstücks zu erfassen, bevor das Sägeblatt einen Teil von dem Werkstück vollständig abtrennt. Somit kann eine Beschädigung der Oberseite des Werkstücks vermieden werden. Weiterhin besteht kein Verschleiß an der Kontaktstelle des Rückhaltelements mit den Werkstücken.

[0028] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst das Verfahren ferner die Schritte:

- Überwachen der aktiven Position und/oder inaktiven Position des Rückhaltelements,
- Überprüfen, ob das Rückhaltelement von der inaktiven Position in die aktive Position bewegt worden ist, wenn der Bereich durch das vordere Ende des Werkstücks erreicht worden ist,
- und Stoppen des Säeprozesses an dem Werkstück, wenn festgestellt wird, dass die Rückhalteinrichtung nicht ordnungsgemäß von der inaktiven Position in die aktive Position bewegt worden ist.

[0029] Die weitere bevorzugte Ausführungsform ermöglicht die Steuerung einer ordnungsgemäßen Funktion der Rückhalteinrichtung. Somit stellt die weitere bevorzugte Ausführungsform zusätzliche Sicherheit für den Bediener bereit.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0030] Weitere Ziele und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen. Es versteht sich jedoch, dass die Zeichnungen nur als Veranschaulichung und nicht als Definition der Grenzen der Erfindung ausgebildet sind.

[0031] In den Zeichnungen ist,

- Fig. 1 eine schematische Seitenansicht einer Sägeeinrichtung mit einer Rückhalteinrichtung;
- Fig. 2 eine Ansicht von hinten auf die Sägeeinrichtung aus Fig. 1;
- Fig. 3A) eine schematische Seitenansicht einer weiteren Sägeeinrichtung mit einer Haltevorrichtung in einer inaktiven Position;
- Fig. 3B) eine Blickrichtung, die um 90° entlang einer vertikalen Achse der weiteren Sägeeinrichtung, die in Fig. 3A) gezeigt ist, gedreht ist;
- Fig. 4 eine schematische Seitenansicht der weiteren Sägeeinrichtung mit der Rückhalteinrichtung in einer aktiven Position;

Fig. 5A) eine Draufsicht auf ein rechteckiges Werkstück beim Trennen durch die Sägeeinrichtungen in Bezug auf Fig. 1 bis Fig. 4;

Fig. 5B) eine Draufsicht auf ein nicht-rechteckiges Werkstück beim Trennen durch die Sägeeinrichtungen in Bezug auf Fig. 1 bis Fig. 4;

Fig. 6 ein Verfahren zum Abtrennen von Werkstückteilen unter Verwendung einer sensorgesteuerten Antriebsvorrichtung zum Bewegen mindestens eines Rückhalteelements einer Rückhalteeinrichtung von der inaktiven Position in die aktive Position; und

Fig. 7 eine perspektivische Ansicht eines CNC-Bearbeitungszentrums mit einer Bearbeitungsvorrichtung, die eine Sägeeinrichtung gemäß Fig. 1 bis Fig. 4 umfasst.

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

[0032] Fig. 1 zeigt eine Sägeeinrichtung 10 mit einem Gehäuse 11 für ein Sägeblatt 12. An dem Gehäuse 11 ist außerdem eine Rückhalteeinrichtung 13 für abgetrennte Teile 14.1 (Fig. 2) eines Werkstücks 14 angeordnet. Im dargestellten Beispiel bewegt sich die Sägeeinrichtung 10 in Pfeilrichtung 15 über das Werkstück 14, das auf einem nicht näher dargestellten Arbeitstisch festgespannt ist. Die Pfeilrichtung 15 gibt daher auch die Bearbeitungsrichtung des Werkstücks 14 an. Daraus ist ersichtlich, dass die Rückhalteeinrichtung 13 an der Sägeeinrichtung 10 dem Sägeblatt 12 in Bearbeitungsrichtung 15 des Werkstücks 14 voreilend angeordnet ist.

[0033] Die Rückhalteeinrichtung 13 weist beidseits des Sägeblatts 12 jeweils ein klappenförmiges Rückhaltelement 16, 17 auf, das um eine Achse D schwenkbar an der Sägeeinrichtung 10 angeordnet ist, wie insbesondere auch die Rückansicht aus Fig. 2 zeigt. Jedes Rückhaltelement wird von einem Zylinder 18, 19 beaufschlagt, mit dessen Hilfe das Rückhaltelement 16, 17 aus einer in Fig. 1 mit durchgezogenen Linien angegebenen inaktiven Position in eine mit gestrichelten Linien dargestellte aktive Position und zurück verschwenkbar ist. Dabei befinden sich die Rückhaltelemente 16, 17 bis kurz vor Erreichen eines vorderen Endes 14.2 des Werkstücks in ihrer inaktiven Position, in der sie auf der Werkstückoberseite aufliegen und auf dieser entlang gleiten.

[0034] Um dieses Entlanggleiten zu erleichtern, sind die Rückhaltelemente 16, 17 mit einer konvexen Gleitfläche 16.1 versehen, die durch ein gebogenes freies Ende der Rückhaltelemente 16, 17 gebildet wird.

[0035] Nähert sich nun das Sägeblatt dem vorderen Ende 14.2 des Werkstücks 14, werden die Rückhaltelemente 16, 17 von den Zylindern 18, 19 in ihre aktive Position gedrückt, in der sie vor das vordere Ende 14.2 des Werkstücks 14 reichen. Damit kann das Sägeblatt 12 nach dem vollständigen Durchtrennen des Werkstücks 14 das abgetrennte Teil 14.1 (Fig. 2) nicht beschleunigen und aus der Sägeeinrichtung herausschleudern. Das abgetrennte Teil 14.1 prallt vielmehr gegen das Rückhaltelement 16 und wird von diesem aufgehalten.

[0036] Auch bei einer feststehenden Sägeeinrichtung 10 und bewegtem Werkstück 14 würde die Rückhalteeinrichtung 13 die gleiche Sicherungsfunktion erfüllen. Das Werkstück würde in diesem Fall entgegen der Pfeilrichtung 15 bewegt und die Rückhaltelemente 16, 17 würden kurz vor dem Durchtrennen des Werkstücks 14 vor das in Bearbeitungsrichtung 15 des Werkstücks 14 vordere Ende 14.2 bewegt, wo sie ein vom Sägeblatt 12 beschleunigtes Werkstückteil 14.1 aufhalten können.

[0037] Die Fig. 3A und 3B zeigen eine weitere Ausführungsform der Sägeeinrichtung 10.1. Gleiche Bezugszeichen der Ausführungsform nach Fig. 1 und Fig. 2 und die weitere Ausführungsform der Fig. 3A und 3B stehen für gleiche technische Bauteile. Die Sägeeinrichtung 10.1 umfasst das Sägeblatt 12 und das Gehäuse 11 für das Sägeblatt 12. Die Sägeeinrichtung 10.1 wird in der Bearbeitungsrichtung 15 betrieben. Die Bearbeitungsrichtung 15 basiert auf einer Relativbewegung zwischen der Sägeeinrichtung 10.1 und dem durch die Sägeeinrichtung 10.1 zu schneidenden Werkstück 14. Die Relativbewegung kann entweder durch eine Bewegung der Sägeeinrichtung 10.1 gegenüber einem auf dem Arbeitstisch 5 liegenden und festgeklemmten unbewegten Werkstück 14 oder durch eine Bewegung des Werkstücks 14 gegenüber der unbewegten Sägeeinrichtung 10.1 oder durch eine kombinierte Bewegung der Sägeeinrichtung 10.1 und des Werkstücks 14 realisiert werden.

[0038] Die Sägeeinrichtung 10.1 umfasst ferner eine Rückhalteeinrichtung 13.1 für von dem Werkstück 14 abgetrennte Teile 14.1. Die Rückhalteeinrichtung 13.1 umfasst entweder ein einziges Rückhaltelement 16.1 (siehe Fig. 5A) oder zwei Rückhaltelemente 16.1, 17.1 (siehe Fig. 5B) jeweils in Form einer rechteckigen Platte oder einer quadratischen Platte. Alternativ kann das Rückhaltelement oder können die Rückhaltelemente 16.1, 17.1 klappenartig oder schieberartig ausgebildet sein. Das Rückhaltelement kann oder die Rückhaltelemente 16.1, 17.1 können vorzugsweise aus gehärtetem Stahl bestehen.

[0039] Vorzugsweise befindet sich die Rückhalteeinrichtung 13.1 - in Bearbeitungsrichtung 15 des Sägeblatts 12 geschen - im Bereich einer Vorderseite der Sägeeinrichtung 10.1. Die Vorderseite der Sägeeinrichtung 10.1 kann durch eine Vorderwand 11.3 des Gehäuses 11 begrenzt sein.

[0040] Vorzugsweise kann die Rückhalteinrichtung 13.1 zumindest teilweise innerhalb des Gehäuses 11 an der Vorderwand 11.3 des Gehäuses 11 angeordnet sein, wie in Fig. 3A gezeigt ist. Diese Anordnung ermöglicht es, eine sensorgesteuerte Antriebsvorrichtung 30 der Rückhaltevorrichtung 13.1 durch das Gehäuse 11 vor dem Sägestaub zu schützen. Eine Breite des Rückhaltelements 16.1 oder eine Kombination der beiden nebeneinander angeordneten Rückhaltelemente 16.1, 17.1 ist vorzugsweise an einen Innendurchmesser des Gehäuses 11 angepasst, der senkrecht zur Bearbeitungsrichtung 15 des Werkstücks 14 ist. Dadurch liegen Abstände zwischen Innenflächen der Wände 11.1, 11.2 des Gehäuses 11 und dem Rückhaltelement 16.1 oder der Kombination der beiden Rückhaltelemente 16.1, 17.1 vorzugsweise in der Größenordnung von wenigen Millimetern, wie beispielsweise zwischen 1 mm und 5 mm (siehe Fig. 3B). Die Wände 11.1, 11.2 sind vorzugsweise vertikal orientiert und parallel zur Bearbeitungsrichtung 15 ausgerichtet (siehe Fig. 3B).

[0041] Das Rückhaltelement 16.1 ist zumindest an einer Seite 12.3 des Sägeblatts 12 angeordnet, die dem Teil 14.1 zugewandt ist, welches von dem Werkstück 14 abgetrennt werden soll.

[0042] Das Rückhaltelement 16.1 kann alternativ auf beiden Seiten 12.3, 12.4 des Sägeblatts 12 angeordnet sein, wenn üblicherweise Werkstücke 14 mit rechteckigen Abmessungen geschnitten werden müssen. Dies bietet mehr Flexibilität beim Trennen von Teilen von den Werkstücken 14.

[0043] Alternativ kann das Rückhaltelement 16.1 auf der Seite 12.3 des Sägeblatts 12 angeordnet sein und das Rückhaltelement 17.1 kann auf der Seite 12.4 des Sägeblatts 12 angeordnet sein, wenn gelegentlich oder in der Regel Werkstücke 14 mit nicht-rechteckigen Abmessungen geschnitten werden müssen.

[0044] Alternativ (in den Figuren nicht dargestellt) kann die Rückhalteinrichtung 13.1 an einer Außenwand 11.3 des Gehäuses 11 angeordnet sein. Die Außenwand 11.3 ist vorzugsweise vertikal ausgerichtet und steht senkrecht zur Bearbeitungsrichtung 15 des Werkstücks 14 (siehe Fig. 3B) und ist in Bearbeitungsrichtung 15 gesehen am hinteren Ende des Gehäuses 11 angeordnet. Diese Anordnung ermöglicht eine größere Breite des Rückhaltelements 16.1 bzw. der Kombination aus Rückhaltelement 16.1 und nebeneinander angeordnetem Rückhaltelement 17.1 im Vergleich zum Rückhaltelement 16.1 der Ausführungsform nach Fig. 3A), da die Breite des Rückhaltelements 16.1 bzw. der Kombination aus Rückhaltelement 16.1 und Rückhaltelement 17.1 nicht durch den Innendurchmesser des Gehäuses 11 begrenzt ist. Dadurch kann der Schutz des Bedieners vor einem Rückschlag der vom Werkstück 14 abgetrennten Teile 14.1 erhöht werden.

[0045] Die Dicke des Materials des Rückhaltelements ist vorzugsweise an das Material des Werkstücks 14 angepasst. Bei Holz oder Kunststoff kann eine erste Dicke des Materials des Rückhaltelements in einem Bereich zwischen 3 mm und 5 mm liegen. Bei Metall oder Glas kann die zweite Dicke des Materials des Rückhaltelements zwischen 5 mm und 10 mm liegen. Diese an das zu schneidende Material angepasste Dicke des Rückhaltelements ermöglicht auch einen verbesserten Schutz der Bedienperson der Sägeeinrichtung 10.1.

[0046] Eine Breite des Rückhaltelements oder der Rückhaltelemente 16.1, 17.1 in horizontaler Richtung ist vorzugsweise an die Breite der vom Werkstück 14 abzutrennenden Teile angepasst. Bei abzutrennenden Teilen mit einer Breite unterhalb oder gleich einer vordefinierten Breite von beispielsweise 30 cm kann sich das Rückhaltelement von einer zweidimensionalen Sägeebene 60 (siehe Fig. 3B) in einer Richtung senkrecht zur Sägeebene 60 mit einem Abstand von mindestens 5 cm bis zur Hälfte einer maximalen Breite der abzutrennenden Teile vom Werkstück 14 erstrecken. Bei abzutrennenden Teilen mit einer Breite oberhalb der vorgegebenen Breite kann sich das Rückhaltelement von der Sägeebene 60 in Richtung senkrecht zur Sägeebene 60 mit einem Abstand von mindestens 15 cm bis zur Hälfte der maximalen Breite der abzutrennenden Teile vom Werkstück 14 erstrecken. Diese an die maximale Breite der vom Werkstück 14 abgetrennten Teile 14.1 angepasste Breite des Rückhaltelements ermöglicht ebenfalls einen verbesserten Schutz der Bedienperson der Sägeeinrichtung 10.1.

[0047] Die Rückhalteinrichtung 13.1 umfasst ferner eine sensorgesteuerte Antriebseinrichtung 30 für das Rückhaltelement 16.1. Die sensorgesteuerte Antriebseinrichtung 30 ist vorzugsweise innerhalb des Gehäuses 11 an dem in Bearbeitungsrichtung 15 gesehen hinteren Ende des Gehäuses 11 angeordnet (siehe Fig. 3A). Alternativ kann, wenn die Rückhalteinrichtung 13.1 an einer Außenwand 11.3 des Gehäuses 11 angeordnet ist, die Antriebseinrichtung 30 auch an der Außenwand 11.3 des Gehäuses 11 angeordnet sein.

[0048] Die sensorgesteuerte Antriebseinrichtung 30 kann z.B. durch einen Schneckenantrieb 31 als Beispiel für einen mechanischen Antrieb realisiert werden, der eine Trägerplatte 32 entlang einer vertikal ausgerichteten Linearführung 33 zwischen zwei Führungsschienen bewegt, wie in Fig. 3A skizziert ist. An der Trägerplatte 32 ist das Rückhaltelement 16.1 befestigt, so dass das Rückhaltelement 16.1 durch die sensorgesteuerte Antriebseinrichtung 30 vertikal auf und ab bewegt werden kann.

[0049] Alternativ kann die sensorgesteuerte Antriebsvorrichtung 30 auch durch einen elektromechanischen Antrieb, einen elektrischen Direkt-Linearantrieb, einen hydraulischen Linearantrieb oder einen pneumatischen Linearantrieb realisiert werden.

[0050] In einer weiteren alternativen Ausführungsform kann das Rückhaltelement 16.1 bzw. die Kombination der Rückhaltelemente 16.1, 17.1 ähnlich der Ausführungsform der Fig. 1 innerhalb oder außerhalb des Gehäuses 11 derart schwenkbar angeordnet sein, dass sie das Rückhaltelement 16.1 bzw. die Kombination der Rückhaltelemente 16.1,

17.1 aus der inaktiven Position in die aktive, dem vorderen Ende 14.2 des Werkstücks 14 vorgreifende Position schwenken können.

[0051] Das Sägeblatt 12 ist vorzugsweise ein Kreissägeblatt. Zum Trennen des Werkstücks 14 sind das Kreissägeblatt 12 und das Werkstück 14 in vertikaler Richtung gesehen so zueinander angeordnet, dass sich ein Drehpunkt 12.2 des Kreissägeblatts 12 oberhalb einer Oberseite 14.5 des Werkstücks 14 befindet. Eine Drehrichtung 12.1 des Kreissägeblatts 12 ist vorzugsweise so ausgerichtet, dass das Werkstück 14 von einer Unterseite 14.6 des Werkstücks 14 zur Oberseite 14.5 des Werkstücks 14 geteilt wird (siehe Fig. 3A).

[0052] Die sensorgesteuerte Antriebsvorrichtung 30 umfasst eine erste Sensoreinheit 22. Die erste Sensoreinheit 22 ist vorzugsweise derart an der Sägeeinrichtung 10.1 angeordnet, dass die erste Sensoreinheit 22 eine Stirnfläche 14.2 des Werkstücks 14 (siehe Fig. 5A), 14.8 (siehe Fig. 5B) detektieren kann, bevor das Sägeblatt 12 ein Teil 14.1 (siehe Fig. 5A), 14.9 (siehe Fig. 5B) vollständig vom Werkstück 14, 14.8 trennen kann.

[0053] Vorzugsweise kann die Rückhalteeinrichtung 13.1 - in Bearbeitungsrichtung 15 des Sägeblattes 12 gesehen - im Bereich einer Vorderseite der Sägeeinrichtung 10.1 angeordnet sein, und die erste Sensoreinheit 22 kann vorzugsweise an einer Unterseite 11.3 des Gehäuses 11 zwischen dem Sägeblatt 12 und der Rückhalteeinrichtung 13.1 angeordnet sein.

[0054] Die erste Sensoreinheit 22 ist vorzugsweise ein Abstandssensor, der vorzugsweise kontinuierlich einen vertikalen Abstand zwischen der ersten Sensoreinheit 22 und der Oberseite 14.5 des Werkstücks 14 misst. Die erste Sensoreinheit 22 kann vorzugsweise ein berührungsloser Sensor sein, der berührungslos arbeitet, wie z.B. ein Ultraschallsensor oder ein Lasersensor. Alternativ kann für die erste Sensoreinheit 22 auch ein Sensor mit mechanischem Kontakt wie z. B. ein Federkraftsensor verwendet werden.

[0055] Vorzugsweise umfasst die sensorgesteuerte Antriebseinrichtung 30 ferner eine Zustandsüberwachungseinrichtung 24, die beispielsweise innerhalb des Gehäuses 11 in einer solchen vertikalen Position angeordnet ist, die es erlaubt, einen Betriebszustand der Rückhalteeinrichtung 13.1 wie ein Vorhandensein des Rückhalteelements 16.1 in der inaktiven Position (siehe Fig. 3A) zu erkennen.

[0056] Die Zustandsüberwachungseinrichtung 24 kann vorzugsweise eine zweite Sensoreinheit sein. Die zweite Sensorseinheit kann Komponenten für eine Lichtschranke wie mindestens einen optischen Sender und mindestens einen optischen Empfänger umfassen, die neben dem/den Rückhalteelement(en) 16.1, 17.1 in der inaktiven Position oder der aktiven Position angeordnet sind, so dass das/die Rückhalteelement(e) in der Lage ist/sind, die optische Übertragung zwischen dem mindestens einen optischen Sender und dem mindestens einen optischen Empfänger zu blockieren, wenn es in der jeweiligen Position ist.

[0057] Alternativ kann die zweite Sensoreinheit mindestens eine Komponente für eine akustische Abstandsmessung umfassen, wie z.B. mindestens einen Ultraschallsensor, der in der Nähe des Bereichs des Rückhalteelements angeordnet ist, wenn dieses sich in der aktiven Position und/oder der inaktiven Position befindet.

[0058] In einer weiteren Alternative kann die zweite Sensoreinheit mindestens eine Komponente für eine optische Abstandsmessung umfassen, wie z.B. mindestens einen Lasersensor oder eine Leuchtdiode, die in der Nähe des Bereichs des Rückhalteelements angeordnet ist, wenn dieses sich in der aktiven Position und/oder der inaktiven Position befindet.

[0059] In einer weiteren Alternative kann die zweite Sensoreinheit mindestens ein Bauteil für mindestens einen elektrischen Kontakt in einer Führungsbahn 33 für das mindestens eine Rückhaltelement 16.1, 17.1, wie mindestens einen Schalter, umfassen, der einen Stromkreis öffnet oder schließt, wenn sich das Rückhaltelement oder die Rückhaltelemente 16.1, 17.1 in der aktiven Position und/oder der inaktiven Position befindet/befinden.

[0060] In einer weiteren Alternative kann die zweite Sensoreinheit mindestens ein Bauteil für eine digitale Messtastung wie einen Messtaster umfassen, der das/die Rückhalteelement(e) 16.1, 17.1 mechanisch berührt, wenn das/die Rückhaltelement(e) 16.1, 17.1 in der aktiven Position und/oder der inaktiven Position ist/sind.

[0061] Die Sägeeinrichtung 10.1 umfasst ferner eine Steuereinrichtung 40 zur Steuerung der sensorgesteuerten Antriebsseinrichtung 30 und optional auch zur Überwachung der Funktionalität der Rückhalteeinrichtung 13.1. Alternativ kann die Steuereinrichtung 40 Teil einer Bearbeitungsvorrichtung für Holz-, Metall-, Kunststoff- oder Glasmaterialien sein, die die Sägeeinrichtung 10.1 umfasst. Die Steuereinrichtung 40 kann eine Prozessoreinheit und eine Speichereinheit umfassen.

[0062] Die Sägeeinrichtung 10.1 umfasst ferner eine erste Signalleitung 42 zwischen der ersten Sensoreinheit 22 und der Steuereinrichtung 40, um Messsignale der ersten Sensoreinheit 22 an die Steuereinrichtung 40 zu übermitteln. Bei den Ausführungsformen, bei denen die Zustandsüberwachungseinrichtung 24 vorhanden ist, umfasst die Sägeeinrichtung 10.1 vorzugsweise ferner eine zweite Signalleitung 44 zwischen der Zustandsüberwachungseinrichtung 24 und der Steuereinrichtung 40, um Messsignale der Zustandsüberwachungseinrichtung 24 an die Steuereinrichtung 40 zu liefern.

[0063] Die Sägeeinrichtung 10.1 umfasst ferner eine Antriebssteuereinheit 50, beispielsweise für einen ersten Antrieb (nicht dargestellt), der das Sägeblatt 12 beispielsweise in Rotation versetzt, und für einen zweiten Antrieb (nicht dargestellt), der mindestens eine Translationseinheit (nicht dargestellt) entweder für das Sägeblatt 12, für das Werkstück 14 oder für das Sägeblatt 12 und das Werkstück 14 antreibt. Vorzugsweise umfasst die Sägeeinrichtung 10.1 ferner eine dritte Signalleitung 46 zwischen der Steuereinrichtung 40 und der Antriebssteuereinheit 50 zur Bereitstellung von Steuersignalen von der Steuereinrichtung 40 an die Antriebssteuereinheit 50.

[0064] Vorzugsweise umfasst die Sägeeinrichtung 10.1 ferner eine vierte Signalleitung 48 zwischen der Steuereinrichtung 40 und der sensorgesteuerten Antriebsvorrichtung 30 zur Bereitstellung von Steuersignalen der Steuereinrichtung 40 an die Antriebsvorrichtung 30.

[0065] Wenn die Sägeeinrichtung 10.1 beginnt, das Teil 14.1 vom Werkstück 14 abzutrennen, indem sie das Sägeblatt 12 in die Bearbeitungsrichtung 15 bewegt, befindet sich das Rückhalteelement 16.1 in seiner inaktiven Position oberhalb der Oberseite 14.5 des Werkstücks 14. Ein Abstand zwischen der Oberseite 14.5 des Werkstücks 14 und dem untersten Teil des Rückhaltelements 16.1 kann beispielsweise in einem Bereich zwischen 5 mm und 1 cm liegen. Fig. 3A zeigt eine Situation, in der das Sägeblatt 12 etwa die Mitte der vordefinierten Sägeschnittlinie des Werkstücks 14 erreicht hat. Ein Abschnitt 14.3 des Werkstücks 14 wurde bereits geschnitten und ein schraffierter Abschnitt 14.4 des Werkstücks 14 wurde noch nicht geschnitten.

[0066] Die erste Sensoreinheit 22 hat seit Beginn des Schneidvorgangs für die vorgegebene Sägeschnittlinie des Werkstücks 14 noch keine Veränderung des vertikalen Abstands zwischen der ersten Sensoreinheit 22 und der Oberseite 14.5 des Werkstücks 14 gemessen. Das Rückhaltelement 16.1 befindet sich also noch in seiner inaktiven Position oberhalb der Oberseite 14.5 des Werkstücks 14.

[0067] Fig. 4 zeigt eine weitere Situation zu einem späteren Zeitpunkt, in der das Sägeblatt 12 etwa den zweiten Teil der vorgegebenen Sägeschnittlinie des Werkstücks 14 erreicht hat und sich die erste Sensoreinheit 22 nicht mehr über der Oberseite 14.5 des Werkstücks 14 befindet. Das vordere Ende 14.2 des Werkstücks 14 hat die erste Sensoreinheit 22 gerade passiert, so dass die Strahlung der ersten Sensoreinheit 22 nicht mehr vollständig von der Oberseite 14.5 des Werkstücks 14 reflektiert wird. Stattdessen wird die Strahlung zumindest teilweise von der Oberseite des Arbeitstisches 5 reflektiert. Diese Änderung der Reflexion, die vorzugsweise über einem vordefinierten Wert liegt, um ein falsches Auslösen des Rückhaltelements 16.1 in die aktive Position zu vermeiden, kann von der ersten Sensoreinheit 22 selbst als Abstandsänderung interpretiert werden, so dass über die erste Signalleitung 42 ein anderer Abstandswert an die Steuereinrichtung 40 signalisiert bzw. übermittelt wird. Alternativ wird die Änderung der Reflexion als Abnahme der Intensität des reflektierten Signals gemessen und entsprechende Messwerte an die Steuereinrichtung 40 gemeldet bzw. übertragen, die die Änderungsmesswerte als Abstandsänderung interpretiert. Wie in Fig. 4 dargestellt, hat die Steuereinrichtung 40 über die vierte Signalleitung 48 bereits ein Steuersignal an die Antriebsvorrichtung 30 gesendet, welches die Antriebsvorrichtung 30 angewiesen hat, das Rückhaltelement 16.1 der Rückhalteeinrichtung 13.1 in einer vertikalen Richtung 35 aus der inaktiven Position in die aktive Position zu bewegen. Die aktive Position kann dadurch gekennzeichnet sein, dass der Abstand zwischen der Oberseite des Arbeitstisches 5 und dem untersten Teil des Rückhaltelements 16.1 beispielsweise in einem Bereich zwischen 5 mm und 1 cm liegt. In der aktiven Position ist das Rückhaltelement 16.1 nun in der Lage, eine Rückstoßbewegung des Teils 14.1 in der Bearbeitungsrichtung 15 zu blockieren, wenn das Teil 14.1 vollständig vom Werkstück 14 abgetrennt ist.

[0068] Wie in Fig. 4 dargestellt, hat die Steuereinrichtung 40 über die vierte Signalleitung 48 bereits ein Steuersignal an die Antriebsvorrichtung 30 gesendet, welches die Antriebsvorrichtung 30 angewiesen hat, das Rückhaltelement 16.1 der Rückhalteeinrichtung 13.1 in einer vertikalen Richtung 35 von der inaktiven Position in die aktive Position zu bewegen. Dabei hat ein oberer Teil des Rückhaltelements 16.1 die Zustandsüberwachungseinrichtung 24, beispielsweise eine zweite Sensoreinheit, passiert, so dass die Strahlung der zweiten Sensoreinheit nicht mehr von der Oberfläche des oberen Teils des Rückhaltelements 16.1 reflektiert wird. Stattdessen wird die Strahlung von Teilen der Linearführung 33 reflektiert. Diese Änderung der Reflexion, die vorzugsweise über einem vordefinierten Wert liegt, um eine Fehlannahme über die Funktionstüchtigkeit des Rückhaltelements 16.1 zu vermeiden, kann von der zweiten Sensoreinheit selbst als Abstandsänderung interpretiert werden, so dass über die zweite Signalleitung 44 ein anderer Abstandswert an die Steuereinrichtung 40 signalisiert bzw. übermittelt wird. Alternativ wird die Reflexionsänderung als Intensitätsabfall des reflektierten Signals gemessen und entsprechende Messwerte an die Steuereinrichtung 40 signalisiert bzw. übertragen, welche die Änderungsmesswerte als Abstandsänderung interpretiert. Anhand der detektierten Abstandsänderung an der ersten Sensoreinheit 22 und anhand des detektierten Abstands an der zweiten Sensoreinheit hat die Steuereinrichtung 40 die Information, dass die Rückhalteeinrichtung 13.1 ordnungsgemäß arbeitet.

[0069] Andernfalls, wenn die Steuereinrichtung 40 nur die Abstandsänderung an der ersten Sensoreinheit erfasst hat und nicht innerhalb eines vordefinierten Zeitfensters nach der Abstandsänderung an der ersten Sensoreinheit 22 auch eine Abstandsänderung an der zweiten Sensoreinheit erfasst hat, was bedeutet, dass die Rückhalteeinrichtung 13.1 nicht ordnungsgemäß arbeitet, ist die Steuereinrichtung 40 dazu eingerichtet, ein Steuersignal an die Antriebssteuereinheit 50 zu senden, um zumindest den zweiten Antrieb der Translationseinheit und vorzugsweise auch den ersten Antrieb für das Sägeblatt 12 aus Sicherheitsgründen sofort zu stoppen.

[0070] Fig. 6 zeigt Details eines Verfahrens 100 zum Abtrennen von Teilen von Werkstücken, wie z.B. das Teil 14.1 von dem Werkstück 14 oder das Teil 14.9 von dem Werkstück 14.8, wie in Fig. 1 bis Fig. 5 gezeigt ist. Das Verfahren 100 für einen einzelnen vordefinierten Schnitt am Werkstück 14, 14.8 beginnt im Block 110.

[0071] In einem Schritt 120, wenn das Werkstück 14, 14.8 auf dem Arbeitstisch 5 eingespannt ist und die Sägeeinrichtung 10.1 zum Schneiden des Werkstücks 14, 14.8 bewegt wird (entsprechend einer der drei oben genannten Alternativen für eine Relativbewegung zwischen der Sägeeinrichtung 10.1 und dem Werkstück 14, 14.8), kann die Antriebssteuereinheit 50 den ersten Antrieb für das Sägeblatt 12 starten, so dass das Sägeblatt 12 der Sägeeinrichtung 10.1 zu rotieren beginnt,

und den zweiten Antrieb starten, so dass die Sägeeinrichtung 10.1 beginnt, sich linear zu einem hinteren Ende oder einer ersten Seitenfläche 14.7 des Werkstücks 14 zu bewegen.

[0072] Nach dem Start der Antriebe wird in einem weiteren Schritt 130 ein Bereich 23 vor dem Sägeblatt 12 in Bezug auf die Bearbeitungsrichtung 15 kontinuierlich, vorzugsweise berührungslos, abgetastet (siehe Fig. 3A und 3B) oder in vordefinierten Zeitfenstern von beispielsweise 100 Millisekunden vorzugsweise von der ersten Sensoreinheit 22 zur Erfassung der vorderen Stirnfläche 14.2 des Werkstücks 14 abgetastet. Die berührungslose Abtastung kann beispielsweise auf einer Abstandsmessung durch Ultraschallwellen oder durch optische Wellen beruhen. Alternativ kann für eine berührende Messung auch ein digitaler Messtaster oder ein Pressschuh mit Gleitfläche verwendet werden.

[0073] In einem weiteren optionalen Schritt 140 wird die inaktive Position des Rückhalteelements 16.1 bzw. die Kombination der Rückhaltelemente 16.1, 17.1 kontinuierlich überwacht (siehe Fig. 3A und 3B) oder innerhalb der vorgegebenen Zeitfenster von beispielsweise 100 Millisekunden überwacht. Vorzugsweise wird ein Bereich 25 der inaktiven Position des Rückhaltelements 16.1 berührungslos beispielsweise von der zweiten Sensoreinheit 24 überwacht. Der Bereich 25 kann dadurch gekennzeichnet sein, dass der Bereich 25 zumindest teilweise von dem Rückhaltelement 16.1 überdeckt ist, wenn sich das Rückhaltelement 16.1 in der inaktiven Position befindet und dass der Bereich 25 vollständig von dem Rückhaltelement 16.1 überdeckt ist, wenn sich das Rückhaltelement 16.1 in der aktiven Position befindet.

[0074] In einem weiteren Schritt 150 wird überprüft, ob sich das vordere Ende 14.2 des Werkstücks 14 innerhalb des gescannten Bereichs 23 befindet. Solange der gemessene Abstand an der ersten Sensoreinheit 22 zwischen zwei aufeinanderfolgenden Messungen vorzugsweise nicht über einen vordefinierten Wert ansteigt, um ein fälschliches Auslösen einer Bewegung des Rückhaltelements 16.1 zu vermeiden, ist der Bereich 23 vom vorderen Ende 14.2 des Werkstücks 14 nicht erreicht worden. In einem solchen Fall wiederholt das Verfahren 100 den Schritt 130.

[0075] Wenn sich stattdessen der gemessene Abstand an der ersten Sensoreinheit 22 zwischen zwei aufeinanderfolgenden Messungen um mindestens einen vordefinierten Schwellenwert erhöht, ist der Bereich 23 vom vorderen Ende 14.2 des Werkstücks 14 erreicht worden (siehe Fig. 4). In diesem Fall fährt das Verfahren 100 mit Schritt 160 fort.

[0076] Durch den Schritt 160 wird die Antriebsvorrichtung 30 angewiesen, das Rückhaltelement 16.1 beispielsweise in vertikaler Richtung von der inaktiven Position in die aktive Position zu bewegen.

[0077] In einem weiteren optionalen Schritt 170 wird nach dem vordefinierten Zeitfenster, das durch die Abstandsänderung an der ersten Sensoreinheit 22 gestartet wurde, überprüft, ob das Rückhaltelement 16.1 von der inaktiven Position in die aktive Position bewegt worden ist. Das vordefinierte Zeitfenster kann durch eine Addition von Zeitspannen gewählt werden, die für die Signalisierung von der ersten Sensoreinheit 22 an die Steuereinrichtung 40, für die Verarbeitung in der Steuereinrichtung 40, für die Signalisierung von der Steuereinrichtung 40 an die Antriebsvorrichtung 30 und für die Bewegung des Rückhaltelements 16.1 von der inaktiven Position in die aktive Position benötigt werden. Wenn die Überwachung des Bereichs 25 anzeigt, dass das Rückhaltelement 16.1 von der inaktiven Position in die aktive Position bewegt wurde, wird das Verfahren 100 mit Schritt 180 fortgesetzt.

[0078] Im Schritt 180 wird das Abtrennen des Teils 14.1 vom Werkstück 14 abgeschlossen. In einem solchen Fall endet das Verfahren 100 mit Block 200. Wenn die Überwachung des Bereichs 25 anzeigt, dass das Rückhaltelement 16.1 nicht ordnungsgemäß von der inaktiven Position in die aktive Position bewegt wurde, wird das Verfahren 100 stattdessen mit einem optionalen Schritt 190 fortgesetzt.

[0079] Im optionalen Schritt 190 wird ein Sägenvorgang der Sägeeinrichtung 10.1 am Werkstück 14 gestoppt, indem die Rotation des Sägeblatts 12 und die Translation des Sägeblatts 12 gestoppt wird. Alternativ wird die Bewegung des Werkstücks 14 gestoppt, wenn z. B. die Sägeeinrichtung 10.1 fixiert ist und das Werkstück bewegt wird. In einem solchen Fall bricht das Verfahren 100 mit Block 210 ab. Dann muss ein Bediener der Sägeeinrichtung den Grund für den unvorhergesehenen Abbruch des Verfahrens 100 überprüfen.

[0080] Fig. 7 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform eines CNC-Bearbeitungszentrums 200 als sogenannte Multifunktionsbrücke mit verschiedenen Bearbeitungseinheiten 10.x, 202, 203, 204, 205 zur Bearbeitung eines Werkstück-Modulsystems 400, insbesondere eines Fachwerks, das vorzugsweise aus Holz-, Metall-, Kunststoff- oder Glaswerkstoffen besteht.

[0081] Die Bearbeitungseinheit 10.x ist eine der zuvor beschriebenen Sägeeinrichtungen 10, 10.1 zum Schneiden von Werkstücken wie Balken, Latten oder Wandplatten des Werkstückmodulsystems 400. Die weiteren Bearbeitungseinheiten 202, 203, 204, 205 sind Bearbeitungseinrichtungen, zum Beispiel zum Bohren, Befestigen, Markieren, Kleben oder Formatisieren.

[0082] Das CNC-Bearbeitungszentrum 200 umfasst eine Bearbeitungsvorrichtung 230 für zwei, drei oder auch mehr als drei der Bearbeitungseinheiten 10.x, 202, 203, 204, 205. Die an der Bearbeitungsvorrichtung 230 angeordneten Bearbeitungseinheiten 10.x, 202, 203 können direkt zur Bearbeitung des Werkstückmodulsystems 400 eingesetzt werden. Die Bearbeitungsvorrichtung 230 umfasst vorzugsweise mindestens eine Antriebsspindel für diejenigen Bearbeitungsgeräte, die eine solche Antriebsspindel benötigen, wie beispielsweise Bohrgeräte oder die Sägegeräte 10, 10.1. Mindestens eine der Bearbeitungseinheiten 202, 203, 204, 205 umfasst vorzugsweise einen Werkzeugwechsler für verschiedene Bearbeitungsfunktionen. Die Bearbeitungsvorrichtung 230 umfasst vorzugsweise eine Anordnung für eine um mindestens 180° um eine vertikale Richtung drehbare Bearbeitungseinheit 10.x, vorzugsweise in automatisierter Weise.

[0083] Diejenigen Bearbeitungseinheiten 204, 205, die nicht auf der Bearbeitungsvorrichtung 130 untergebracht werden können, können auf einem Lager 240 des CNC-Bearbeitungszentrums 200 abgestellt werden, das vorzugsweise an einer Vorderseite eines Auflagetisches (in Fig. 7 nicht sichtbar) des CNC-Bearbeitungszentrums 200 und damit vorzugsweise auf einer Tragfläche des CNC-Bearbeitungszentrums 200 angeordnet ist. Das Lager 240 umfasst vorzugsweise einen ersten vertikalen Träger 241, der an der Tragfläche verankert ist, und einen zweiten vertikalen Träger 242, der an der Tragfläche verankert ist. Das Lager 240 umfasst ferner einen horizontalen Träger 243, der an den oberen Enden der beiden vertikalen Träger 241, 242 angeordnet und befestigt ist. Das Lager 240 umfasst ferner mindestens eine an dem horizontalen Träger 243 angeordnete Halterung 244, 245, 246 für eine der Bearbeitungseinheiten 10.x, 202, 203, 204, 205. Vorzugsweise sind zwei oder mehr Halterungen 244, 245, 246 an dem horizontalen Träger 243 angeordnet.

[0084] Die Bearbeitungsvorrichtung 230 ist vorzugsweise an einem Portalsystem 260 als Positioniereinrichtung des CNC-Bearbeitungszentrums 200 mittels entsprechender Antriebseinrichtungen horizontal und vertikal verfahrbar angeordnet. Das Portalsystem 260 umfasst einen ersten Vertikalträger 261, einen in Fig. 7 nicht sichtbaren zweiten Vertikalträger und einen an den oberen Enden der Vertikalträger 261 angeordneten und befestigten Horizontalträger 262, an dem die Bearbeitungsvorrichtung 230 verfahrbar angeordnet ist, um die für die Bearbeitung des Werkstückmodulsystems 400 erforderlichen Bearbeitungspositionen anfahren zu können.

[0085] Vorzugsweise umfasst das CNC-Bearbeitungszentrum 200 ferner einen am Vertikalträger 261 angeordneten Werkzeugwechsler 250, um weitere Werkzeuge in eine der Bearbeitungseinheiten 202, 203 einwechseln zu können.

[0086] Das Portalsystem 260 ist auf einer Transportvorrichtung 270 mittels einer nicht dargestellten Antriebsvorrichtung horizontal entlang des Auflagetisches verfahrbar angeordnet. Die Transportvorrichtung 270 ist vorzugsweise ein Schienensystem, das eine erste Schiene 271 und eine zweite Schiene 272 umfasst. Die Schienen 271, 272 sind vorzugsweise seitlich des Auflagetisches für das Werkstückmodulsystem 400 angeordnet. Je nach Größe des Werkstückmodulsystems 400 kann das CNC-Bearbeitungszentrum 200 auch zwei oder mehr hintereinander angeordnete Auflagetische aufweisen, entlang derer das Portalsystem 260 verfahrbar ist. Die Schienen 271, 272 weisen vorzugsweise eine solche Länge auf, dass das Portalsystem 260 bis oberhalb der Position 240 verfahren werden kann, um zumindest eine der Bearbeitungseinheiten 10.x, 202, 203 der Bearbeitungsvorrichtung 230 gegen zumindest eine der anderen Bearbeitungseinheiten 204, 205 für eine bevorstehende Bearbeitung des Werkstückmodulsystems 400 vorzugsweise automatisch auszutauschen.

[0087] Alternativ zum Portalsystem 260 kann auch ein Mehrachsroboter als Positioniervorrichtung eingesetzt werden, der vorzugsweise ebenfalls auf einem Schienensystem entlang des Auflagetisches verfahrbar ist.

[0088] Das CNC-Bearbeitungszentrum 200 umfasst ferner vorzugsweise ein Schutzwandsystem 280 für das Bedienpersonal des CNC-Bearbeitungszentrums 200. Das Schutzwandsystem 280 umfasst beispielsweise und vorzugsweise eine erste Schutzwand 281, die parallel zu der ersten Schiene 271 an dem ersten Vertikalträger 261 des Portalsystems 260 angeordnet ist, und eine zweite Schutzwand 282, die parallel zu der zweiten Schiene 272 an dem zweiten Vertikalträger 262 des Portalsystems 260 angeordnet ist. Auf diese Weise bewegt sich das Schutzwandsystem 280 mit dem Portalsystem 260 und bietet dort Schutz, wo gerade eine Bearbeitung mittels des CNC-Bearbeitungszentrums 200 stattfindet. Das Schutzwandsystem 280 bietet neben der Rückhalteeinrichtung 13, 13.1 der Sägeeinrichtung 10, 10.1 einen weiteren Schutz für den Bediener des CNC-Bearbeitungszentrums 200, wenn die Sägeeinrichtung 10, 10.1 zum Abtrennen von Teilen 14.1, 14.9 von Werkstücken 14, 14.8 für das Werkstückmodulsystem 400 verwendet wird.

[0089] Das CNC-Bearbeitungszentrum 200 umfasst ferner eine am Horizontalträger 262 angeordnete, vertikal nach oben verlaufende Stangen- und Profilanordnung 275, über die Versorgungsleitungen für Strom und Druckluft, beispielsweise von einer Hallendecke zum CNC-Bearbeitungszentrum 200, und Entsorgungsleitungen, beispielsweise für eine Späneabsaugung, vom CNC-Bearbeitungszentrum 200 zur Hallendecke geführt werden.

[0090] Das CNC-Bearbeitungszentrum 200 umfasst auch eine in Fig. 7 schematisch dargestellte Steuereinrichtung 290 und eine in Fig. 7 schematisch dargestellte Steuerzentrale 295. Die Steuerzentrale 295 ist beispielsweise ein berührungsempfindlicher Bildschirm oder ein Computer mit einer Tastatur und/oder Maus als Eingabegerät. Über eine erste Steuerleitung 210 können Informationen zwischen dem Steuergerät 290 und der Steuerzentrale 295 ausgetauscht werden. Über eine zweite Steuerleitung 220 können Informationen zwischen der Steuereinrichtung 290 und der Bearbeitungsvorrichtung 230 ausgetauscht werden, um die Bearbeitungsvorrichtung 230 selbst und insbesondere die Bearbeitungseinheiten 10.x, 202, 203 zu steuern. Über eine dritte Steuerleitung 222 können Informationen zwischen der Steuereinrichtung 290 und dem Portalsystem 260 ausgetauscht werden, insbesondere um das Portalsystem 260 in eine vordefinierte Position zu fahren und vorzugsweise auch das Erreichen der vordefinierten Position zurückzumelden.

[0091] Das CNC-Bearbeitungszentrum 200 tauscht vorzugsweise über eine vierte Steuerleitung 224 Informationen mit einer übergeordneten Fertigungssteuerung aus, die sich beispielsweise in einer Cloud 300 befinden kann. Bei der Cloud 300 kann es sich beispielsweise um einen zentralen Server einer Produktionsstätte handeln. Die Cloud 300 stellt vorzugsweise Produktionsdaten des CNC-Bearbeitungszentrums 200 zur Verfügung, mit denen das CNC-Bearbeitungszentrum 200 das zu fertigende Werkstückmodulsystem 400 vorzugsweise weitgehend automatisiert oder vollautomatisiert herstellt.

[0092] Vorzugsweise wird das in Fig. 7 beschriebene CNC-Bearbeitungszentrum 200 zur Durchführung des in Fig. 6 beschriebenen Verfahrens 100 zum Abtrennen der Werkstückteile 14.1, 14.9 eingesetzt.

[0093] Obwohl nur einige Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung gezeigt und beschrieben wurden, können viele Änderungen und Modifikationen daran vorgenommen werden, ohne vom Geist und Umfang der Erfindung abzuweichen.

Patentansprüche

1. Sägeeinrichtung (10.1) mit einem Sägeblatt (12) und einer Rückhalteinrichtung (13.1) für abgetrennte Werkstückteile (14.1, 14.9), wobei die Rückhalteinrichtung (13.1) mindestens ein Rückhaltelement (16.1, 17.1) aufweist, das zumindest auf einer dem von einem Werkstück (14, 14.8) abzutrennenden Werkstückteil (14.1, 14.9) zugewandten Seite des Sägeblatts (12) in einer Bearbeitungsrichtung (15) des Werkstücks (14, 14.8) vor dem Sägeblatt (12) in einer Bearbeitungsrichtung (15) des Werkstücks (14, 14.8) angeordnet und derart bewegbar ist, dass das mindestens eine Rückhaltelement (16.1, 17.1) aus einer inaktiven Position oberhalb des Werkstücks (14, 14.8) in eine aktive Position bewegbar ist, die einem vorderen Ende (14.2) des Werkstücks (14, 14.8) vorgreift, wobei die Sägeeinrichtung (10.1) ferner eine sensorgesteuerte Antriebseinrichtung (30) zum Bewegen des mindestens einen Rückhaltelements (16.1, 17.1) zwischen der inaktiven Position und der aktiven Position aufweist.
2. Sägeeinrichtung (10.1) nach Patentanspruch 1, wobei die Rückhalteinrichtung (13.1) das mindestens eine Rückhaltelement (16.1, 17.1) auf beiden Seiten des Sägeblattes (12) aufweist.
3. Sägeeinrichtung (10.1) nach Patentanspruch 1, wobei das mindestens eine Rückhaltelement (16.1, 17.1) derart schwenkbar an der Sägeeinrichtung (10.1) angeordnet ist, dass das mindestens eine Rückhaltelement (16.1, 17.1) aus der inaktiven Position in die aktive, dem vorderen Ende (14.2) des Werkstücks (14, 14.8) vorgreifende Position schwenkbar ist.
4. Sägeeinrichtung (10.1) nach Patentanspruch 1, wobei das mindestens eine Rückhaltelement (16.1, 17.1) klappen- oder schieberförmig ausgebildet ist.
5. Bearbeitungsvorrichtung (230) für Holz, Metall, Kunststoff oder Glas mit einer Sägeeinrichtung (10.1) nach Patentanspruch 1.
6. Bearbeitungsvorrichtung (230) nach Patentanspruch 5, wobei die Bearbeitungsvorrichtung (230) Teil eines CNC-Bearbeitungszentrums (200) ist.
7. Verfahren (100) zum Abtrennen von Werkstückteilen mit einer Sägeeinrichtung (10.1), die ein Sägeblatt (12) und eine Rückhalteinrichtung (13.1) umfasst, wobei die Rückhalteinrichtung (13.1) mindestens ein Rückhaltelement (16.1, 17.1) zumindest auf einer dem von einem Werkstück (14, 14.8) abzutrennenden Werkstückteil (14.1, 14.9) zugewandten Seite des Sägeblatts (12) aufweist, wobei das zumindest eine Rückhaltelement (16.1, 17.1) in einer Bearbeitungsrichtung (15) des Werkstücks (14, 14.8) vor dem Sägeblatt (12) angeordnet und derart bewegbar ist, dass das mindestens eine Rückhaltelement (16.1, 17.1) aus einer inaktiven Position oberhalb des Werkstücks (14, 14.8) in eine aktive Position bewegbar ist, die vor das vordere Ende (14.2) des Werkstücks (14, 14.8) reicht, wobei das Rückhaltelement (16.1, 17.1) vor Beginn eines Sägorgangs in die inaktive Position und vor dem vollständigen Abtrennen des Werkstückteils (14.1, 14.9) durch das Sägeblatt (12) durch eine sensorgesteuerte Antriebseinrichtung (30) in die aktive Position bewegt wird.
8. Sägeeinrichtung (10.1) umfassend ein Sägeblatt (12) zum Abtrennen von Teilen (14.1, 14.9) von Werkstücken (14, 14.8), eine Rückhalteinrichtung (13.1) zum Verhindern eines Rückschlags der abgetrennten Teile (14.1, 14.9), und eine sensorgesteuerte Antriebseinrichtung (30) zum Antreiben mindestens eines Rückhaltelements (16.1, 17.1) der Rückhalteinrichtung (13.1) zwischen einer inaktiven Position und einer aktiven Position, wobei die sensorgesteuerte Antriebseinrichtung (30) eine erste Sensoreinheit (22) aufweist, wobei die erste Sensoreinheit (22) derart an der Sägeeinrichtung (10.1) angeordnet ist, dass die erste Sensoreinheit (22) eine Stirnfläche (14.2) eines Werkstücks (14, 14.8) erfassen kann, bevor das Sägeblatt (12) ein Teil (14.1, 14.9) vollständig von dem Werkstück (14, 14.8) abtrennen kann.
9. Sägeeinrichtung (10.1) nach Patentanspruch 8, wobei die Rückhalteinrichtung (13.1) - in einer Bearbeitungsrichtung (15) des Sägeblatts (12) gesehen - im Bereich einer Vorderseite der Sägeeinrichtung (10.1) angeordnet ist, und wobei die erste Sensoreinheit (22) - in Bearbeitungsrichtung (15) des Sägeblatts (12) gesehen - zwischen der Rückhalteinrichtung (13.1) und dem Sägeblatt (12) angeordnet ist.
10. Sägeeinrichtung (10.1) nach Patentanspruch 8, wobei die erste Sensoreinheit (22) eine Abstandsmessung zwischen der ersten Sensoreinheit (22) und einer Oberfläche des Werkstücks (14, 14.8) verwendet.
11. Sägeeinrichtung (10.1) nach Patentanspruch 8, wobei die erste Sensoreinheit (22) berührungslos arbeitet.
12. Sägeeinrichtung (10.1) nach Patentanspruch 8, wobei die Sägeeinrichtung (10.1) ferner eine Steuervorrichtung (40) zur Steuerung der sensorgesteuerten Antriebsvorrichtung (30) aufweist, und wobei die Steuervorrichtung (40) geeignet ist, die sensorgesteuerte Antriebsvorrichtung (30) anzuweisen, das mindestens eine Rückhaltelement (16.1, 17.1) in die aktive Position zu fahren, wenn die erste Sensoreinheit (22) die Stirnfläche (14.2) des Werkstücks (14, 14.8) erfasst hat.

13. Sägeeinrichtung (10.1) nach Patentanspruch 8, wobei die sensorgesteuerte Antriebseinrichtung (30) ferner eine Zustandsüberwachungseinrichtung (24) für die Rückhalteinrichtung (13.1) zur Überwachung, ob sich das Rückhaltelement in der aktiven Position oder der inaktiven Position befindet, umfasst.
14. Sägeeinrichtung (10.1) nach Patentanspruch 13, wobei die Zustandsüberwachungseinrichtung (24) eine zweite Sensoreinheit ist.
15. Sägeeinrichtung (10.1) nach Patentanspruch 14, wobei die zweite Sensoreinheit mindestens ein Bauteil für eine Lichtschranke, für eine akustische Abstandsmessung, für eine optische Abstandsmessung oder für mindestens einen elektrischen Kontakt in einer Führungsbahn (33) für das mindestens eine Rückhaltelement (16.1, 17.1) oder für eine berührende Messtastung umfasst.
16. Sägeeinrichtung (10.1) nach Patentanspruch 12, wobei die sensorgesteuerte Antriebseinrichtung (30) ferner eine Zustandsüberwachungseinrichtung (24) für die Rückhalteinrichtung (13.1) aufweist, um zu überwachen, ob sich das Rückhaltelement in der aktiven oder in der inaktiven Position befindet, und wobei die Steuereinrichtung (40) ferner dazu ausgebildet ist, eine Relativbewegung zwischen der Sägeeinrichtung (10.1) und dem Werkstück (14, 14.8) zu stoppen, wenn die Zustandsüberwachungseinrichtung (24) festgestellt hat, dass die Rückhalteinrichtung (13.1) nicht ordnungsgemäß arbeitet.
17. Sägeeinrichtung (10.1) nach Patentanspruch 16, wobei die Zustandsüberwachungseinrichtung eine zweite Sensorseinheit (24) ist, wobei die Sägeeinrichtung (10.1) ferner einen Antrieb für die Relativbewegung zwischen der Sägeeinrichtung (10.1) und dem Werkstück (14, 14.8) und eine Antriebssteuereinheit (50) für den Antrieb aufweist, und wobei die Steuereinrichtung (40) ferner dazu ausgebildet ist, die Antriebssteuereinheit (50) anzuweisen, die Relativbewegung zwischen der Sägeeinrichtung (10.1) und dem Werkstück (14, 14.8) zu stoppen, wenn die zweite Sensorseinheit (24) festgestellt hat, dass die Rückhalteinrichtung (13.1) nicht ordnungsgemäß arbeitet.
18. CNC-Bearbeitungszentrum (200) für Holz, Metall, Kunststoff oder Glaswerkstoffe mit einer Sägeeinrichtung (10.1) nach Patentanspruch 8.
19. CNC-Bearbeitungszentrum (200) nach Patentanspruch 18, wobei das CNC-Bearbeitungszentrum (200) eine Multifunktionsbrücke ist.
20. Verfahren (100) zum Abtrennen von Teilen (14.1, 14.9) von Werkstücken (14, 14.8), das die folgenden Schritte umfasst: Abtasten eines Bereichs (23) vor einem Sägeblatt (12) in Bezug auf eine Bearbeitungsrichtung (15) eines Sägeblatts (12) einer Sägeeinrichtung (10.1), Überprüfen (150), ob wenigstens ein vorderes Ende (14.2) eines Werkstücks (14, 14.8) innerhalb des abgetasteten Bereichs (23) befindet, und Bewegen (160) mindestens eines Rückhaltelements (16.1, 17.1) aus einer inaktiven Position in eine aktive Position zum Verhindern eines Rückschlags eines von dem Werkstück (14, 14.8) abgetrennten Teils (14.1, 14.9), wenn der Bereich (23) von dem mindestens einen vorderen Ende (14.2) des Werkstücks (14, 14.8) erreicht worden ist.
21. Verfahren (100) nach Patentanspruch 20, wobei das Verfahren (100) ferner den Schritt des Überwachens (140) der inaktiven Position und/oder der aktiven Position des mindestens einen Rückhaltelements (16.1, 17.1), des Überprüfens (170), ob das mindestens eine Rückhaltelement (16.1, 17.1) von der inaktiven Position in die aktive Position bewegt wurde, wenn der Bereich (23) von dem mindestens einen vorderen Ende (14.2) des Werkstücks (14, 14.8) erreicht wurde, und Anhalten (190) einer Relativbewegung zwischen der Sägeeinrichtung (10.1) und dem Werkstück (14, 14.8), wenn festgestellt wurde, dass das mindestens eine Rückhaltelement (16.1, 17.1) nicht ordnungsgemäß aus der inaktiven Position in die aktive Position bewegt wurde.

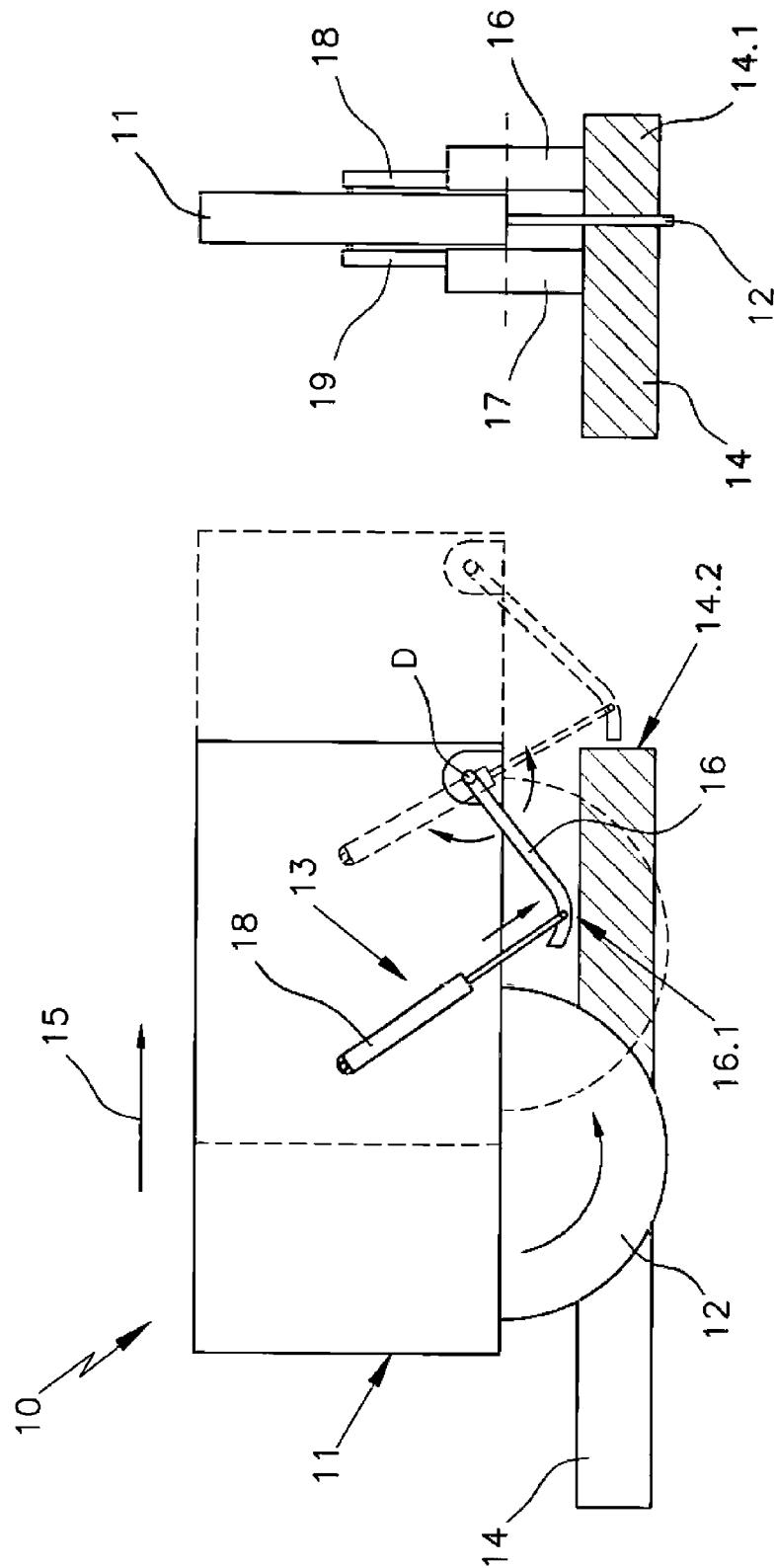


Fig. 2

Fig.

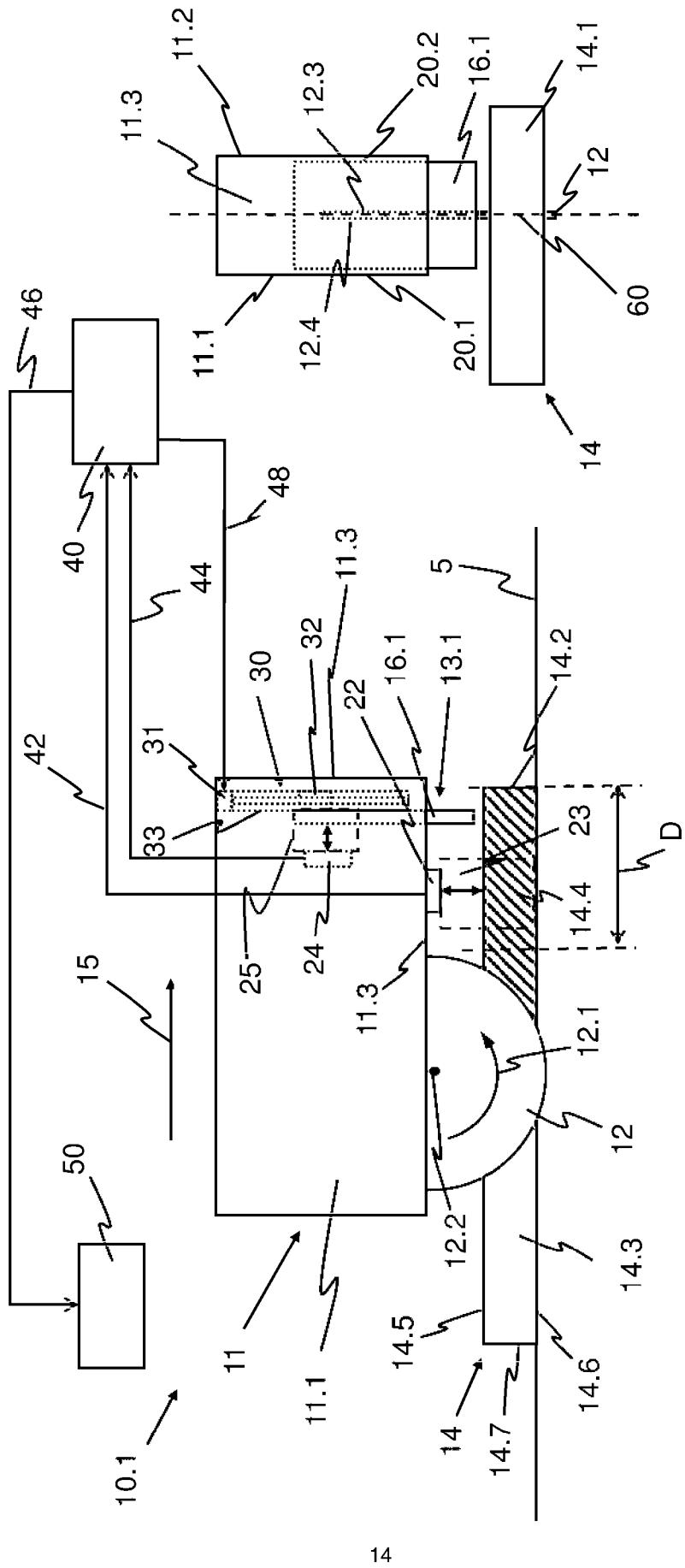


Fig. 3B)

Fig. 3A)

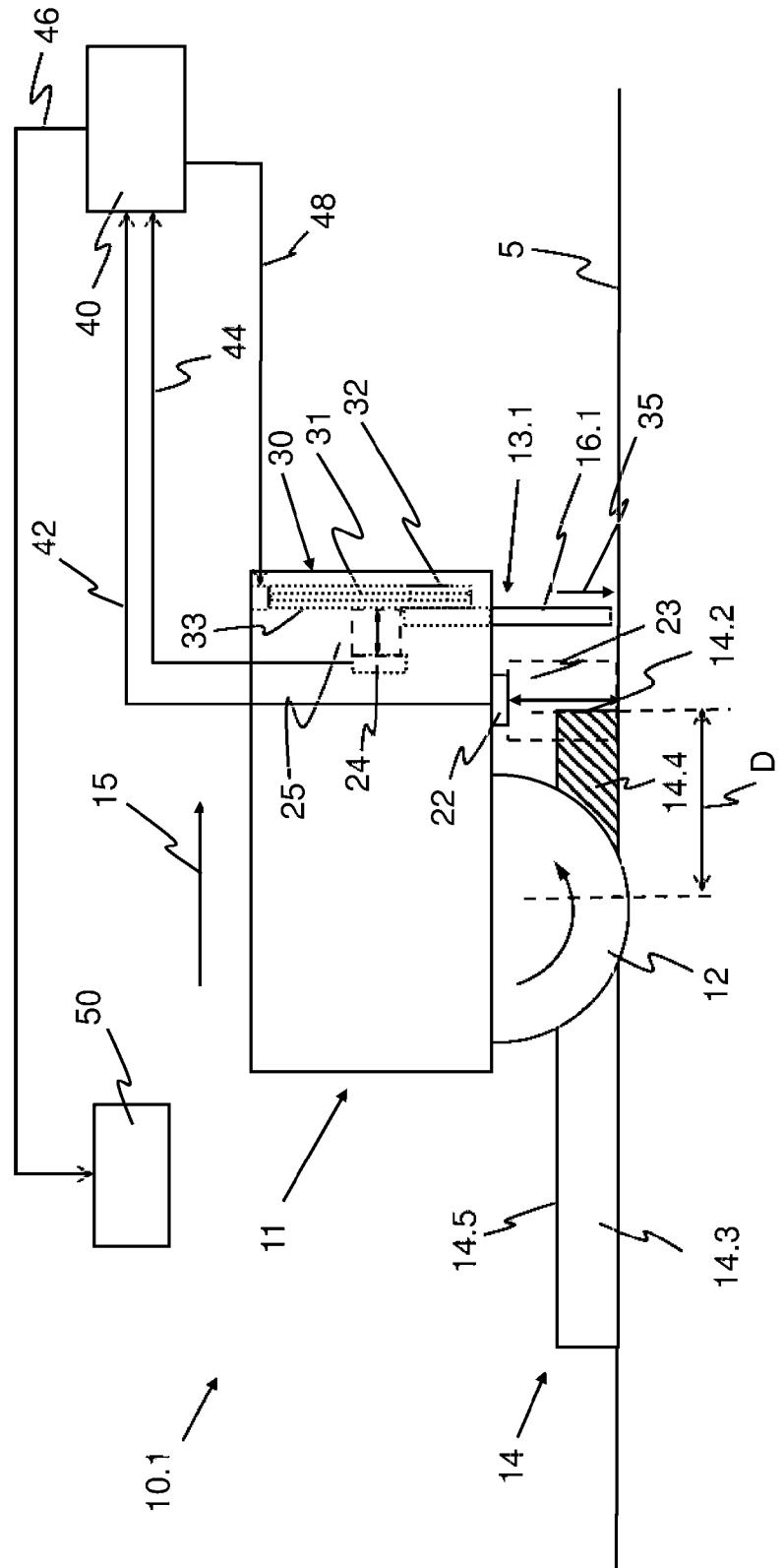


Fig. 4

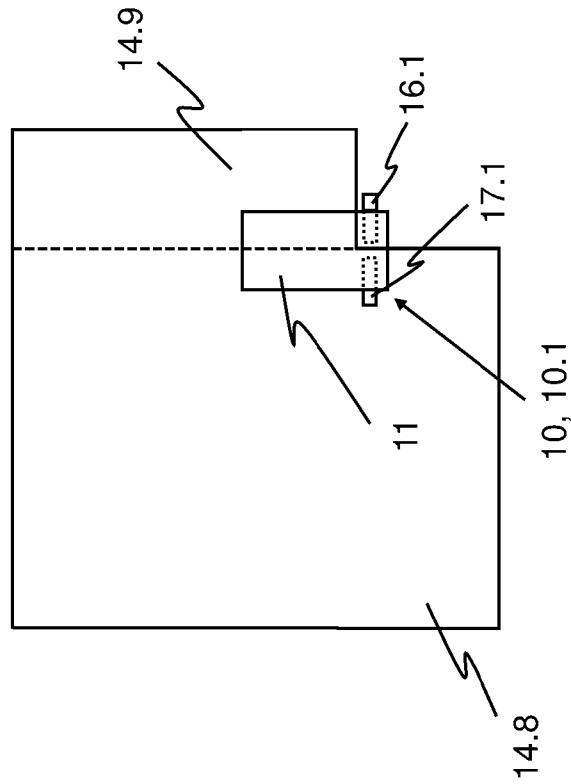


Fig. 5B)

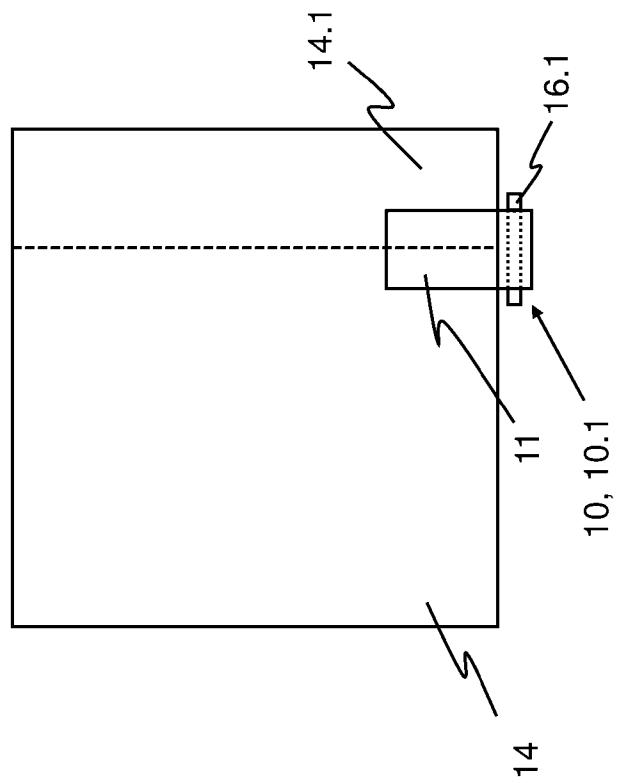


Fig. 5A)

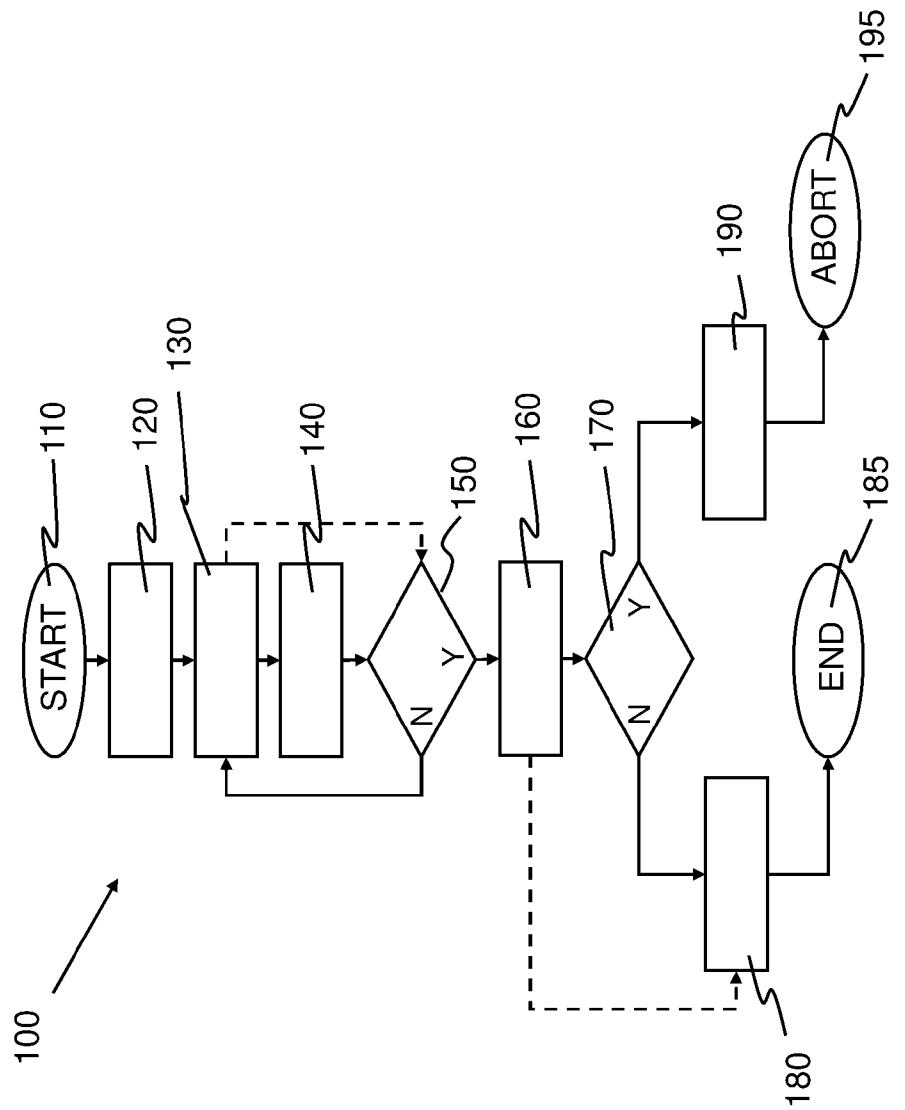


Fig. 6

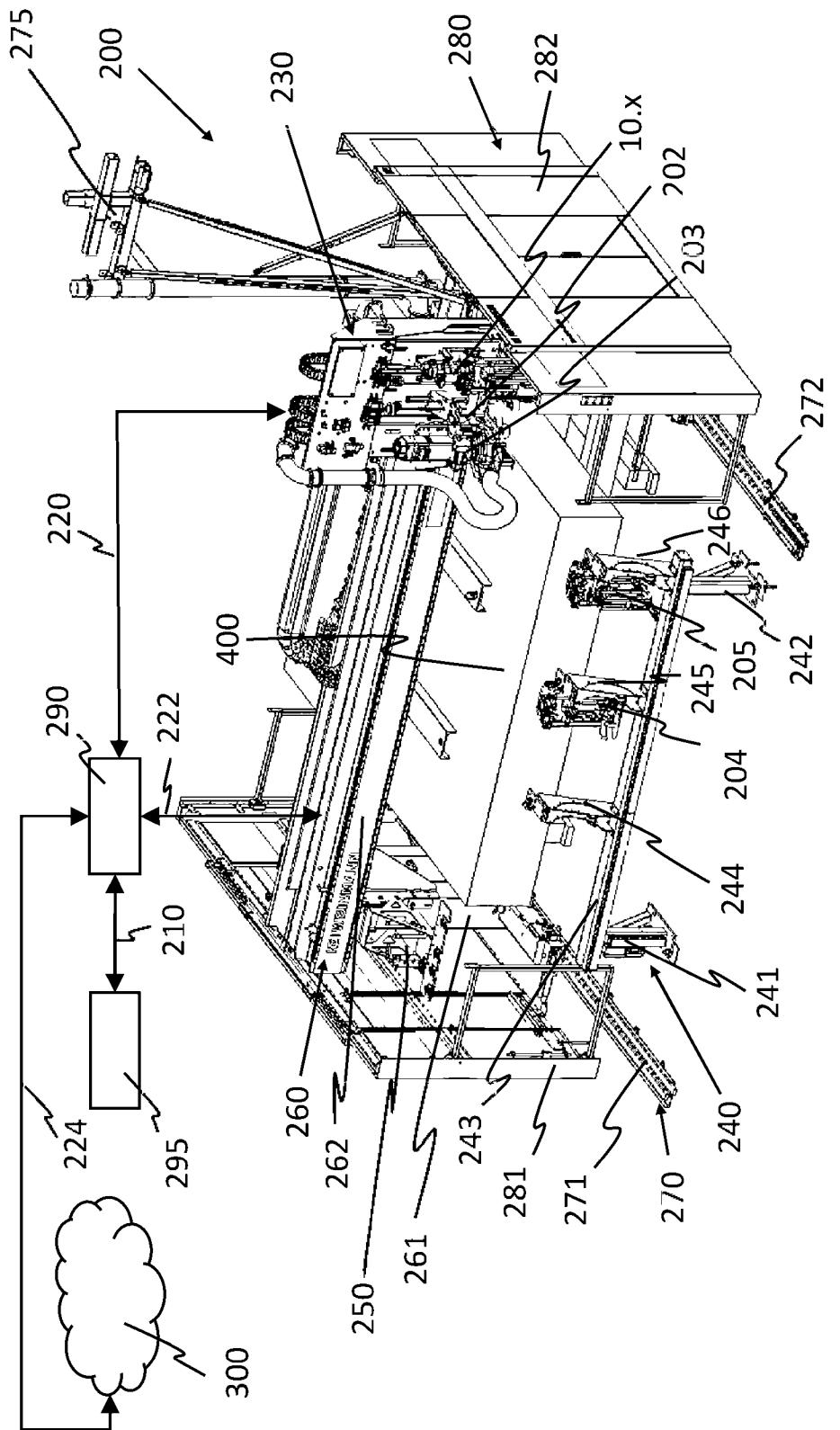


Fig. 7