



(10) **DE 10 2009 018 618 B4** 2018.09.06

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 018 618.2**  
(22) Anmeldetag: **27.04.2009**  
(43) Offenlegungstag: **28.10.2010**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **06.09.2018**

(51) Int Cl.: **B23P 19/00 (2006.01)**  
**B21D 43/00 (2006.01)**  
**B21D 5/16 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**FFT Produktionssysteme GmbH & Co. KG, 36041  
Fulda, DE**

(74) Vertreter:  
**Schwabe Sandmair Marx Patentanwälte  
Rechtsanwalt Partnerschaft mbB, 81829  
München, DE**

(72) Erfinder:  
**Körbel, Christian, 36093 Künzell, DE; Gärtner,  
Wolfgang, 36043 Fulda, DE; Kraft, Martin, 36124  
Eichenzell, DE; Wess, Markus, 36124 Eichenzell,  
DE**

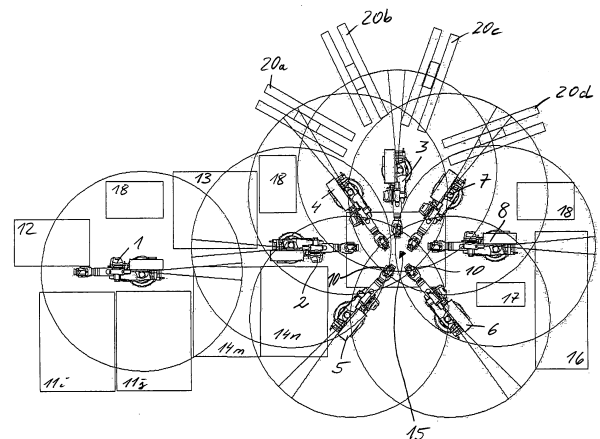
(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>US</b>	<b>2009 / 0 089 995</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>5 479 698</b>	<b>A</b>

(54) Bezeichnung: **Spannvorrichtung, Anlage und Verfahren zur Bearbeitung wechselnder Bauteiltypen**

(57) Hauptanspruch: Spannvorrichtung für Bauteile, umfassend:

- a) ein Aufnahmebett (21) für wenigstens ein Bauteil,
- b) einen Niederhalter (23),
- c) eine am Niederhalter angeordnete erste Kupplungshälfte (24) zum Andocken an eine erste Aufnahmeeinrichtung (3),
- d) eine am Niederhalter angeordnete zweite Kupplungshälfte (25) zum Andocken an das Aufnahmebett (21),
- e) eine am Aufnahmebett angeordnete dritte Kupplungshälfte (26) zum Andocken an den Niederhalter (23) und
- f) eine am Aufnahmebett (21) angeordnete vierte Kupplungshälfte (28) zum Andocken an eine zweite Aufnahmeeinrichtung (30),
- g) wobei das Aufnahmebett (21) und der Niederhalter (23) in einem Kupplungseingriff der zweiten Kupplungshälfte (25) und der dritten Kupplungshälfte (26) in eine Spannrichtung (Z) aufeinander zu gespannt sind, um das wenigstens eine Bauteil zwischen dem Aufnahmebett und dem Niederhalter in einer Bearbeitungsposition relativ zu dem Aufnahmebett zu fixieren.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft Fertigungsprozesse, in denen Bauteile wechselnden Typs bearbeitet werden, und schlägt eine Spannvorrichtung, eine mit der Spannvorrichtung arbeitende Anlage und ein die Spannvorrichtung verwendendes Verfahren für einen raschen und einfachen Wechsel von Bauteilen eines ersten Typs auf Bauteile eines zweiten Typs vor. Sie kann insbesondere in der Serienfertigung von Fahrzeugen, vorzugsweise Automobilen, zum Einsatz gelangen.

**[0002]** In der Serienfertigung von Fahrzeugen werden Roboter zum Bearbeiten von Fahrzeugbauteilen eingesetzt, beispielsweise zum Fügen, Umformen oder auch Spannen. Die Roboter sind in Bearbeitungsstationen längs einer Fertigungslinie oder in einer allein stehenden Bearbeitungsstation angeordnet. So ist es beim Rollfalzen, einem für die Erfindung bevorzugten Bearbeitungsprozess, üblich, Bauteile in ortsfesten Falzbetten zu Verbundbauteilen zu fügen, beispielsweise zu Fahrzeug-Anbauteilen wie Türen, Motorhauben und Heckklappen. Ein besonders effizienter Prozess wird in der WO 2008/138503 A1 beschrieben.

**[0003]** Wird zusätzlich zur Forderung nach möglichst kurzen Taktzeiten, also hohem Bauteildurchsatz, Flexibilität hinsichtlich des Typs der zu bearbeitenden Bauteile gefordert, können mehrere Bearbeitungsstationen vorgesehen werden, eine Bearbeitungsstation pro Bauteiltyp. Allerdings erhöht sich der hierfür zu betreibende Aufwand proportional zur Anzahl der unterschiedlichen Bauteiltypen. Um den Aufwand zu reduzieren, beispielsweise durch Verwendung der gleichen Bearbeitungsroboter für unterschiedliche Bauteiltypen, sind Bearbeitungsstationen mit Wechseleinrichtungen für unterschiedliche Bauteilaufnahmen bekannt. So schlägt die PCT/EP2009/051371 vor, mehrere, an unterschiedliche Bauteiltypen angepasste Bauteilaufnahmen auf einem Drehtisch anzuordnen, so dass im Falle eines Typwechsels mittels des Drehtisches nur die jeweils passende Bauteilaufnahme in eine Bearbeitungsposition bewegt werden muss, in der jeweils die gleichen Bearbeitungsroboter die Bauteile bearbeiten. Derartige Wechseleinrichtungen sind allerdings ebenfalls noch aufwändig und daher kostspielig, ferner sind der Flexibilität Grenzen gesetzt, da die Bauteilaufnahmen im Vorhinein in der Wechseleinrichtung befestigt und an die für den Betrieb erforderlichen Medien wie Strom, Signaltechnik und Druckluft angeschlossen werden müssen. Die Wechseleinrichtungen benötigen ferner erheblichen Platz.

**[0004]** Bauteile werden auch bearbeitet, während sie in einer Bauteilaufnahme aufgenommen von einem Roboter gehalten werden, so beispielsweise nach der WO 2007/110235 A1 in einem

Spannrahmen oder spannrahmenlos, wie dies insbesondere der PCT/EP2008/004074 offenbart. In Umkehrung der Verhältnisse beim herkömmlichen Handhaben während der Bearbeitung schlägt die DE 103 38 170 A1 vor, das Bearbeitungswerkzeug stationär anzuordnen und stattdessen die Bauteilaufnahme mit der darin aufgenommenen Bauteilgruppe mittels eines Roboters dem Bearbeitungsprozess entsprechend im Raum relativ zum Bearbeitungswerkzeug zu bewegen.

**[0005]** Die Aufnahme des Bauteils in einer von einem Roboter gehaltenen Aufnahme bereitet Probleme, wenn der Bearbeitungsprozess auf die Bauteilaufnahme Bearbeitungskräfte ausübt, die über die Bauteilaufnahme auf den Roboter übertragen werden. Die Roboterarme von Industrierobotern haben eine gewisse Nachgiebigkeit, so dass sie der Belastung entsprechend nachgeben. Die Belastung ist zum einen ungünstig für den Roboter, zum anderen ist die Bearbeitungsposition, in der der Roboter das Bauteil dem Bearbeitungswerkzeug darbietet, mit einer gewissen Ungenauigkeit behaftet. Ferner ist die Bauteilaufnahme in sich nachgiebig, wodurch die Unschärfe hinsichtlich der Bearbeitungsposition vergrößert wird.

**[0006]** Die US 2009/0089995 A1 betrifft ein System zum Bördeln von Werkstücken. Das System umfasst eine Haltevorrichtung, umfassend einen Tisch, eine Aufnahmeteile und eine Spannvorrichtung für Werkstücke, die von Industrierobotern im in der Haltevorrichtung gehaltenen Zustand bearbeitet werden. Das Werkstück oder mehrere miteinander zu fügende Werkstücke werden in das Aufnahmeteile, das mit dem Tisch gekoppelt ist, eingelegt. Mittels der Spannvorrichtung werden das oder die Werkstücke in dem Aufnahmeteile fixiert. Dazu durchgreift die Spannvorrichtung mit einem Koppellement das Aufnahmeteile und koppelt direkt mit dem Tisch. Die Kopplung ist so ausgelegt, dass die Spannvorrichtung auf den Tisch zu bewegt oder zugespant werden kann, wodurch das Werkstück fest in die Aufnahme gedrückt und dort während der Bearbeitung durch die Industrieroboter gehalten wird.

**[0007]** Es ist eine Aufgabe der Erfindung in Fertigungsprozessen den Wechsel von Bauteiltypen auf einfache Weise, flexibel und rasch vollziehen zu können.

**[0008]** Die Erfindung schlägt hierfür eine Spannvorrichtung für Bauteile vor, durch deren Verwendung eine Fertigungsanlage und ein Fertigungsverfahren an einen Wechsel des Bauteiltyps flexibel angepasst werden können. Die Spannvorrichtung weist ein Aufnahmebett für wenigstens ein Bauteil und einen Niederhalter auf, die zusammenwirkend die Spannvorrichtung bilden, indem sie in einem miteinander verbundenen Zustand zwischen sich das wenigstens eine Bauteil in einer Bearbeitungsposition relativ zur

Spannvorrichtung, insbesondere zum Aufnahmebett, fixieren. Derartige Spannvorrichtungen sind in der Robotertechnik grundsätzlich bekannt und bedürfen daher hinsichtlich der für die Erfindung nicht wesentlichen Merkmale keiner besonderen Erläuterung. Der Niederhalter kann beispielsweise stern- oder spinnenförmig sein, um im verbundenen Zustand, also im geschlossenen Zustand der Spannvorrichtung, mit dem Aufnahmebett das wenigstens eine Bauteil an mehreren Stellen lokal relativ zum Aufnahmebett zu fixieren.

**[0009]** Die erfindungsgemäße Spannvorrichtung zeichnet sich durch eine Mehrzahl von Kupplungshälften aus, die für ein automatisches Andocken und Abdocken gegeneinander, nämlich Niederhalter mit Aufnahmebett und an externe Aufnahmeeinrichtungen, geeignet sind. So sind am Niederhalter eine erste Kupplungshälfte zum Andocken an eine in Bezug auf die Spanneinrichtung externe erste Aufnahmeeinrichtung und eine zweite Kupplungshälfte zum Andocken an das Aufnahmebett vorgesehen. Am Aufnahmebett sind eine dritte Kupplungshälfte zum Andocken an den Niederhalter und eine vierte Kupplungshälfte zum Andocken an eine andere externe, zweite Aufnahmeeinrichtung vorgesehen. Durch einen ersten, für die Spannvorrichtung internen Kupplungseingriff zwischen der zweiten und der dritten Kupplungshälfte wird die Spannvorrichtung geschlossen, so dass das wenigstens eine oder die bevorzugt gleichzeitig mehreren von der Spannvorrichtung aufgenommenen Bauteile relativ zueinander und zum Aufnahmebett in einer Bearbeitungsposition relativ zu dem Aufnahmebett und dem Niederhalter fixiert ist oder sind. Aufgrund der beiden anderen Kupplungshälften, der ersten Kupplungshälfte und der vierten Kupplungshälfte, kann die Spannvorrichtung im geschlossenen Zustand an die erste oder die zweite Aufnahmeeinrichtung angedockt werden. Das Wort „oder“ wird hier wie auch sonst stets von der Erfindung im üblichen logischem Sinne als „inklusive oder“ verwendet, umfasst also die Bedeutung von „entweder ..... oder“ und auch die Bedeutung von „und“, soweit sich aus dem jeweils konkreten Zusammenhang nicht ausschließlich nur eine dieser beiden Bedeutungen alleine ergeben kann. Bezogen auf die Andockbarkeit an externe Aufnahmeeinrichtungen bedeutet dies beispielsweise, dass die Spannvorrichtung bei Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens stets oder phasenweise entweder nur mit der ersten Kupplungseinrichtung an der ersten Aufnahmeeinrichtung oder nur mit der zweiten Kupplungseinrichtung an der zweiten Aufnahmeeinrichtung oder aber mit der ersten Kupplungseinrichtung an der ersten Aufnahmeeinrichtung und gleichzeitig mit der zweiten Kupplung an der zweiten Aufnahmeeinrichtung angedockt sein kann.

**[0010]** Die externe erste Aufnahmeeinrichtung ist vorzugsweise ein Handhabungsroboter mit einem

Roboterarm, an dem eine mit der ersten Kupplungshälfte beim An- und Abdocken zusammenwirkende Kupplungshälfte angeordnet ist. Durch ein einfaches An- oder Abdockmanöver wird der Kupplungseingriff zwischen der Kupplungshälfte der ersten Aufnahmeeinrichtung und der ersten Kupplungshälfte des Niederhalters hergestellt oder gelöst. Das gleiche gilt analog für die vierte Kupplungshälfte und die zweite Aufnahmeeinrichtung, die mit einer entsprechenden eigenen Kupplungshälfte ausgestattet ist, an die das Aufnahmebett mit seiner vierten Kupplungshälfte automatisch andockbar und von der es automatisch wieder abdockbar ist. Mit „Andocken“ wird im Sinne der Erfindung ein Vorgang bezeichnet, der ein Näherungsmanöver der zusammenwirkenden Kupplungshälften bis einschließlich zur Herstellung des Kupplungseingriffs umfasst. Unter „Abdocken“ wird der umgekehrte Vorgang, also das Lösen des Kupplungseingriffs und ein Entfernenmanöver verstanden. Die externe zweite Aufnahmeeinrichtung kann ein weiterer Handhabungsroboter sein, bevorzugter ist die zweite Aufnahmeeinrichtung jedoch eine stationär angeordnete Stützeinrichtung, an der das Aufnahmebett in einem Bearbeitungsbereich einer erfindungsgemäßen Anlage abgestützt werden kann, wobei gleichzeitig auch der Kupplungseingriff zwischen Stützeinrichtung und der vierten Kupplungshälfte der Spannvorrichtung hergestellt wird.

**[0011]** Eine erfindungsgemäße Fertigungsanlage umfasst die Spannvorrichtung und ferner die beiden externen Aufnahmeeinrichtungen sowie wenigstens eine Bearbeitungseinrichtung mit einem Bearbeitungswerkzeug für die Bearbeitung des oder der mittels der Spannvorrichtung in der Bearbeitungsposition fixierten Bauteils oder mehreren Bauteile.

**[0012]** Mit der Spannvorrichtung und den beiden externen Aufnahmeeinrichtungen kann rasch und einfach und nicht zuletzt deshalb flexibel ein Bauteiltypenwechsel vollzogen werden. Bei dem der Erfindung zugrunde liegenden Typenwechsel handelt es sich um einen Wechsel, der auch einen Wechsel der Spannvorrichtung erfordert, bei dem also nach der Bearbeitung des letzten Bauteils oder der letzten Bauteilgruppe einer auslaufenden Produktion die hierfür verwendete Spannvorrichtung gegen eine neue Spannvorrichtung ausgetauscht werden muss, die an die zu bearbeitenden Bauteile oder Bauteilgruppen des neuen Typs der nächsten Produktion angepasst ist. Der Wechsel kann ohne nennenswerte Verzögerung im Takt oder nahezu im Takt einer Serienfertigung vollzogen werden.

**[0013]** Während die zweite Kupplungshälfte und die dritte Kupplungshälfte in bevorzugten Ausführungen in einer laufenden Produktion für die sich wiederholende Bearbeitung von Bauteilen des stets gleichen Typs benötigt werden, schaffen die beiden nach außen wirkenden Kupplungshälften, die am Niederhal-

ter angeordnete erste Kupplungshälfte und die am Aufnahmebett angeordnete vierte Kupplungshälfte, Flexibilität für den Austausch der Spannvorrichtung zum Zwecke des Bauteiltypenwechsels.

**[0014]** Der unabhängige Verfahrensanspruch beschreibt Möglichkeiten, die sich aufgrund der erfindungsgemäß erhöhten Anzahl von Kupplungsfunktionen ergeben, falls sowohl die erste Aufnahmeeinrichtung als auch die zweite Aufnahmeeinrichtung Handhabungsroboter mit im Raum gesteuert beweglichen Roboterarmen sind, an denen der Niederhalter und das Aufnahmebett angedockt werden können. Falls eine der beiden externen Aufnahmeeinrichtungen wie bevorzugt eine ortsfeste Stützeinrichtung ist, reduzieren sich die Variationsmöglichkeiten auf zwei Varianten. Ist die zweite Aufnahmeeinrichtung stationär angeordnet, wie dies bevorzugt wird, so werden die beschriebenen Dockingvorgänge, An- oder Abdocken, mittels der ersten Aufnahmeeinrichtung durchgeführt. Es ist jedoch durchaus denkbar, dass die erste Aufnahmeeinrichtung eine stationäre Stützeinrichtung für den Niederhalter bildet, und das Aufnahmebett von der in solchen Ausführungen durch einen Handhabungsroboter gebildeten zweiten Aufnahmeeinrichtung gesteuert im Raum bewegbar ist, so dass in dieser Variante die Dockingvorgänge von der zweiten Aufnahmeeinrichtung ausgeführt werden.

**[0015]** Der Kupplungseingriff der zweiten und dritten Kupplungshälfte kann vorzugsweise durch eine lineare Annäherungsbewegung längs einer Spannachse der Spannvorrichtung hergestellt werden. Im Kupplungseingriff sind die zweite und die dritte Kupplungshälfte vorzugsweise verriegelt. Dies geschieht entweder selbsttätig oder in Abhängigkeit von einem Steuerungssignal derjenigen Aufnahmeeinrichtung, die die Annäherungsbewegung ausführt.

**[0016]** Die Verriegelung wird vorzugsweise durch ein Steuerungssignal dieser Aufnahmeeinrichtung gelöst, so dass die bewegbare Aufnahmeeinrichtung die von ihr gehaltene Komponente der Spannvorrichtung längs der Spannachse von der anderen Komponente entfernen und dadurch das Abdocken beenden kann. Für die beiden Kupplungshälften, die im angedockten Zustand miteinander in dem die bewegbare Aufnahmeeinrichtung mit der Spannvorrichtung verbindenden zweiten Kupplungseingriff sind, gilt vorzugsweise hinsichtlich des Andockens und vorzugsweise auch des Abdockens das zum internen Kupplungseingriff zwischen der zweiten und der dritten Kupplungshälfte Gesagte.

**[0017]** Der dritte Kupplungseingriff mit der bevorzugt ortsfesten anderen Aufnahmeeinrichtung kann vorteilhafterweise ebenfalls auf die erläuterte Weise hergestellt und gelöst werden. Grundsätzlich kann in den Ausführungen, in denen die betreffende Aufnahmeeinrichtung ortsfest ist, der dritte Kupplungseingriff

auch einfacher gestaltet sein. Bevorzugt wird in diesem dritten Kupplungseingriff jedoch die betreffende Komponente der Spannvorrichtung über den Kupplungseingriff signaltechnisch mit der Aufnahmeeinrichtung verbunden, beispielsweise um Ausgangssignale eines Sensors der Spannvorrichtung über den dritten Kupplungseingriff zu einer Steuerung der Fertigungsanlage oder nur der im dritten Kupplungseingriff befindlichen Aufnahmeeinrichtung zu leiten. Gegebenenfalls kann über den dritten Kupplungseingriff die Spannvorrichtung auch mit Energie versorgt werden. Ein signaltechnischer Anschluss im dritten Kupplungseingriff ist insbesondere von Vorteil, wenn die zweite Aufnahmeeinrichtung ortsfest ist, so dass im angedockten Zustand das Aufnahmebett mit der zweiten Aufnahmeeinrichtung ebenfalls ortsfest ist und das wenigstens eine oder die mehreren Bauteile jeweils in das Aufnahmebett eingelegt wird oder werden, während der Niederhalter vom Aufnahmebett gelöst ist. Mittels eines beim Aufnahmebett vorgesehenen Sensors kann detektiert werden, ob das Bauteil oder die gegebenenfalls mehreren Bauteile eingelegt sind. Falls mehrere Bauteile nacheinander eingelegt werden oder auch bereits in einem Einlegevorgang als Bauteilgruppe eingelegt werden, können auch mehrere Sensoren, beispielsweise wenigstens ein Sensor pro Bauteil der Gruppe, am Aufnahmebett vorgesehen sein, um das Vorhandensein jedes Bauteils der Gruppe mit jeweils wenigstens einem Sensor detektieren zu können. Die Ausgangssignale des Sensors oder der mehreren Sensoren werden über den dritten Kupplungseingriff besagter Steuerung zugeführt, die in Abhängigkeit vom Signal des Sensors oder der Signale der mehreren Sensoren die erste Aufnahmeeinrichtung steuert, die in Abhängigkeit von einem Steuerungssignal der Steuerung den Niederhalter in den internen Kupplungseingriff mit dem Aufnahmebett bewegt, um das oder die eingelegten Bauteile für die Bearbeitung zu fixieren.

**[0018]** Obgleich die im Raum bewegliche Aufnahmeeinrichtung in bevorzugten Ausführungen ein in allen sechs Freiheitsgraden der Bewegbarkeit im Raum beweglicher Roboterarm eines Handhabungsroboters ist, genügt es in einfachen Ausführungen, wenn die bewegbare Aufnahmeeinrichtung, vorzugsweise die erste Aufnahmeeinrichtung, nur längs der Spannachse der Spannvorrichtung hin und her bewegbar ist. Ein Handhabungsroboter bietet jedoch hinsichtlich der Flexibilität erhebliche Vorteile. Die ortsfeste Aufnahmeeinrichtung, vorzugsweise die zweite Aufnahmeeinrichtung, stützt die angedockte Komponente, vorzugsweise das Aufnahmebett, zumindest in eine Hauptwirkrichtung der bei der Bearbeitung auftretenden Bearbeitungskräfte ab. Vorzugsweise ist die Spannachse parallel zu der Hauptwirkrichtung der Bearbeitungskräfte.

**[0019]** In einfachen Ausführungen wird das Aufnahmebett von der ersten Aufnahmeeinrichtung in der

Bearbeitungsposition, genauer gesagt mit in der Arbeitsposition befindlichem Bauteil(en), zumindest im Wesentlichen unbeweglich abgestützt. In derartigen Ausführungen bildet die Stützeinrichtung eine einfache, nicht bewegliche, in sich nicht veränderliche Anlage, an der das Aufnahmebett im abgestützten Zustand anliegt, beispielsweise eine Auflage, auf der das Aufnahmebett aufliegt und bereits aufgrund der Schwerkraft, also seines Gewichts, soweit fixiert ist, dass der Roboter nur noch geringe Haltekräfte aufbringen muss, um Bewegungen der Aufnahme relativ zur Stützeinrichtung sicher zu verhindern. Falls die Bearbeitungsposition für die Bearbeitung verändert werden soll, kann der Aufnahmeroboter die Aufnahme mit dem Bauteil kurzzeitig von der Stützeinrichtung abheben und anschließend mit anderer Ausrichtung relativ zur Stützeinrichtung erneut in der Bearbeitungsposition für die weitere Bearbeitung positionieren. In besonders einfachen Ausführungen wird das Bauteil während der Bearbeitung nicht bewegt und auch nicht durch Abheben, gegebenenfalls mit kurzzeitiger Unterbrechung der Bearbeitung umpositioniert. Die Stützeinrichtung kann mit einer Fixiereinrichtung ausgestattet sein, um die Aufnahme oder den Roboterarm zusätzlich zur Abstützung zu fixieren und von jeglicher Belastung entlasten.

**[0020]** In bevorzugten Weiterentwicklungen stützt die Stützeinrichtung die Aufnahme in der Bearbeitungsposition beweglich ab, lagert sie also beweglich. Der Aufnahmeroboter kann die Aufnahme vorzugsweise auch bei der Bearbeitung, d.h. unter der Einwirkung der äußeren Bearbeitungskraft, bewegen, entweder kontinuierlich oder diskontinuierlich oder zeitweise kontinuierlich oder zeitweise diskontinuierlich, während die Stützeinrichtung die Aufnahme während des Bewegens ständig in Bezug auf die hauptsächliche Belastung durch Bearbeitungskräfte stützt. Auch in der Weiterentwicklung kann die Aufnahme insbesondere dadurch abgestützt werden, dass sie in der Bearbeitungsposition an der Stützeinrichtung anliegt, zum Zwecke des Bewegens nur vom Aufnahmeroboter gehalten wird und ansonsten frei anliegt. Insbesondere kann die Aufgabenverteilung zwischen Stützeinrichtung und Aufnahmeroboter so sein, dass der Aufnahmeroboter die Aufnahme in Bezug auf jeden Freiheitsgrad der Bewegbarkeit hält, den die Stützeinrichtung der Aufnahme im abgestützten Zustand lässt. Falls das Bauteil während der Bearbeitung oder zwischen einzelnen Bearbeitungsschritten nicht bewegt wird oder für die gesamte Bearbeitung in der Stützeinrichtung unbewegt fixiert sein soll, hält der Aufnahmeroboter im Rahmen der genannten Aufgabenverteilung die Aufnahme relativ zur Stützeinrichtung und falls diese wie bevorzugt stationär angeordnet ist auch fix, also unbewegt, im Raum der Bearbeitungsstation. Stützt die Stützeinrichtung die Aufnahme beweglich ab, so dass diese im abgestützten Zustand wenigstens einen Freiheitsgrad der Bewegbarkeit aufweist, so hält der Aufnahmeroboter die

Aufnahme in Bezug auf diesen Freiheitsgrad der Bewegbarkeit unbewegt oder bewegt sie in diesem Freiheitsgrad in der Bearbeitungsposition, beispielsweise zwischen zwei Bearbeitungsschritten oder unter der Einwirkung der äußeren Bearbeitungskraft, während die Stützeinrichtung die Aufnahme abstützt. In bevorzugten Ausführungen, in denen die Aufnahme an der Stützeinrichtung anliegt, lässt die Stützeinrichtung der Aufnahme vorzugsweise genau zwei Freiheitsgrade der Translation und einen einzigen Freiheitsgrad der Rotation, in Bezug auf die der Aufnahmeroboter die Aufnahme fix hält oder in denen er sie relativ zur Stützeinrichtung bewegt und bei der Bewegung hält. Er kann die Aufnahme auch in Bezug auf einen oder mehrere der zugelassenen Freiheitsgrade bewegen und in dem oder den dann noch verbleibenden Freiheitsgrad(en) fix halten.

**[0021]** Die Stützeinrichtung ist wie vorstehend zum Verfahren geschildert in Weiterentwicklungen dazu eingerichtet, die Aufnahme in der Bearbeitungsposition beweglich zu stützen, ihr also im abgestützten Zustand wenigstens einen Freiheitsgrad der Bewegbarkeit zu lassen. Besonders bevorzugt bildet sie eine Anlagefläche, an der die Aufnahme im abgestützten Zustand anliegt, so dass sie in Richtung einer zu der Anlagefläche orthogonalen Achse abgestützt ist, die zweckmäßigerweise parallel zu der Hauptwirkungsrichtung des Bearbeitungswerkzeugs weist. Liegt die Aufnahme an einer Anlagefläche an, werden ihr ein translatorischer und zwei Freiheitsgrade der rotatorischen Bewegbarkeit genommen. Die verbleibenden drei anderen Freiheitsgrade der Bewegbarkeit werden durch die Stützeinrichtung vorzugsweise nicht blockiert. Für die Fixierung der Aufnahme in Bezug auf diese Freiheitsgrade oder die kontrollierte Bewegung in einem oder mehreren dieser verbleibenden Freiheitsgrade sorgt vorzugsweise der Aufnahmeroboter.

**[0022]** Um die Aufnahme in der Bearbeitungsposition bewegbar abzustützen, kann die Stützeinrichtung ein Gelenk aufweisen, vorzugsweise ein Drehgelenk oder ein Schubgelenk oder ein kombiniertes Dreh- und Schubgelenk, in dem eine Anlagestruktur oder sonstige Struktur der Stützeinrichtung relativ zu einer Basisstruktur der Stützeinrichtung beweglich gelagert ist. Die Aufnahme wird in derartigen Ausführungen der Stützeinrichtung an deren Anlage- oder anders wirkenden Stützstruktur abgestützt, so dass sie mit dieser im Gelenk oder den gegebenenfalls mehreren Gelenken relativ zur Basisstruktur beweglich ist. In einer alternativen Ausführung weist die Stützeinrichtung eine offene Lagerfläche auf, an die die Aufnahme anlegbar ist, beispielsweise von der Schwerkraft unterstützt horizontal oder zur Horizontalen geneigt auflegbar ist. Die offene Lagerfläche kann beispielsweise als pneumatische Lagerung wirken, indem in der Lagerfläche Düsen zum Ausstoß eines Druckgases und Bildung eines Gaspolsters, vorzugsweise

Luftpolsters vorgesehen sind. Die offene Lagerfläche kann vorteilhafterweise mit Lagerelementen wie beispielsweise Rollen oder bevorzugter Kugeln gebildet sein, die relativ zu einer Anlagestruktur der Stützeinrichtung drehbar sind und an deren Mantel- oder Kugelflächen die Aufnahme mittels des Aufnahmeroboters angelegt werden kann.

**[0023]** In der Spannvorrichtung kann nur ein einziges Bauteil aufgenommen sein und bearbeitet werden. Es wird im Takt der Fertigung in die Aufnahme eingelegt, bearbeitet und anschließend entnommen, so dass im nächsten Takt der gleichen Serie mit dem nächsten typgleichen Bauteil in gleicher Weise verfahren werden kann. Ebenso kann mit einer Gruppe von Bauteilen verfahren werden, wobei in der gleichen Serie im Takt der Fertigung nacheinander typgleiche Bauteilgruppen bearbeitet werden. Soweit nur von einem Bauteil die Rede ist, werden beide Fälle eingeschlossen. Falls die Aufnahme eine Bauteilgruppe aufnimmt, ist das bezeichnete Bauteil eines der Gruppe, die wenigstens noch ein weiteres Bauteil umfasst.

**[0024]** Die Erfindung ist wie bereits erwähnt insbesondere bei solchen Bearbeitungsprozessen mit Vorteil einsetzbar, in denen nennenswert äußere Bearbeitungskräfte auf die Bauteilaufnahme wirken, d.h. Bearbeitungskräfte, die über die Bauteilaufnahme in den Roboterarm eingeleitet werden, wenn eine erfindungsgemäße Abstützung nicht vorgenommen wird. Beispiele für derartige Bearbeitungsprozesse sind Spanbearbeitungen wie insbesondere Fräsen und Bohren, Umformprozesse wie etwa Prägen, Kanten, Biegen oder Bördeln, insbesondere Rollbördeln oder Rollfalzen, oder Stanzen, ebenso Schraub- und bestimmte Nietprozesse. Besonders bevorzugt findet die Erfindung beim Fügen von Bauteilen Verwendung, wie insbesondere dem genannten Rollfalzen, bei dem eine Falzrolle einen Bauteilflansch abfährt und diesen umlegt, so dass eine Falztasche gebildet wird, in die ein anderes Bauteil mit seinem Rand hineinragt, wodurch die Bauteile einer Fügegruppe relativ zueinander fixiert werden. Aufgrund der Erfindung können derartige Fügeprozesse mit einfachen Fügewerkzeugen durchgeführt werden. Um den Kraftfluss im Fügewerkzeug zu schließen, werden in vielen Anwendungen Rollenpaare aus Falzrolle und Gegenrolle eingesetzt. Mit der erfindungsgemäß eingesetzten Stützeinrichtung kann die Gegenrolle entfallen. Dies ist zum einen im Hinblick auf die Kosten für das Fügewerkzeug, zum anderen aber insbesondere im Hinblick auf den oftmals für die Gegenrolle nicht vorhandenen Platz von Vorteil und auch für die Bewegbarkeit relativ zum Bauteil. Falls die Aufnahme oder die mehreren Aufnahmen der Vorrichtung ein Falzbett oder jeweils ein Falzbett ist oder sind, kann solch eine Aufnahme eine Anlagefläche insbesondere für eine Sichtfläche oder mehrere Sichtflächen eines der zu fügenden Bauteile bilden. Das Überrollen von Bau-

teilsichtflächen mit einer Gegenrolle ist stets problematisch, da durch das Überrollen die Sichtfläche in Mitleidenschaft gezogen wird. Die Erfindung ermöglicht daher auch eine besonders schonende Bearbeitung bei derartigen Fügeprozessen wie insbesondere dem Rollfalzen oder auch verallgemeinert dem Rollbördeln.

**[0025]** Beim Fügen von zwei oder mehr Bauteilen wird das Rollbördeln zum Rollfalzen. Rollbördeln kann aber auch zur Anwendung gelangen, um einen Rand eines Bauteils ohne Fügeprozess nur einfach teilweise oder vollständig umzulegen. Das Rollbördeln kann mit einer Rolle, einer drehbaren Kugel oder auch nur mit einem am Werkzeug nicht beweglichen Gleitbördelelement ausgeführt werden.

**[0026]** Die Vorrichtung kann um einen oder mehrere weitere Handhabungsroboter der genannten Art oder einen oder mehrere weitere Bearbeitungsroboter der genannten Art erweitert werden. Die mehreren Bearbeitungsroboter können insbesondere dafür eingerichtet sein, auf das gleiche Bauteil oder auf mehrere in der gleichen Bauteilaufnahme aufgenommene Bauteile am Ort der erfindungsgemäßen Stützeinrichtung einzuwirken. Die mehreren Aufnahmeroboter können insbesondere im Wechsel mit der gleichen Stützeinrichtung zusammenwirken. Die Vorrichtung kann zusätzlich oder statt mehrerer Aufnahmeroboter oder mehrerer Bearbeitungsroboter einen oder mehrere im Bearbeitungsfluss der Bearbeitungsposition nachgeordnete(n) Bearbeitungs- oder Aufnahmeroboter aufweisen, um das bearbeitete Bauteil oder den bearbeiteten Bauteilverbund aus der Aufnahme zu nehmen und gegebenenfalls weiter zu bearbeiten. Die Vorrichtung kann einen oder mehrere Handhabungsroboter aufweisen, die dem Aufnahmeroboter, der die Aufnahme in der Bearbeitungsposition hält, vorgeordnet sind oder ihm zuarbeiten. Solch ein zusätzlicher oder mehrere zusätzliche Handhabungsroboter kann oder können dafür eingerichtet sein, dass Bauteil oder mehrere Bauteile eines durch die Bearbeitung herzustellenden Bauteilverbunds in der Bauteilaufnahme anzuordnen. Wird in der Aufnahme jeweils eine Bauteilgruppe aufgenommen, um die Bauteile der Gruppe in der Bearbeitungsposition zu einem Bauteilverbund zu fügen, können die Bauteile der Gruppe jeweils einzeln nacheinander in der Aufnahme angeordnet werden oder, bevorzugter, bereits als geschachtelte Bauteilgruppe, in der die Bauteile in der Anordnung, die sie in dem zu schaffenden Verbund relativ zueinander einnehmen, bereits angeordnet, vorzugsweise geschachtelt sind. Die Aufnahme und der Aufnahmeroboter, an dem die Aufnahme befestigt ist, können auch dafür eingerichtet sein, dass jeweils nächste Bauteil oder die jeweils nächsten Bauteile eines zu schaffenden Verbunds automatisch aufzunehmen. Das Darbieten der Bauteilaufnahme im abgestützten Zustand und Anordnen des Bauteils oder der mehreren Bauteile in der dargebo-

tenen Aufnahme mittels eines oder mehrere anderer Roboter wird allerdings bevorzugt.

**[0027]** Bevorzugte Merkmale werden auch in den Unteransprüchen und deren Kombinationen beschrieben.

**[0028]** Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand von Figuren erläutert. Anhand des Beispiels offenbar werdende Merkmale bilden je einzeln und in jeder Merkmalskombination die Gegenstände der Ansprüche und auch die vorstehend erläuterten Ausgestaltungen vorteilhaft weiter. Es zeigen:

**Fig. 1** eine erfindungsgemäße Fertigungsanlage und

**Fig. 2** eine erfindungsgemäße Spannvorrichtung, die an einer ersten Aufnahmeeinrichtung angedockt ist und mittels der ersten Aufnahmeeinrichtung an eine zweite Aufnahmeeinrichtung angedockt wird.

**[0029]** **Fig. 1** zeigt eine erfindungsgemäße Anlage in einer vertikalen Draufsicht. Es handelt sich um eine Roboterzelle. Die Anlage umfasst mehrere Handhabungsroboter und Bearbeitungsroboter, die Bauteile unterschiedlichen Typs handhaben und bearbeiten.

**[0030]** Bei der Vorrichtung handelt es sich um eine Roboterzelle zum Fügen jeweils eines ersten Bauteils mit einem zweiten Bauteil. Bei dem ersten Bauteil kann es sich beispielsweise um ein Außenhautteil für ein Kraftfahrzeug und bei dem zweiten Bauteil um ein damit zu fügendes Innenteil handeln. Im Verbund können die ersten und zweiten Bauteile jeweils paarweise beispielsweise ein bewegliches Anbauteil eines Kraftfahrzeugs bilden, etwa eine Tür, eine Motorhaube, eine Heckklappe oder ein Schiebedach. Auch feste Karosserieteile können gefügt werden, beispielsweise jeweils ein Dachteil mit einem Schiebedachrahmen. Zum Fügen eignet sich insbesondere das Rollfalzen, so dass beispielhaft unterstellt sei, dass die Vorrichtung einer Falzzelle ist.

**[0031]** Der Fügeprozess wird bei einer Bearbeitungsposition **15** durchgeführt. In einer dem eigentlichen Fügeprozess bei **15** vorgelagerten Stufe werden die ersten Bauteile und zweiten Bauteile der gleichen Gruppe in der für den Bauteilverbund erforderlichen Lage relativ zueinander geschachtelt. In der vorgelagerten Bearbeitungsstufe sind zwei Handhabungsroboter **1** und **2** angeordnet. Der Handhabungsroboter **1** entnimmt jeweils ein erstes Bauteil aus einer von mehreren Bauteilablagen **11i**, **11j** und **11k** und überführt das aufgenommene Bauteil in einen Klebebereich **12**. Im Klebebereich **12** wird längs eines Fügerands des Bauteils Klebstoff aufgetragen. Nach dem Klebstoffauftrag bewegt der Handhabungsroboter **1** das Bauteil in einen Schachtel-

bereich **13** und legt es dort positioniert ab. Parallel nimmt der andere Handhabungsroboter **2** ein zweites Bauteil aus einer von mehreren weiteren Bauteilablagen **14m** und **14n**, bewegt das aufgenommene zweite Bauteil in den Schachtelbereich **13** und positioniert es dort an, vorzugsweise auf dem zuvor vom Handhabungsroboter **1** abgelegten ersten Bauteil in der für den zu schaffenden Verbund vorgesehenen Lage. Die Bauteile sind jetzt lose geschachtelt, wobei der mit dem Klebstoff versehene Fügeflansch des ersten Bauteils mit einem Fügeflansch des zweiten Bauteils überlappt.

**[0032]** Entweder beim Positionieren des zweiten Bauteils oder im Anschluss daran in einem gesonderten Schritt nimmt der Handhabungsroboter **2** die geschachtelten Bauteile auf, bewegt sie in den Bearbeitungsbereich bei **15** und positioniert sie dort auf einer Bauteilaufnahme, die an einem Roboterarm eines Aufnahmeroboters **3** befestigt ist. Der Aufnahmeroboter **3** ist in **Fig. 1** ohne Bauteilaufnahme dargestellt, nimmt allerdings eine Position ein, die er auch bei der Bearbeitung des vom Handhabungsroboter **2** erhaltenen Schachtelverbunds einnehmen würde. Die Bauteilaufnahme wurde in der Darstellung weggelassen, um den Blick auf eine im Bearbeitungsbereich bei der Bearbeitungsposition **15** stationär angeordnete Stützeinrichtung **30** freizugeben.

**[0033]** Im Zugangsbereich des Aufnahmeroboters **3**, beispielhaft an dessen vom Bearbeitungsbereich abgewandten Rückseite, sind um den Aufnahmeroboter **3** mehrere unterschiedliche Bauteilaufnahmen **20a**, **20b**, **20c** und **20d** so angeordnet, dass der Aufnahmeroboter **3** wahlweise jede der Aufnahmen **20a** bis **20d** automatisch in kurzer Zeit am Ende seines Roboterarms andocken, in den Bearbeitungsbereich bewegen, dort relativ zur Stützeinrichtung **30** positionieren und mit der Stützeinrichtung in Kontakt bringen kann. Die angedockte und somit am Roboterarm des Aufnahmeroboters lösbar befestigte Aufnahme, beispielsweise die Aufnahme **20a**, wird vom Aufnahmeroboter **3** relativ zur Stützeinrichtung **30** so positioniert, dass sie von der Stützeinrichtung **30** abgestützt wird, um beim Bearbeiten auftretende Bearbeitungskräfte nicht vom Aufnahmeroboter **3** aufnehmen zu müssen, sondern an der Stützeinrichtung **30** abzustützen.

**[0034]** Die Bearbeitung ist wie gesagt im Beispielfall ein Rollfalzprozess oder beinhaltet zumindest einen Rollfalzprozess. Im Bearbeitungsbereich sind Bearbeitungsroboter **4** und **5** angeordnet, an deren jeweiligem Roboterarm ein Bearbeitungswerkzeug **10** befestigt ist, beispielhaft jeweils ein Rollfalzwerkzeug. Denkbar wäre aber beispielsweise auch, dass ein Rollfalzwerkzeug **10** nur bei einem der Bearbeitungsroboter **4** und **5** vorgesehen ist, während der andere ein Bearbeitungswerkzeug einer anderen Art trägt, beispielsweise ein Präge-, Stanz-, Fräs-, Bohr-, Niet-

oder Schraubwerkzeug. Es könnte sich bei dem optional anderen Werkzeug auch beispielsweise um ein Schweißwerkzeug handeln oder ein Heizwerkzeug zum Angelieren des Klebstoffs. Eines der Bearbeitungswerkzeuge **10** ist jedenfalls ein Werkzeug von der Art, das auf die oder nur eines der Bauteile eine resultierende äußere Bearbeitungskraft ausübt, die nicht im Werkzeug **10** selbst aufgefangen wird, indem sich der Fluss der Bearbeitungskraft im Werkzeug **10** schließt, sondern in die Aufnahme und über diese in die Stützeinrichtung **30** eingeleitet wird. Wäre die Stützeinrichtung **30** nicht vorhanden, müsste der Aufnahmeroboter **3** diese resultierende äußere Bearbeitungskraft aufnehmen. Die Bearbeitungsroboter **4** und **5** sind beispielhaft nebeneinander und dem Aufnahmeroboter **3** über die Stützeinrichtung **30** gesehen gegenüberliegend angeordnet. Abweichende Anordnungen relativ zum Aufnahmeroboter **3** sind jedoch denkbar, beispielsweise eine Anordnung an einer oder an beiden Seiten der Stützeinrichtung **30**. Die Anordnung hängt beispielsweise davon ab, an welchen Stellen die Bauteile bearbeitet werden müssen.

**[0035]** Fig. 2 zeigt eine der Spannvorrichtungen 20 in einem Schnitt, der die Z-Achse enthält. Die Spannvorrichtung 20 ist am Roboterarm des Handhabungsroboters **3** angedockt, der eine erste Aufnahmeeinrichtung bildet. Die Spannvorrichtung 20 ist im wesentlichen zweiteilig. Sie umfasst ein Aufnahmebett **21**, das eine dem Verlauf des Fügeflansches nachgeformte Anlagefläche aufweist. Das Aufnahmebett **21** ist fest mit einer Trägerstruktur **21** verbunden. Bei der zweiten Hauptkomponente der Spannvorrichtung 20 handelt es sich um einen Niederhalter **23**, der im dargestellten geschlossenen Zustand der Spannvorrichtung 20 das aufgenommene Bauteil oder die aufgenommene Bauteilgruppe relativ zum Aufnahmebett **21** fixiert, beispielsweise indem der Niederhalter **23** mehrere Klemmstellen mit dem Aufnahmebett **21** bildet, an denen das Bauteil oder die Bauteilgruppe zwischen dem Aufnahmebett **21** und dem Niederhalter **23** geklemmt wird.

**[0036]** Der Niederhalter **23** weist an einer vom Aufnahmebett **21** abgewandten Rückseite in einem zentralen Bereich eine erste Kupplungshälfte **24** und an einer dem Aufnahmebett **21** zugewandten Anlageseite ebenfalls in einem zentralen Bereich eine zweite Kupplungshälfte **25** auf. Die Spannvorrichtung 20 ist über die erste Kupplungshälfte **24** mit dem Handhabungsroboter **3** verbunden. Sie wirkt mit einer am Ende des Roboterarms angeordneten anderen Kupplungshälfte **9** zusammen. Die Kupplungshälften **9** und **24** sind in einem lösbaren Kupplungseingriff, durch den die Spannvorrichtung 20 geschlossen ist. Der Kupplungseingriff kann vom Handhabungsroboter **3** automatisch durch Andocken hergestellt und durch Abdocken gelöst werden. Im Kupplungseingriff sind die Kupplungshälften **9** und **24** aneinander verriegelt.

Die Verriegelung stellt sich beim Andocken entweder von selbst her oder wird vom Handhabungsroboter **3** bewirkt. Zum Lösen des Kupplungseingriffs, dem Abdocken, erhält der Verriegelungsmechanismus einen Steuerbefehl vom Handhabungsroboter **3**, woraufhin die Verriegelung automatisch gelöst wird. Nach dem Lösen der Verriegelung bewegt der Handhabungsroboter **3** den Roboterarm zum Beenden des Abdockens entgegen der Spannrichtung **Z** linear vom Niederhalter **23** weg, so dass die Kupplungshälften **9** und **24** voneinander frei kommen.

**[0037]** Das Aufnahmebett **21** und der Niederhalter **23** sind durch den in Bezug auf die Spannvorrichtung 20 internen Kupplungseingriff der Kupplungshälften **25** und **26** aneinander befestigt. Auch dieser Kupplungseingriff kann durch Andocken automatisch hergestellt und durch Abdocken automatisch gelöst werden. Die Kupplungshälften **25** und **26** wirken in der gleichen Weise zusammen wie die Kupplungshälften **9** und **24**. Die von den Kupplungshälften **9** und **24** gebildete äußere Kupplung und die von den Kupplungshälften **25** und **26** gebildete innere Kupplung können insbesondere gleich sein, d.h. eine der Kupplungshälften **9** und **24** kann einer der Kupplungshälften **25** und **26** entsprechen, und die jeweils verbleibenden Kupplungshälften können einander auch entsprechen. Von Vorteil ist auch, wenn das Zusammenfahren und das Auseinanderfahren der im Kupplungseingriff zusammenwirkenden Kupplungshälften beider Kupplungen, also das An- und Abdocken, längs der gleichen Achse **Z** erfolgt. Unbedingt erforderlich ist dies jedoch nicht.

**[0038]** Die Spannvorrichtung 20 weist über die interne Kupplung **25**, **26** und die externe Kupplungshälfte **24** hinaus noch eine weitere externe Kupplungshälfte **28** an der vom Niederhalter **23** abgewandten Rückseite des Aufnahmebetts **21** auf. Mit dieser Kupplungshälfte **28** kann die Spannvorrichtung 20 an eine zweite Aufnahmeeinrichtung **30** angedockt werden, die hierfür eine Kupplungshälfte **31** aufweist. Für die Kupplungshälften **28** und **31** gilt vorzugsweise das zu den anderen Kupplungshälften bereits Gesagte. Für das Zusammenwirken der Kupplungshälften **28** und **31** ist es zwar unumgänglich erforderlich, aber dennoch vorteilhaft, dass sie durch eine Näherungsbewegung längs der Z-Achse in den gemeinsamen Kupplungseingriff und somit aneinander angedockt und durch eine Entfernungsbewegung in die Gegenrichtung voneinander abgedockt werden können, wobei vorteilhafterweise die Kupplungshälften **28** und **31** ebenfalls mit einem anhand der Kupplungshälften **9** und **24** geschilderten Verriegelungsmechanismus ausgestattet sind. Das Verriegeln kann wie bereits geschildert selbsttätig oder in Abhängigkeit von einem Steuerbefehl erfolgen. Wird der Verriegelungsmechanismus vom Handhabungsroboter **3** gesteuert, wie dies bevorzugt wird, wird der Steuerbefehl über die Kupplungshälften **9**, **24**, **25** und **26** zu



den Kupplungshälften **28** und **31** durchgeleitet. Die Kupplungshälften **9**, **24**, **25** und **26** weisen entsprechende Anschlüsse und zweckmäßigerweise auch Anschlüsse für die Zuleitung und Durchleitung von Energie auf. Alternativ kann der Steuerbefehl für den Verriegelungsmechanismus der Kupplungshälften **28** und **31** allerdings auch von der zweiten oder über die Aufnahmeeinrichtung **30** ausgegeben werden.

**[0039]** Die Kupplungshälften **24** bis **28** der Spannvorrichtung **20**, wird wie gesagt in einem zentralen Bereich der Spannvorrichtung **20** angeordnet, im Ausführungsbeispiel wie bevorzugt längs der gleichen Spannachse **Z**. Die Spannachse **Z** fällt auch mit einer hauptsächlichen Wirkrichtung der Bearbeitung mittels der Bearbeitungswerkzeuge **10** zusammen.

**[0040]** Das Falzbett **21** erstreckt sich um den zentralen Bereich der Spannvorrichtung **20**. Der Niederhalter **23** erstreckt sich aus dem zentralen Bereich stern- oder spinnenförmig zur Peripherie bis bezogen auf die Z-Achse radial zum Aufnahmebett **21**, um gemeinsam mit diesem das zu bearbeitende Bauteil oder den zu bearbeitenden Bauteilverbund in der Bearbeitungsposition zu fixieren.

**[0041]** Die zweite Aufnahmeeinrichtung, im Folgenden auch Stützeinrichtung **30** genannt, ist im Raum der Anlage ortsfest. Sie weist eine Anlagefläche **32** auf, an der der Handhabungsroboter **3** die Spannvorrichtung **20** anlegt, wenn er die Spannvorrichtung **20** an die Stützeinrichtung **30** andockt, indem nämlich ein entsprechendes Dockingmanöver den Kupplungseingriff der Kupplungshälften **28** und **31** herstellt. Die Anlagefläche **32** weist zumindest im Wesentlichen orthogonal zur Z-Achse. Die Anlagefläche **32** kann eine einfache feste Fläche sein, an der die Spannvorrichtung **20** bei der Bearbeitung fest, unbeweglich anliegt und optional vom Handhabungsroboter **3** kurzzeitig abgehoben wird, falls das Bauteil oder die Bauteilgruppe relativ zu den Bearbeitungsrobotern **4** bis **7** umpositioniert werden soll.

**[0042]** In Bezug auf die zweite Aufnahmeeinrichtung bzw. Stützeinrichtung **30** wird die mit gleichem Anmeldetag eingereichte parallele deutsche Patentanmeldung der Anmelderin in Bezug genommen, allerdings mit dem Unterschied, dass die Spannvorrichtung **20** der Erfindung während der Bearbeitung jeweils eines Bauteils oder einer Bauteilgruppe an der Aufnahmeeinrichtung **30** andockt ist.

**[0043]** Der Kupplungseingriff zwischen dem Niederhalter **23** und dem Handhabungsroboter **3** bleibt vorzugsweise solange bestehen, bis ein Typwechsel vollzogen wird. Während der Bearbeitung stets typgleicher Bauteile oder Bauteilgruppen wird lediglich der interne Kupplungseingriff zwischen **25** und **26** gelöst, um nämlich das Bauteil oder die Bauteile in das Aufnahmebett **21** einzulegen, und anschließend wie-

der geschlossen und das oder die jeweils so fixierte Bauteile oder Bauteilgruppe bearbeitet. Alternativ kann auch der Handhabungsroboter **3** mit dem angedockten Niederhalter **23** im Takt der Serie jeweils zum Fügen eines Bauteilsverbunds eines der Bauteile des Verbunds aufnehmen und mit dem aufgenommenen Bauteil an das Aufnahmebett **21** andocken, in das zuvor ein anderes Bauteil des herzustellenden Verbunds eingelegt wurde.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Handhabungsroboter
<b>2</b>	Handhabungsroboter
<b>3</b>	erste Aufnahmeeinrichtung, Handhabungsroboter
<b>4</b>	Bearbeitungsroboter
<b>5</b>	Bearbeitungsroboter
<b>6</b>	Bearbeitungsroboter
<b>7</b>	Bearbeitungsroboter
<b>8</b>	Entnahmeroboter
<b>9</b>	Kupplungshälfte
<b>10</b>	Bearbeitungswerkzeug
<b>11i,j</b>	Ablage erste Bauteile
<b>12</b>	Klebebereich
<b>13</b>	Schachtelbereich
<b>14m,n</b>	Ablage zweite Bauteile
<b>15</b>	Bearbeitungsbereich
<b>16</b>	Ablage Bauteilverbund
<b>17</b>	Bearbeitungsbereich
<b>18</b>	Greiferablage
<b>19</b>	-
<b>20a-d</b>	Spannvorrichtungen
<b>21</b>	Aufnahmebett
<b>22</b>	Trägerstruktur
<b>23</b>	Niederhalter
<b>24</b>	erste Kupplungshälfte
<b>25</b>	zweite Kupplungshälfte
<b>26</b>	dritte Kupplungshälfte
<b>27</b>	Abtragung
<b>28</b>	vierte Kupplungshälfte
<b>29</b>	-
<b>30</b>	zweite Aufnahmeeinrichtung, Stützeinrichtung
<b>31</b>	Kupplungshälfte

- 32** Anlagefläche, Lagerelemente
- Z** Spannachse, Spannrichtung, Wirkrichtung Bearbeitungskraft

### Patentansprüche

1. Spannvorrichtung für Bauteile, umfassend:

- a) ein Aufnahmebett (21) für wenigstens ein Bauteil,
- b) einen Niederhalter (23),
- c) eine am Niederhalter angeordnete erste Kupplungshälfte (24) zum Andocken an eine erste Aufnahmeeinrichtung (3),
- d) eine am Niederhalter angeordnete zweite Kupplungshälfte (25) zum Andocken an das Aufnahmebett (21),
- e) eine am Aufnahmebett angeordnete dritte Kupplungshälfte (26) zum Andocken an den Niederhalter (23) und
- f) eine am Aufnahmebett (21) angeordnete vierte Kupplungshälfte (28) zum Andocken an eine zweite Aufnahmeeinrichtung (30),
- g) wobei das Aufnahmebett (21) und der Niederhalter (23) in einem Kupplungseingriff der zweiten Kupplungshälfte (25) und der dritten Kupplungshälfte (26) in eine Spannrichtung (Z) aufeinander zu gespannt sind, um das wenigstens eine Bauteil zwischen dem Aufnahmebett und dem Niederhalter in einer Bearbeitungsposition relativ zu dem Aufnahmebett zu fixieren.

2. Spannvorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Aufnahmebett (21) wenigstens einen Sensor aufweist, mittels dem feststellbar ist, ob das wenigstens eine Bauteil in dem Aufnahmebett angeordnet ist.

3. Spannvorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels des Sensors feststellbar ist, ob ein weiteres Bauteil in dem Aufnahmebett (21) angeordnet ist, oder das Aufnahmebett für die Detektion des weiteren Bauteils einen weiteren Sensor aufweist.

4. Spannvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche und wenigstens einem der folgenden Merkmale:

- (i) die erste Kupplungshälfte (24) einen Medienanschluss aufweist, über den der Spannvorrichtung (20) Energie oder ein Steuerungssignal oder ein Fluid oder der ersten Aufnahmeeinrichtung (3) ein Ausgangssignal eines Sensors der Spannvorrichtung zuführbar ist;
- (ii) die vierte Kupplungshälfte (28) einen Medienanschluss aufweist, über den der Spannvorrichtung (20) Energie oder ein Steuerungssignal oder ein Fluid oder der zweiten Aufnahmeeinrichtung (30) ein Ausgangssignal eines Sensors der Spannvorrichtung (20) zuführbar ist;
- (iii) die zweite und die dritte Kupplungshälfte (25, 26) jeweils einen Medienanschluss aufweisen, über

den Energie oder ein Steuerungssignal oder ein Fluid oder ein Ausgangssignal eines Sensors der Spannvorrichtung (20) von dem Aufnahmebett zum Niederhalter oder in umgekehrter Richtung im Kupplungseingriff dieser Kupplungshälften geleitet werden kann.

5. Spannvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche und wenigstens einem der folgenden Merkmale:

- (i) der Kupplungseingriff ist durch eine in Spannrichtung (Z) verlaufende Andockbewegung der zweiten und dritten Kupplungshälfte automatisch herstellbar;
- (ii) die erste Kupplungshälfte (24) ist durch eine in die Spannrichtung (Z) verlaufende Andockbewegung an die erste Aufnahmeeinrichtung (3) automatisch andockbar;
- (iii) die vierte Kupplungshälfte (28) ist durch eine in die Spannrichtung (Z) verlaufende Andockbewegung an die zweite Aufnahmeeinrichtung (30) automatisch andockbar.

6. Spannvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche und wenigstens einem der folgenden Merkmale:

- (i) die zweite Kupplungshälfte ist an einer Niederhalteseite des Niederhalters und die erste Kupplungshälfte an einer von der Niederhalteseite abgewandten Rückseite des Niederhalters angeordnet;
- (ii) die dritte Kupplungshälfte ist an einer Aufnahmesseite des Aufnahmebetts und die vierte Kupplungshälfte an einer von der Niederhalteseite abgewandten Rückseite des Aufnahmebetts angeordnet.

7. Spannvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche und genau einem der folgenden Merkmale:

- (i) die zweite Kupplungshälfte ist an einer Niederhalteseite des Niederhalters in einem zentralen Bereich des Niederhalters und die dritte Kupplungshälfte ist an einer Aufnahmesseite des Aufnahmebetts in einem zentralen Bereich des Aufnahmebetts angeordnet;
- (ii) die Spannvorrichtung umfasst einen im Kupplungseingriff der zweiten und dritten Kupplungshälfte den Niederhalter und das Aufnahmebett umgreifenden Bügel mit einer am Niederhalter angeordneten ersten Bügelhälfte und einer am Aufnahmebett angeordneten zweiten Bügelhälfte, wobei die zweite Kupplungshälfte an einem Ende der ersten Bügelhälfte und die dritte Kupplungshälfte an einem Ende der zweiten Bügelhälfte angeordnet ist.

8. Vorrichtung zum Bearbeiten von Bauteilen, die Vorrichtung umfassend:

- a) eine Spannvorrichtung (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- b) einen Handhabungsroboter, der die erste Aufnahmeeinrichtung (3) bildet,

c) eine vorzugsweise stationär angeordnete Stützeinrichtung, die die zweite Aufnahmeeinrichtung (30) bildet,  
 d) wobei der Handhabungsroboter dazu eingerichtet ist,  
 e) den Niederhalter durch Andocken an die erste Kupplungshälfte automatisch aufzunehmen und durch Abdocken wieder abzulegen,  
 f) den Niederhalter an das Aufnahmebett automatisch anzudocken, nämlich durch Herstellung des Kupplungseingriffs der zweiten und der dritten Kupplungshälfte,  
 g) und das Aufnahmebett im Kupplungseingriff mit dem Niederhalter mittels der vierten Kupplungshälfte an der Stützeinrichtung automatisch anzudocken,  
 h) und eine Bearbeitungseinrichtung (4, 5, 6, 7) mit einem Bearbeitungswerkzeug (10) für die Bearbeitung eines zwischen dem Aufnahmebett und dem Niederhalter gespannten Bauteils.

9. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch und wenigstens einem der folgenden Merkmale:

(i) der Roboter (3) ist dazu eingerichtet, das Aufnahmebett im Kupplungseingriff mit dem Niederhalter mittels der vierten Kupplungshälfte (28) von der Stützeinrichtung (30) automatisch abzudocken, vorzugsweise mittels eines über die erste, die zweite und die dritte Kupplungshälfte zur vierten Kupplungshälfte leitbaren Steuerungssignals;  
 (ii) der Roboter (3) ist dazu eingerichtet, den Kupplungseingriff der zweiten und der dritten Kupplungshälfte automatisch zu lösen, um das Bauteil aus dem Aufnahmebett nehmen zu können, vorzugsweise mittels eines über die erste Kupplungshälfte zur zweiten oder dritten Kupplungshälfte leitbaren Steuerungssignals.

10. Vorrichtung nach einem der zwei vorhergehenden Ansprüche, umfassend wenigstens eine weitere Spannvorrichtung (20) nach einem der zwei vorhergehenden Ansprüche, wobei die Spannvorrichtungen (20a-20d) an unterschiedliche Typen von Bauteilen angepasst und für einen Wechsel des zu bearbeitenden Bauteiltyps mittels des Handhabungsroboters (3) gegeneinander austauschbar sind.

11. Verfahren zum Wechsel der Bearbeitung von Bauteilen eines ersten Typs auf Bauteile eines anderen, zweiten Typs unter Verwendung einer an die Bauteile des ersten Typs angepassten ersten Spannvorrichtung (20a) und einer an die Bauteile des zweiten Typs angepassten zweiten Spannvorrichtung (20b) jeweils nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem

a) der Niederhalter (21) der ersten Spannvorrichtung (20a) an einer ersten Aufnahmeeinrichtung (3) und das Aufnahmebett (21) der ersten Spannvorrichtung (20a) an einer zweiten Aufnahmeeinrichtung (30) andockt ist,

b) die erste Aufnahmeeinrichtung (3) entweder den Niederhalter (23) am Aufnahmebett (21) oder die zweite Aufnahmeeinrichtung das Aufnahmebett am Niederhalter andockt,

c) entweder die erste Aufnahmeeinrichtung (3) das an den Niederhalter (21) angedockte Aufnahmebett (21) von der zweiten Aufnahmeeinrichtung (30) oder die zweite Aufnahmeeinrichtung den an das Aufnahmebett angedockten Niederhalter von der ersten Aufnahmeeinrichtung abdockt,

d) diejenige Aufnahmeeinrichtung (3), die den Schritt c) ausgeführt hat, den Niederhalter und das Aufnahmebett gemeinsam in einer Ablage ablegt,

e1) danach entweder die erste Aufnahmeeinrichtung die zweite Spannvorrichtung (20b) aufnimmt, das Aufnahmebett (21) der zweiten Spannvorrichtung (20b) an der zweiten Aufnahmeeinrichtung (30) andockt und den Niederhalter (23) der zweiten Spannvorrichtung (20b) von dem an der zweiten Aufnahmeeinrichtung (30) andockten Aufnahmebett abdockt,

e2) oder die zweite Aufnahmeeinrichtung die zweite Spannvorrichtung aufnimmt, den Niederhalter der zweiten Spannvorrichtung an der ersten Aufnahmeeinrichtung andockt und das Aufnahmebett von dem an der ersten Aufnahmeeinrichtung andockten Niederhalter abdockt.

12. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem eine der Aufnahmeeinrichtungen (3, 30), vorzugsweise die zweite Aufnahmeeinrichtung (30), eine stationäre Stützeinrichtung und die andere ein Handhabungsroboter ist, der die zum An- und Abdocken erforderlichen Manöver ausführt.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12, bei dem entweder im Schritt e1) die erste Aufnahmeeinrichtung am Niederhalter der zweiten Spannvorrichtung andockt und so die zweite Spannvorrichtung aufnimmt, falls der Niederhalter und das Aufnahmebett der zweiten Spannvorrichtung bereits im Kupplungseingriff sind, oder den angedockten Niederhalter am Aufnahmebett der zweiten Spannvorrichtung andockt und so die zweite Spannvorrichtung aufnimmt, oder im Schritt e2) die zweite Aufnahmeeinrichtung am Aufnahmebett der zweiten Spannvorrichtung andockt und so die zweite Spannvorrichtung aufnimmt, falls der Niederhalter und das Aufnahmebett der zweiten Spannvorrichtung bereits im Kupplungseingriff sind, oder das angedockte Aufnahmebett am Niederhalter der zweiten Spannvorrichtung andockt und so die zweite Spannvorrichtung aufnimmt.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, bei dem zum Bearbeiten von Bauteilen jeweils des gleichen Typs

f) eines der Bauteile in das an der zweiten Aufnahmeeinrichtung (30) angedockte Aufnahmebett (21) der angepassten Spannvorrichtung (20) eingelegt wird,

g) die erste Aufnahmeeinrichtung den Niederhalter der angepassten Spannvorrichtung an das Aufnahmebett oder die zweite Aufnahmeeinrichtung das Aufnahmebett an den Niederhalter andockt und dadurch das Bauteil zwischen dem Aufnahmebett und dem Niederhalter in der Bearbeitungsposition fixiert,  
 h) eine Bearbeitungseinrichtung das Bauteil in der Bearbeitungsposition bearbeitet,  
 i) die erste Aufnahmeeinrichtung den Niederhalter vom Aufnahmebett oder die zweite Aufnahmeeinrichtung das Aufnahmebett vom Niederhalter abdockt,  
 j) das bearbeitete Bauteil entnommen  
 k) und ein als nächstes zu bearbeitendes Bauteil des gleichen Typs in der Sequenz der Schritte a) bis f) behandelt wird.  
 1) und die Schritte a) bis f) mittels der zweiten Spannvorrichtung an einem Bauteil des zweiten Typs ausgeführt werden.

vor des Anspruchs 3 detektiert hat, dass auch das zweite Bauteil in dem Aufnahmebett angeordnet wurde.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

15. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem eine Spannvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 und 3 verwendet und der Niederhalter und das Aufnahmebett im Schritt g) erst aneinander gedockt werden, nachdem der Sensor detektiert hat, dass das Bauteil in dem Aufnahmebett angeordnet wurde.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, bei dem jeweils ein erstes Bauteil eines bestimmten Typs und wenigstens ein zum ersten Bauteil passendes zweites Bauteil in der Spannvorrichtung durch Herstellung des Kupplungseingriffs der zweiten und der dritten Kupplungshälfte relativ zueinander fixiert und bearbeitet, vorzugsweise miteinander zu einem Verbundbauteil gefügt werden.

17. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch in Kombination mit Anspruch 15, bei dem im Schritt f) das erste Bauteil in das an der zweiten Aufnahmeeinrichtung angedockte Aufnahmebett eingelegt wird, das zweite Bauteil entweder ebenfalls in das Aufnahmebett eingelegt oder mittels des Niederhalters aufgenommen wird und danach die Spannvorrichtung durch das Andocken im Schritt g) geschlossen wird, so dass das erste und das zweite Bauteil relativ zum Aufnahmebett und somit auch relativ zueinander die Bearbeitungsposition einnehmen.

18. Verfahren nach einem der zwei vorhergehenden Ansprüche, bei dem das erste Bauteil und das zweite Bauteil in der Bearbeitungsposition zu dem Verbundbauteil des jeweiligen Typs gefügt werden, vorzugsweise durch Rollfalzen.

19. Verfahren nach einem der drei vorhergehenden Ansprüche in Kombination mit Anspruch 16, bei dem der Niederhalter und das Aufnahmebett im Schritt g) des Anspruchs 15 erst aneinander gedockt werden, nachdem der Sensor oder der weitere Sen-

Anhängende Zeichnungen

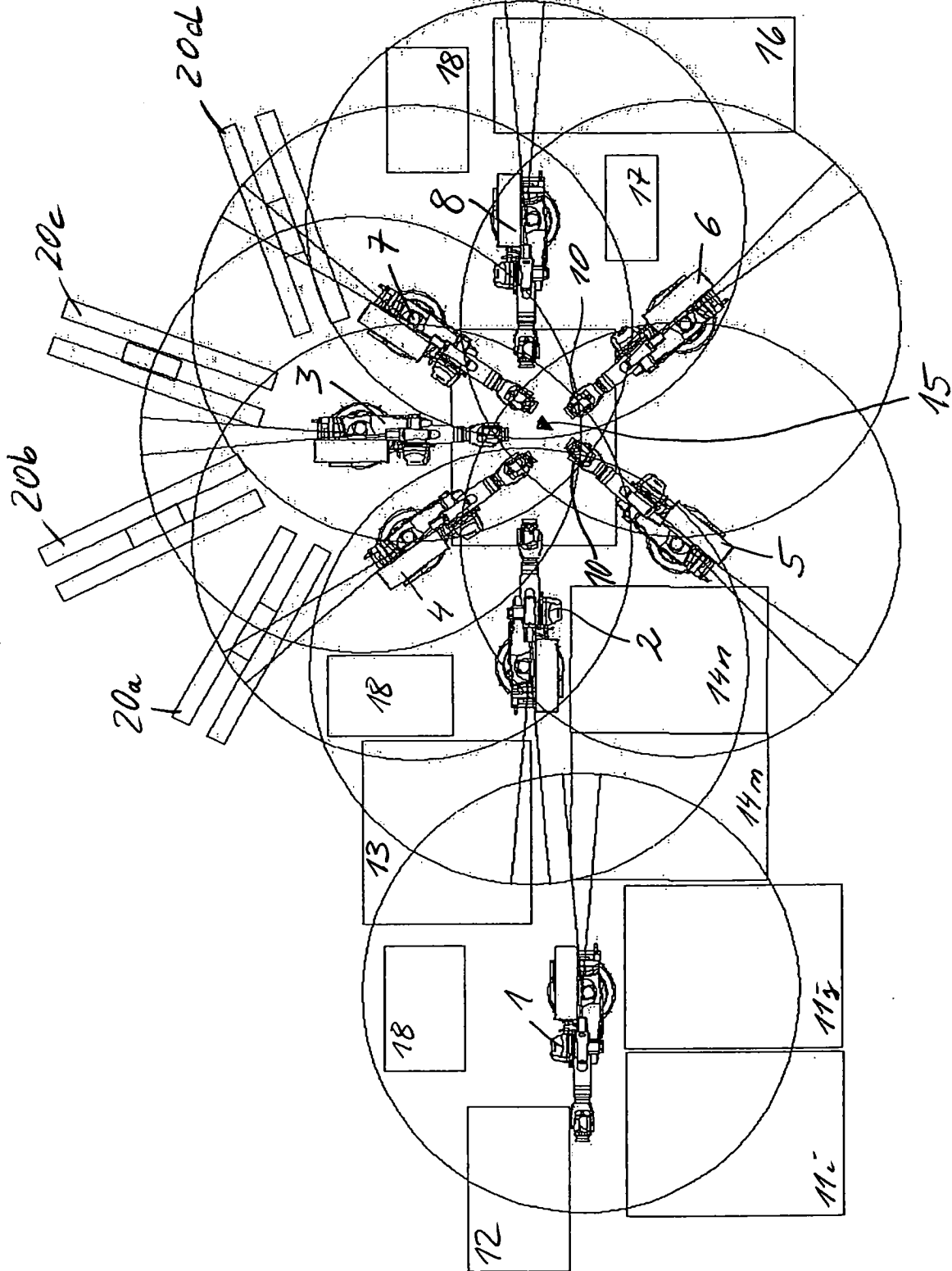


Fig. 1

Fig. 2

