



(10) **DE 20 2013 104 264 U1** 2015.02.19

(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Aktenzeichen: **20 2013 104 264.1**

(22) Anmeldetag: **18.09.2013**

(47) Eintragungstag: **09.01.2015**

(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **19.02.2015**

(51) Int Cl.: **B25J 19/06 (2006.01)**

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
**Daimler AG, 70327 Stuttgart, DE; KUKA Systems
GmbH, 86165 Augsburg, DE**

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
Ernicke & Ernicke, 86153 Augsburg, DE

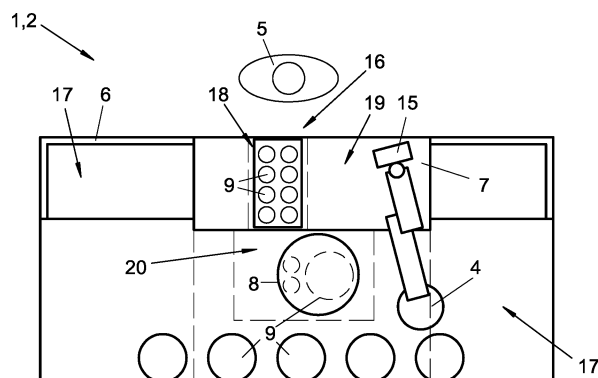
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2004 043 515	A1
DE	10 2005 003 827	A1
DE	10 2006 046 759	A1
DE	10 2007 006 708	A1
DE	10 2007 028 390	A1
DE	10 2007 037 404	A1
DE	10 2010 007 025	A1
DE	10 2011 109 908	A1
WO	2007/ 085 330	A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Arbeitsstation**

(57) Hauptanspruch: Arbeitsstation mit einem Industrieroboter (4), dadurch gekennzeichnet, dass die Arbeitsstation (1) für einen manuellen Arbeitsplatz (14) für einen Werker (5) in der Umgebung eines Industrieroboters (4) aufweist, wobei die Arbeitsstation (1) für eine Mensch-Roboter-Kooperation (MRK) ausgelegt ist und in mehrere verschiedene Zonen (17, 18, 19, 20) mit unterschiedlich hohen, vom Industrieroboter (4) ausgehenden Gefährdungsgraden für den Werker (5) unterteilt ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Arbeitsstation mit einem Industrieroboter mit den Merkmalen im Oberbegriff des Hauptanspruchs.

[0002] Arbeitsstationen mit einem oder mehreren Robotern sind aus der Praxis in verschiedenen Ausprägungen bekannt. In der Regel sind sie als vollautomatische Stationen ausgebildet und zur Unfallsicherheit von Workern mit Schutzabtrennungen ausgerüstet, die mechanisch den Werkerzutritt verhindern oder den Industrieroboter abschalten.

[0003] Die DE 10 2004 043 515 A1 betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum optischen Erfassen einer Person und deren Koordinaten innerhalb des Arbeitsbereichs eines Roboters. Der Roboter kann anhand dieser Objekterkennung sicherheitsrelevante Funktionen ausführen, wobei ansonsten der Roboter und die Person unabhängig voneinander agieren.

[0004] Die DE 10 2004 003 827 A1 offenbart eine ähnliche Sicherheitstechnik, bei der der Abstand einer Person an einem Roboterarbeitsplatz detektiert wird und in Abhängigkeit von den Abständen eine Sicherheitsfunktion des Roboters, insbesondere ein Betriebs- oder Nothalt ausgelöst wird.

[0005] Die DE 10 2006 046 759 A1 befasst sich mit einem Verfahren zur Erhöhung der Sicherheit beim Betrieb eines Roboters, wobei in Abhängigkeit vom Roboterwerkzeug virtuelle Wände aktiviert und deaktiviert werden. Wenn eine solche virtuelle Wand von einer Bedienperson durchdrungen wird, wird der Roboter gestoppt. Die DE 10 2007 006 708 A1 zeigt eine ähnliche Technik.

[0006] Bei der DE 10 2007 037 404 A1 wird zum Aufnehmen und Verarbeiten von Objekten der Arbeitsbereich des Roboters mittels einer mechanischen oder markierten Trennebene in einen vollautomatischen Bearbeitungsbereich und einen manuellen Bedienbereich unterteilt, in welchem der Roboter von einem Worker mittels einer Fernbedienung manuell gesteuert wird. In diesem Bedien- oder Aufgabebereich sind die Roboterbewegungen in ihrer Achsenzahl und Geschwindigkeit stark reduziert, wobei durch die manuelle Fernbedienung Gefahren für den Worker minimiert sind. Im Bearbeitungsbereich arbeitet der Roboter vollautomatisch sowie mit voller Achsenzahl und Geschwindigkeit.

[0007] Die DE 10 2007 028 390 A1 zeigt eine Bearbeitungsstation mit unterschiedlichen Gefährdungszonen, in denen die Robotergeschwindigkeit reduziert ist. Diese Zonen befinden sich zwischen einem vollautomatischen Arbeitsbereich des Roboters und manuellen Tätigkeitsbereichen, wobei Lichtvorhänge einen Werkerzutritt in die sicherheitsrelevanten Zo-

nen detektieren bzw. verhindern. Wenn in einer Zone ein Worker detektiert wird, bewegt sich der Roboter nicht in diesen Bereich hinein. Falls ein Roboter in einer Zone arbeitet und ein Werkerzutritt detektiert wird, wird die Robotergeschwindigkeit reduziert. Der Roboter und der Worker führen auch hier ihre Arbeitsprozesse unabhängig voneinander aus.

[0008] In der DE 10 2011 109 908 A1 ist ein interaktives Mensch-Roboter-System angesprochen, bei dem der Roboter durch einen Sicherheitszaun gegenüber einem Worker abgeschirmt wird. Der Zaun hat eine kleine Öffnung, die den Durchtritt eines Roboterwerkzeugs, aber nicht des Workers ermöglicht. Eventuelle Kollisionen zwischen dem außerhalb des Zauns stehenden Worker und dem durch die Zaunöffnung ragenden und in seinen Bewegungsmöglichkeiten stark eingeschränkten Prozesswerkzeug werden durch einen Kraftsensor zwischen Roboter und Werkzeug detektiert und lösen eine Sicherheitsreaktion des Roboters aus.

[0009] Die WO 2007/085 330 A1 zeigt eine Arbeitsstation, in der für einen Worker zugängliche Sicherheitszonen im Arbeitsbereich eines Roboters mit gebogenen, unterschiedlich eingefärbten Markierungslinien am Boden markiert sind. Diese Markierungslinien stellen einerseits einen Warnhinweis für den mit zunehmender Annäherung an den Roboter steigenden Gefährdungsgrad und andererseits eine Unterscheidungshilfe für eine Überwachungskamera dar, welche die Existenz eines Workers in den Sicherheitszonen detektiert. Das Sicherheitslevel des Roboters wird entsprechend einer solchen Detektion angepasst. Bei diesem Stand der Technik arbeiten der Roboter und der Worker wiederum unabhängig voneinander.

[0010] Ferner gibt es Bestrebungen, Menschen mit Industrierobotern, insbesondere taktilen Robotern, kooperieren oder kollaborieren zu lassen. Dies wird als Mensch-Roboter-Kooperation (MRK) bezeichnet. Hierfür geeignete taktile Gelenkarm-Industrieroboter sind z.B. aus der DE 10 2007 063 099 A1, DE 10 2007 014 023 A1 und DE 10 2007 028 758 B4 bekannt.

[0011] Andererseits ist aus der DE 10 2007 059 481 A1 eine Sicherheitsüberwachung an einem Industrieroboter durch Sollwerte bekannt. Die DE 10 2005 027 522 B4 offenbart einen Industrieroboter mit einem bewegten Überwachungsbereich um das Werkzeug bzw. den Gefahrenbereich herum durch kapazitive Sensorik. Für die Auslegung von Arbeitsstationen ist eine Risikobeurteilung nach DIN EN ISO 12100 durchzuführen.

[0012] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Arbeitsstation und eine verbesserte

Auslegungsmöglichkeit für eine Arbeitsstation aufzuzeigen.

[0013] Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen in den selbstständigen Ansprüchen. Die beanspruchte Arbeitsstation, Anlage und optische Anzeige haben den Vorteil, dass die Arbeitsstation in Realitas und in der optischen Anzeige in mehrere unterschiedliche Gefährdungszonen unterteilt ist und eine dementsprechend klare und sichere Stationsauslegung und Ansteuerung bzw. Programmierung des MRK-Industrieroboters erlaubt.

[0014] Von besonderem Vorteil ist, dass die verschiedenen Zonen der für eine Mensch-Roboter-Kooperation (MRK) ausgelegten Arbeitsstation nach ihrem Gefährdungsgrad unterschiedlich markiert sind und somit klar, eindeutig und schnell unterscheidbar sind. Farbmarkierungen sind hierfür besonders gut geeignet. Günstig ist eine Farbstaffelung, die ähnlich einer Verkehrsampel die Gefährdungsstufen von grün nach rot signalisiert.

[0015] Dies hat verschiedene Vorteile. Zum einen ergibt sich eine schnelle und klare MRK- und Anlagen-Visualisierung. Ferner wird die Anwendung eines dynamischen oder statischen Kräftekatlogs bei der Auslegung vereinfacht. Hierfür ist es insbesondere von Vorteil, wenn eine Unterteilung in eine MRK-Zone mit schmerzfreien Kontakten von Mensch und Roboter und in eine Prozesszone mit zwar nicht schmerzfreien, aber verletzungsfreien Kontakten erfolgt. Durch die Zonenunterteilung und die Zonenabgrenzung sind einfache und eindeutige Implementierungen von Geschwindigkeitsgrenzen für Industrieroboter im MRK-Betrieb in den Zonen möglich. Weitere Vorteile sind vereinfachte Risikobeurteilungen und Risikodarstellungen.

[0016] Die optische Anzeige, die z.B. in gedruckter Form oder als Bildschirmanzeige vorliegen kann, erleichtert das Ausrollen der Mensch-Roboter-Kooperation in einer Arbeitsstation und in einer Anlage. Den Planer wird ein Hilfsmittel an die Hand gegeben, um die unterschiedlichen Ausprägungsformen der MRK darstellen zu können (z.B. für Lieferantenanfragen, Sachmittelgenehmigungen etc.). Der Spielraum der MRK-Anwendungen ist groß und erfasst z.B. schutzzaunlose Montagen, die Arbeit eines Menschen neben oder mit dem Roboter, die Führung eines Roboters durch den Menschen etc.. Die optische Anzeige bietet hierzu Klarheit und ein visualisierendes Werkzeug, um das Ausrollpotenzial der MRK in einer Arbeitsstation und einer ganzen Anlage beurteilen zu können.

[0017] Wegen der Neuartigkeit von MRK-Arbeitsstationen und des beschränkten Erfahrungsschatzes bietet die Erfindung neuen Mitarbeitern in einem Unternehmen die Möglichkeit, eine MRK-Arbeitsstation

bzw. -anlage richtig einschätzen und nutzen zu können. Einem solchen Mitarbeiter im Planungsbereich, aber auch einem Werker an der Arbeitsstation vor Ort wird klar angegeben, an welchen Stellen er in die Arbeitsstation hineinfassen darf, wobei ein Roboterkontakt ohne Schmerzen möglich ist und wo er nicht hineinfassen darf, weil hier ein Kontakt mit Schmerzen oder gar auch mit Verletzungen möglich ist. Durch die erfindungsgemäße Zonenunterteilung und deren Markierung kann auch der Absicherungsaufwand mit mechanischen Schutzabtrennungen und den damit verbundenen Behinderungen reduziert werden.

[0018] Gegenüber der Risikobeurteilung nach DIN EN ISO 12100 mit der dortigen bloßen Bestimmung von Maschinengrenzen bietet die Erfindung eine bessere Unterteilung für die Risikobeurteilung innerhalb der Maschinengrenzen, wobei insbesondere unterschiedliche Zuweisung von MRK-Funktionalität möglich sind.

[0019] Für die Zonenunterscheidung nach einem Gefährdungspotenzial des Industrieroboters ist es von besonderem Vorteil, wenn der Industrieroboter selbst eine MRK-Tauglichkeit besitzt und wenn er insbesondere als taktiler Roboter ausgebildet ist. Alternativ kann die MRK-Tauglichkeit auch auf andere Weise hergestellt werden, z.B. durch mitgeführte oder externe optische oder andere berührungslose Überwachungssysteme, eine extern am Industrieroboter oder am Werkzeug angebaute Sensorik, z.B. mit kapazitiven Sensoren oder dgl.

[0020] Der MRK-taugliche Industrieroboter, insbesondere ein taktiler Industrieroboter, kann ein den Gefährdungszonen und der Erreichbarkeit bzw. Kollisionsgefahr für einen Menschen entsprechendes Verhalten zeigen. Dies kann insbesondere die Reaktionsschwelle, Geschwindigkeit und Beschleunigung betreffen. Auch sein Bewegungsbereich kann eingeschränkt sein. Besondere mechanische und den Prozessablauf evtl. störende Schutzmaßnahmen können dadurch entbehrlich oder zumindest reduziert sein.

[0021] Ein besonders sensibles Roboterverhalten kann zu Einschränkungen der Prozess-Leistungsfähigkeit des Industrieroboters führen. Durch die Zonenunterteilung und ein zonenspezifisches Roboterverhalten kann eine Ausgewogenheit und ein Optimum zwischen Personenschutz und Leistungsfähigkeit im Prozess erzielt werden.

[0022] Ein taktiler Roboter hat den Vorteil, dass entgegen des Eingangs genannten Standes der Technik kein zusätzliches Werkzeug zur Überwachung der zugewiesenen MRK-Funktionalitäten erforderlich ist. Ferner ist es beim taktilen Roboter mit integrierter Sensorik möglich, auf externe Überwachungssystem zu verzichten und/oder deren Einsatz zumindest zu

verringern. Ein taktiler Roboter mit integrierter Sensorik hat nicht mehr die aus der

[0023] DE 10 2005 027 522 B4 vorgegebene Abhängigkeit von der jeweiligen Applikation bzw. vom Prozess und von der Vorgabe eines spezifischen Lösungswegs zur Erzeugung eines Sicherheitsbereichs. Ein Sicherheitsbereich muss auch nicht mehr als Input für eine Sicherheitsüberwachung in deren MRK-Zonen eingegeben werden.

[0024] In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung angegeben.

[0025] Die Erfindung ist in den Zeichnungen beispielhaft und schematisch dargestellt. Im Einzelnen zeigen

[0026] Fig. 1: eine Arbeitsstation mit einem Industrieroboter, einem Werker und verschiedenen Gefährdungszonen mit unterschiedlichen Zonenmarkierungen,

[0027] Fig. 2: eine optische Anzeige der Arbeitsstation von Fig. 1 und

[0028] Fig. 3: einen taktilen Industrieroboter in Streckstellung.

[0029] Die Erfindung betrifft eine Arbeitsstation (1), eine Anlage (2) und eine optische Anzeige (3) der Arbeitsstation (1).

[0030] Fig. 1 zeigt eine Arbeitsstation (1), die als singuläre Station oder als Bestandteil einer Anlage (2), insbesondere einer Fertigungsanlage, ausgebildet sein kann. Innerhalb einer Anlage (2) kann eine Arbeitsstation (1) auch mehrfach vorhanden sein, wobei hier gleiche oder unterschiedliche Prozesse ausgeführt werden. Fig. 2 zeigt eine optische Anzeige (3) dieser Arbeitsstation (1).

[0031] Innerhalb einer Arbeitsstation (1) können ein oder mehrere Prozesse beliebiger Art ausgeführt werden. Im gezeigten Ausführungsbeispiel handelt es sich um einen Montageprozess, wobei an einem Werkstück (8) ein oder mehrere Bauteile (9), insbesondere Kleinteile, montiert werden oder auch solchen Bauteilen (9) ein Werkstück (8) gebildet wird. Andere mögliche Prozessarten betreffen Fügeprozesse, Umformprozesse, Auftragsprozesse, Prüfprozesse oder dergleichen.

[0032] Die Arbeitsstation (1) weist einen programmierbaren Industrieroboter (4) und einen manuellen Arbeitsplatz (16) für einen Werker (5) auf, der in der Umgebung des Industrieroboters (4) angesiedelt ist. Die Arbeitsräume von Industrieroboter (4) und Werker (5) können sich dabei überschneiden. Innerhalb einer Arbeitsstation (1) können auch mehrere Indus-

trieroboter (4) und/oder mehrere manuelle Arbeitsplätze (16) vorhanden sein.

[0033] Der Industrieroboter (4) trägt ein Werkzeug (15) für den jeweiligen Prozess, das z.B. als Greifwerkzeug ausgebildet ist. Das Werkzeug (15) kann fest oder mittels einer Wechselkupplung automatisch wechselbar am Industrieroboter (4) montiert sein. Die Arbeitsstation (1) kann außerdem eine oder mehrere manuell bedienbare oder automatische und ggf. angetriebene Hilfsvorrichtungen (nicht dargestellt) aufweisen.

[0034] Der Industrieroboter (4) ist für eine Mensch-Roboter-Kooperation (MRK) tauglich ausgebildet. Vorzugsweise handelt es sich um einen taktilen mehrachsigen Industrieroboter (4) mit bevorzugt integrierter Sensorik (14), der sensitive Eigenschaften hat und selbst einen Berührungskontakte mit dem menschlichen Körper oder anderen Hindernissen detektieren und hierauf reagieren kann. Er kann dabei z.B. stehen bleiben oder sich ggf. auch von der Kontaktstelle entfernen, insbesondere zurückbewegen. Der taktiler Industrieroboter (4) detektiert einen Berührungskontakt als äußere Belastung, die an einer nicht erwarteten Roboterposition auftritt. Für die Reaktion auf einen Berührungskontakt kann es unterschiedlich hohe Belastungs- und Reaktionsschwellen geben.

[0035] Der Industrieroboter (4) kann z.B. gemäß der DE 10 2007 063 099 A1, DE 10 2007 014 023 A1 und/oder DE 10 2007 028 758 B4 ausgebildet sein. Eine bevorzugte Ausführungsform wird nachstehend erläutert.

[0036] Die Arbeitsstation (1) ist in mehrere verschiedene Zonen (17, 18, 19, 20) unterteilt, wobei in den Zonen (17, 18, 19, 20) unterschiedlich hohe und vom Industrieroboter (4) ausgehende Gefährungsgrade für den Werker (5) bestehen. Die verschiedenen Zonen (17, 18, 19, 20) weisen unterschiedliche Markierungen (21, 22, 23, 24) zu ihrer Unterscheidung auf. Die Markierungen (21, 22, 23, 24) sind für einen Werker (5) oder einen Planer in beliebiger Weise, bevorzugt optisch bzw. visuell, erfassbar. Sie sind z.B. als Farbmarkierungen ausgebildet.

[0037] Die Markierungen (21, 22, 23, 24) für die jeweilige Zone (17, 18, 19, 20) signalisieren den in der Zone bestehenden Gefährungsgrad für den Werker (5). Die Markierungen (21, 22, 23, 24) signalisieren die räumliche Erstreckung der jeweils zugehörigen Zone (17, 18, 19, 20). Damit werden auch die Grenzen der bevorzugt voneinander getrennten Zonen (17, 18, 19, 20) signalisiert und insbesondere visualisiert.

[0038] Eine Markierung (21, 22, 23, 24), insbesondere Farbmarkierung, kann unterschiedlich ausgebildet sein, z.B. als größere und evtl. zonenweite, zu-

sammenhängende Markierungsfläche, insbesondere Farbfläche. Eine Markierung (21, 22, 23, 24) kann auch streifenförmig oder linienförmig, z.B. als Randmarkierung am Zonenrand, insbesondere als farbiger Randsaum, als Linie von Markierungspunkten oder dgl., ausgebildet sein. In einer optischen Anzeige (3) kann eine Markierung (21, 22, 23, 24) als farbige Hintergrundfläche oder als durchscheinender Farbsaum erscheinen, wobei die konstruktiven Strukturen der Arbeitsstation (1) erkennbar bleiben.

[0039] Fig. 2 zeigt eine optische Anzeige (3) bzw. ein Layout der vorgenannten Arbeitsstation (1). Die Anzeige (3) ist z.B. als Bildschirmanzeige auf einem Monitor (25) ausgebildet. Alternativ kann eine optische Anzeige (3) auch als Ausdruck des Stations- oder Anlagenplans auf Papier oder Folie ausgebildet sein. Bestandteil der Erfindung ist außerdem ein Softwaretool für die Planung oder Auslegung von Arbeitsstationen (1). Die optische Anzeige (3) oder ein hiervon gebildetes Layout, kann als optisches und visuell erfassbares Ausgabeformat des Softwaretools vorhanden sein. Die Markierungen (21, 22, 23, 24) werden in Fig. 2 durch unterschiedliche Flächenmuster oder Schraffuren symbolisiert.

[0040] Die Arbeitsvorrichtung (1) ist im gezeigten Ausführungsbeispiel in vier Gefährdungszonen (17, 18, 19, 20) unterteilt. Die Zahl der Zonen- und Gefährdungsgradunterteilungen kann auch kleiner oder größer sein und kann z.B. drei oder fünf betragen. Ferner ist es möglich, dass in der der Arbeitsstation (1) mehrere Zonen mit gleichem Gefährdungsgrad vorhanden sind.

[0041] Innerhalb der Gefährdungszonen (17, 18, 19, 20) kann der Industrieroboter (4), insbesondere taktile Roboter, ein unterschiedliches Verhalten, insbesondere hinsichtlich Belastungs- und Reaktionsschwelle, Geschwindigkeit und Beschleunigung, zeigen. Dies richtet sich nach der aktuellen Position der Roboterreferenz, insbesondere des Tool-Center-Points (TCP), bezüglich einer Zone (17, 18, 19, 20). Der Industrieroboter (4) wird hierfür von der Robotersteuerung (nicht dargestellt) entsprechend angesteuert.

[0042] Eine Zone (17) ist z.B. als freie und für einen Werker (5) ungefährliche Zone ausgebildet. Eine freie Zone (17) ist für den Industrieroboter (4) nicht erreichbar und/oder weist eine Absicherung (6), insbesondere eine Schutzabtrennung, auf. Eine freie Zone (17) ist in Fig. 1 und Fig. 2 zweifach vorhanden. Eine freie Zone (17) ist z.B. durch eine grüne Farbmarkierung (21) gekennzeichnet.

[0043] Sofern eine freie Zone (17) sich mit dem Arbeitsraum des Industrieroboters (4) überschneidet, bestehen hier keine durch Personenschutz bedingten

und leistungsmindernden Einschränkungen im Roboterverhalten.

[0044] Eine andere Zone (18) ist als MRK-Zone ausgebildet, in der sich die Arbeitsräume von Werker (5) und Industrieroboter (4) bestimmungsgemäß überschneiden. Innerhalb der MRK-Zone ist ein Berührungskontakt von Werker (5) und Industrieroboter (4) ohne Verletzungen für den Werker (5) möglich. Falls ein Berührungskontakt erfolgt, verursacht dieser keine oder nur geringer Schmerzen. Eine MRK-Zone (18) ist z.B. durch eine gelbe Farbmarkierung (22) gekennzeichnet.

[0045] In der MRK-Zone (18) sind die Geschwindigkeiten und Beschleunigungen sowie die Belastungs- und Reaktionsschwelle des Industrieroboters (4) besonders niedrig und gestatten das vorgenannten Roboterverhalten im Kontaktfall. Der Arbeitsraum des Industrieroboters (4) kann außerdem durch Programmierung oder mechanisch eingeschränkt sein.

[0046] Eine weitere Zone (19) ist als Prozesszone ausgebildet, die sich im Arbeitsraum des Industrieroboters (4) befindet. Die Prozesszone (19) ist für einen Werker (5) bei nicht bestimmungsgemäßen Verhalten erreichbar. Ein Berührungskontakt von Werker (5) und Industrieroboter (4) ist ohne Verletzungen möglich, wobei ggf. größere Schmerzen in Kauf zu nehmen sind. Eine Prozesszone wird z.B. durch eine orange Farbmarkierung (23) gekennzeichnet.

[0047] In der Prozesszone (19) können die Geschwindigkeiten und Beschleunigungen sowie die Belastungs- und Reaktionsschwelle des taktilen Industrieroboters (4) höher als in der MRK-Zone (18) sein. Dies erhöht andererseits seine Leistungsfähigkeit.

[0048] Eine weitere Zone (20) ist als Risikozone ausgebildet, die sich im Arbeitsraum des Industrieroboters befindet und die für einen Werker (5) bei nicht bestimmungsgemäßen Verhalten erreichbar ist. Der Industrieroboter (4) führt hier den automatischen Prozess, z.B. den Montageprozess, durch und bestückt das Werkstück (8) mit den Bauteilen (9).

[0049] Ein Berührungskontakt von Werker (5) und Industrieroboter (4) ist in der Risikozone (20) möglich, wobei Verletzungen drohen. Eine zusätzliche Absicherung (6) kann für den Werker (5) erforderlich oder vorgesehen sein. Diese kann z.B. als Lichtschranke oder dergleichen Detektionsmittel für das Eindringen eines Körperteils in die Risikozone (20) ausgebildet sein. Eine Risikozone (20) wird z.B. durch eine rote Farbmarkierung (24) gekennzeichnet.

[0050] In der Risikozone (20) können die Geschwindigkeiten und Beschleunigungen sowie die Belastungs- und Reaktionsschwelle des taktilen Industrieroboters (4) noch höher als in der MRK- und Prozess-

zone (**18, 19**) sein. Seine Leistungsfähigkeit kann maximiert werden.

[0051] In konstruktiver Hinsicht weist die Arbeitsstation (**1**) z.B. einen Arbeitstisch (**7**) mit dem manuellen Arbeitsplatz (**16**) und seitlich angrenzenden Schutzabtrennungen (**6**), z.B. Zäunen, Schranken oder dgl. zur Bildung der freien Zone (**17**) auf. Die Arbeitsstation (**1**) kann außerdem eine äußere Einhausung, z.B. ein Gehäuse, einen Zaun oder dergleichen aufweisen, der die freie Zone (**17**) von der Umgebung trennt. Statt einer mechanischen Schutzabtrennung kann auch eine andere Form einer Absicherung (**6**), z.B. durch Lichtschranken, Kontaktmatten am Fußboden oder dgl. andere Detektionsmittel vorliegen.

[0052] Auf dem Arbeitstisch (**7**) wird randseitig und im Bereich der manuellen Arbeitsstelle (**16**) die MRK-Zone (**18**) gebildet. Dies kann ein Zuführbereich sein, in dem ein Werker (**5**) ein oder mehrere Bauteile (**9**) zuführt und für den Industrieroboter (**4**) bereitstellt. Evtl. kann der Werker (**5**) hier auch manuelle Montagearbeiten durchführen.

[0053] An die MRK-Zone (**17**) schließt sich an der vom Werker (**5**) abgewandten Seite die Risikozone (**20**) an, in der der Industrieroboter (**4**) den eigentlichen Prozess, z.B. die automatische Bauteilmontage am oder zum Werkstück (**8**), durchführt.

[0054] Die MRK-Zone (**18**) und die Risikozone (**20**) können seitlich von der Prozesszone (**19**) umgeben sein. Der Industrieroboter (**4**) kann ggf. in der Prozesszone (**19**) angeordnet sein. In Prozesszone (**19**) kann außerdem eine automatische Zuführung von Bauteilen (**9**) erfolgen. Die Zuführeinrichtung ist der Übersicht halber nicht dargestellt.

[0055] In Fig. 3 ist eine bevorzugte Ausführungsform des in Fig. 1 und Fig. 2 schematisch angedeuteten taktilen Industrieroboters (**4**) in Streckstellung und ohne Werkzeug (**15**) dargestellt.

[0056] Der Industrieroboter (**4**) weist mehrere, bevorzugt drei oder mehr, bewegliche und miteinander verbundene Glieder (**10, 11, 12, 13**) auf. Die z.B. vier Glieder (**10, 11, 12, 13**) sind vorzugsweise gelenkig und über drehende Roboterachsen I–VII miteinander verbunden. Im gezeigten Ausführungsbeispiel weist er ein mit dem Untergrund verbundenes Basisglied (**13**) und ein Endglied (**10**) sowie zwei Zwischenglieder (**11, 12**) auf. Die Zwischenglieder (**11, 12**) sind mehrteilig und in sich verdrehbar mittels Achsen (III) und (V) ausgebildet. Die Zahl der Zwischenglieder (**11, 12**) kann alternativ kleiner oder größer sein. In weiterer Abwandlung können einzelne oder alle Zwischenglieder (**11, 12**) in sich drehfest und ohne zusätzliche Achse ausgebildet sein. Die Glieder (**10, 11, 12, 13**) können eine gerade oder gemäß Fig. 3 abgewinkelte Form haben. Der Industrieroboter (**4**) kann

gemäß Fig. 1 und Fig. 2 stehend oder alternativ hängend angeordnet sein.

[0057] Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Industrieroboter (**4**) als Gelenkarm- oder Knickarmroboter ausgebildet und weist sieben angetriebene Achsen bzw. Bewegungsachsen I–VII auf. Die Achsen I–VII sind mit einer Robotersteuerung verbunden und können gesteuert und ggf. geregelt werden. Das abtriebsseitige Endglied (**10**) des Industrieroboters (**4**) ist z.B. als Roboterhand ausgebildet und weist ein um eine Drehachse drehbares Abtriebsselement, z.B. einen Abtriebsflansch, für die Montage des Werkzeugs (**15**) oder einer Wechselkupplung auf. Die Drehachse bildet die letzte Roboterachse VII.

[0058] Die Roboterachsen I–VII weisen jeweils ein Achslager, z.B. Drehlager bzw. ein Gelenk, und einen hier zugeordneten und integrierten steuerbaren, ggf. regelbaren Achsantrieb, z.B. Drehantrieb, auf. Außerdem können die Roboterachsen I–VII eine steuer- oder schaltbare Bremse und die ggf. redundante Sensorik (**14**) haben, die in Fig. 3 nur mit einem Pfeil angedeutet ist. Die Sensorik (**14**) kann integriert sein und kann z.B. einen oder mehrere Sensoren an einer oder mehreren Roboterachsen I–VII aufweisen. Diese Sensoren können gleiche oder unterschiedliche Funktionen haben. Sie können insbesondere zum Erfassen von äußeren einwirkenden Belastungen, insbesondere von Momenten, ausgebildet sein. Sie können ferner Drehbewegungen und ggf. Drehpositionen detektieren. In einer anderen Ausführungsform kann ein solche mit der Robotersteuerung verbundene Sensorik am Industrieroboter (**4**) extern angebaut sein, z.B. am Abtriebsselement oder am Werkzeug (**15**).

[0059] Die vorgenannte Kraftsteuerung oder Kraftregelung der Roboterachsen (I–VII) bezieht sich auf die Wirkung nach außen am Abtriebsselement des Endglieds (**10**) sowie auf die dort einwirkenden Reaktionskräfte. Roboterintern findet an den drehenden Achsen oder Achsantrieben eine Momentensteuerung oder Momentenregelung statt.

[0060] Der Industrieroboter (**4**) kann für die MRK-Tauglichkeit eine oder mehrere nachgiebige Achsen (I–VII) bzw. nachgiebige Achsantriebe mit einer Nachgiebigkeitsregelung haben. Die Nachgiebigkeitsregelung kann eine reine Kraftregelung oder eine Kombination aus einer Positions- und einer Kraftregelung sein. Eine solche nachgiebige Achse vermeidet Unfälle mit Personen und Crashes mit Gegenständen im Arbeitsbereich durch Kraftbegrenzung und ggf. Stillstand oder federndes Ausweichen im Fall unverhergesehener Kollisionen.

[0061] Sie kann andererseits in verschiedener Hinsicht für den Arbeitsprozess vorteilhaft genutzt werden. Einerseits kann die federnde Ausweichfähigkeit

des Industrieroboters (4) zum manuellen Teachern und Programmieren benutzt werden. Über eine Belastungserfassung mit der Robotersensorik an den Achsen (I–VII) kann außerdem das Suchen und Finden der Arbeitsposition unterstützt und erleichtert werden. Auch Winkelfehler in der Relativstellung der Glieder (10, 11, 12, 13) können detektiert und bedarfsweise korrigiert werden. Eine oder mehrere nachgiebige Achsen sind außerdem zum Nachführen des Werkzeugs (15) entsprechend des Vorschubs vorteilhaft. Der Industrieroboter (4) kann außerdem bedarfsweise eine definierte Andrück- oder Zugkraft aufbringen.

[0062] Der dargestellte Industrieroboter (4) kann als Leichtbauroboter ausgebildet sein und aus leichtgewichtigen Materialien, z.B. Leichtmetallen und Kunststoff bestehen. Er hat auch eine kleine Baugröße. Das in seiner Konstruktion und Funktion vereinfachte Werkzeug (15) hat ebenfalls ein geringes Gewicht. Der Industrieroboter (4) mit seinem Werkzeug (15) ist dadurch insgesamt leichtgewichtig und kann ohne größeren Aufwand transportiert und von einem Einsatzort zum anderen verlegt werden. Das Gewicht von Industrieroboter (4) und Werkzeug (15) kann unter 50 kg, insbesondere bei ca. 30 kg, liegen. Durch die Möglichkeit des manuellen Teachens kann er schnell und einfach programmiert, in Betrieb genommen und an unterschiedliche Prozesse angepasst werden.

[0063] Der Industrieroboter (4) ist programmierbar, wobei die Robotersteuerung eine Recheneinheit, einen oder mehrere Speicher für Daten oder Programme sowie Eingabe- und Ausgabeeinheiten aufweist. Das Werkzeug (15) kann mit der Robotersteuerung oder einer anderen gemeinsamen Steuerung verbunden und kann z.B. als gesteuerte Achse in der Robotersteuerung implementiert sein. Die Robotersteuerung kann prozessrelevante Daten, z.B. Sensordaten, speichern und für eine Qualitätskontrolle und -sicherung protokollieren.

[0064] Abwandlungen der gezeigten und beschriebenen Ausführungsformen sind in verschiedener Weise möglich. Insbesondere könne die Merkmale der verschiedenen Ausführungsbeispiele beliebig miteinander kombiniert, insbesondere auch vertauscht werden. Die MRK-Tauglichkeit kann auf andere Weise hergestellt werden, z.B. durch ein optisches Überwachungssystem, welches die Werkerbewegungen und evtl. Gefahrensituationen detektiert und der Industrieroboter (4) entsprechend angesteuert wird. Der Industrieroboter (4) muss hierbei keine eigenen sensitiven oder taktilen Eigenschaften haben. Er kann allerdings das vorgenannte zonenspezifische Geschwindigkeits- und Beschleunigungsverhalten haben.

Bezugszeichenliste

1	Arbeitsstation, Montagestation
2	Anlage
3	optische Anzeige
4	Industrieroboter, Leichtbauroboter
5	Werker
6	Absicherung, Schutzabtrennung
7	Arbeitstisch
8	Werkstück
9	Bauteil
10	Glied, Endglied, Hand
11	Glied, Zwischenglied
12	Glied, Zwischenglied
13	Glied, Basisglied
14	Sensorik
15	Werkzeug, Greifwerkzeug
16	Arbeitsplatz manuell
17	Zone, freie Zone
18	Zone, MRK-Zone
19	Zone, Prozesszone
20	Zone, Risikozone
21	Markierung freie Zone, grüne Farbe
22	Markierung MRK-Zone, gelbe Farbe
23	Markierung Prozesszone, orange Farbe
24	Markierung Risikozone, rote Farbe
25	Monitor
I–IV	Achse von Roboter

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- DE 102004043515 A1 [0003]
- DE 102004003827 A1 [0004]
- DE 102006046759 A1 [0005]
- DE 102007006708 A1 [0005]
- DE 102007037404 A1 [0006]
- DE 102007028390 A1 [0007]
- DE 102011109908 A1 [0008]
- WO 2007/085330 A1 [0009]
- DE 102007063099 A1 [0010, 0035]
- DE 102007014023 A1 [0010, 0035]
- DE 102007028758 B4 [0010, 0035]
- DE 102007059481 A1 [0011]
- DE 102005027522 B4 [0011, 0023]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- DIN EN ISO 12100 [0011]
- DIN EN ISO 12100 [0018]

Schutzansprüche

1. Arbeitsstation mit einem Industrieroboter (4), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Arbeitsstation (1) für einen manuellen Arbeitsplatz (14) für einen Werker (5) in der Umgebung eines Industrieroboters (4) aufweist, wobei die Arbeitsstation (1) für eine Mensch-Roboter-Kooperation (MRK) ausgelegt ist und in mehrere verschiedene Zonen (17, 18, 19, 20) mit unterschiedlich hohen, vom Industrieroboter (4) ausgehenden Gefährdungsgraden für den Werker (5) unterteilt ist.

2. Arbeitsstation nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Arbeitsstation (1) an den verschiedenen Zonen (17, 18, 19, 20) unterschiedliche Markierungen (21, 22, 23, 24), insbesondere Farbmarkierungen, aufweist.

3. Arbeitsstation nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Arbeitsräume von Industrieroboter (4) und Werker (5) sich bereichsweise überschneiden.

4. Arbeitsstation nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Industrieroboter (4) für MRK tauglich ausgebildet ist.

5. Arbeitsstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Industrieroboter (4) als taktiler Roboter mit sensitive Eigenschaften ausgebildet ist.

6. Arbeitsstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Industrieroboter (4) eine zugeordnete, vorzugsweise integrierte, Sensorik (14) aufweist, die einwirkende Belastungen erfasst.

7. Arbeitsstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die integrierte Sensorik (14) einen oder mehrere Sensoren an einer oder mehreren Roboterachsen I–VII aufweist.

8. Arbeitsstation nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensoren Momente und ggf. Drehbewegungen bzw. Drehpositionen detektieren.

9. Arbeitsstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Industrieroboter (4) mehrere beweglich, insbesondere drehbar, miteinander verbundene Glieder (10, 11, 12, 13) und eine oder mehrere kraftgesteuerte oder kraftgeregelter Roboterachsen (I–VII) aufweist.

10. Arbeitsstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Industrieroboter (4) mindestens eine nachgiebige Roboterachse (I–VII) mit einer Nachgiebigkeitsregelung,

insbesondere einer reinen Kraftregelung oder einer Kombination aus Positions- und Kraftregelung, aufweist.

11. Arbeitsstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Arbeitsstation (1) als Montagestation ausgebildet ist.

12. Arbeitsstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Industrieroboter (4) ein Werkzeug (15), insbesondere ein Greifwerkzeug, trägt.

13. Optische Anzeige, insbesondere Layout, in gedruckter Form oder als Bildschirmanzeige, für eine Arbeitsstation (1) mit einem Industrieroboter (4) und einem manuellen Arbeitsplatz (16) für einen Werker (5) in der Umgebung des Industrieroboters (4), wobei die Arbeitsstation (1) für eine Mensch-Roboter-Kooperation (MRK) ausgelegt ist und in mehrere verschiedene Zonen (17, 18, 19, 20) mit unterschiedlich hohen, insbesondere vom Industrieroboter (4) ausgehenden Gefährdungsgraden für den Werker (5) unterteilt ist.

14. Optische Anzeige nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die verschiedenen Zonen (17, 18, 19, 20) in der optischen Anzeige (3) unterschiedliche Markierungen (21, 22, 23, 24), insbesondere Farbmarkierungen, aufweisen.

15. Arbeitsstation oder optische Anzeige nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Markierung (21, 22, 23, 24) für eine Zone (17, 18, 19, 20) deren Gefährdungsgrad für den Werker (5) signalisiert.

16. Arbeitsstation oder optische Anzeige nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Markierung (21, 22, 23, 24) für eine Zone (17, 18, 19, 20) deren räumliche Erstreckung signalisiert.

17. Arbeitsstation oder optische Anzeige nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Zone (17) als freie und für einen Werker (5) ungefährliche Zone ausgebildet ist.

18. Arbeitsstation oder optische Anzeige nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine freie Zone (17) für den Industrieroboter (4) nicht erreichbar ist und/oder eine Absicherung (6), insbesondere eine Schutzabtrennung, aufweist.

19. Arbeitsstation oder optische Anzeige nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Zone (18) als MRK-Zone ausgebildet ist, in der sich die Arbeitsräume von Werker (5) und Industrieroboter (4) bestimmungsge-

mäß überschneiden, wobei ein Berührungskontakt von Werker (5) und Industrieroboter (4) ohne Verletzungen und schmerzfrei oder mit nur geringen Schmerzen möglich ist.

20. Arbeitsstation oder optische Anzeige nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Zone (19) als Prozesszone ausgebildet ist, die sich im Arbeitsraum des Industrieroboters (4) befindet und für einen Werker (5) bei nicht bestimmungsgemäßigem Verhalten erreichbar ist, wobei ein Berührungskontakt von Werker (5) und Industrieroboter (4) ohne Verletzungen und größeren Schmerzen möglich ist.

21. Arbeitsstation oder optische Anzeige nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Zone (19) als Risikozone ausgebildet ist, die sich im Arbeitsraum des Industrieroboters (4) befindet und für einen Werker (5) bei nicht bestimmungsgemäßigem Verhalten erreichbar ist, wobei ein Berührungskontakt von Werker (5) und Industrieroboter (4) mit Verletzungen möglich ist und eine zusätzliche Absicherung (6) erforderlich oder vorgesehen ist.

22. Arbeitsstation oder optische Anzeige nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine freie Zone (17) eine grüne Farbmarkierung (21) aufweist.

23. Arbeitsstation oder optische Anzeige nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine MRK-Zone (18) eine gelbe Farbmarkierung (22) aufweist.

24. Arbeitsstation oder optische Anzeige nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Prozesszone (19) eine orange Farbmarkierung (23) aufweist.

25. Arbeitsstation oder optische Anzeige nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Risikozone (20) eine rote Farbmarkierung (24) aufweist.

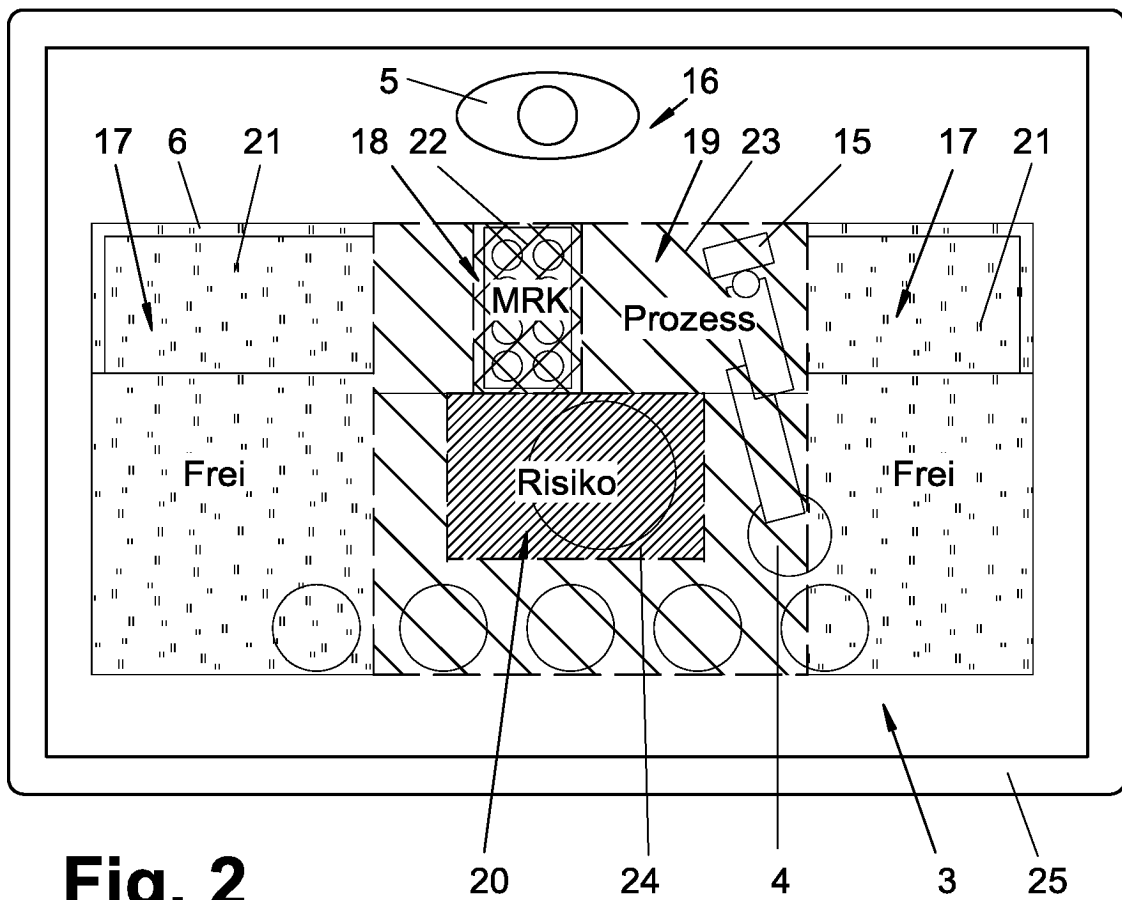
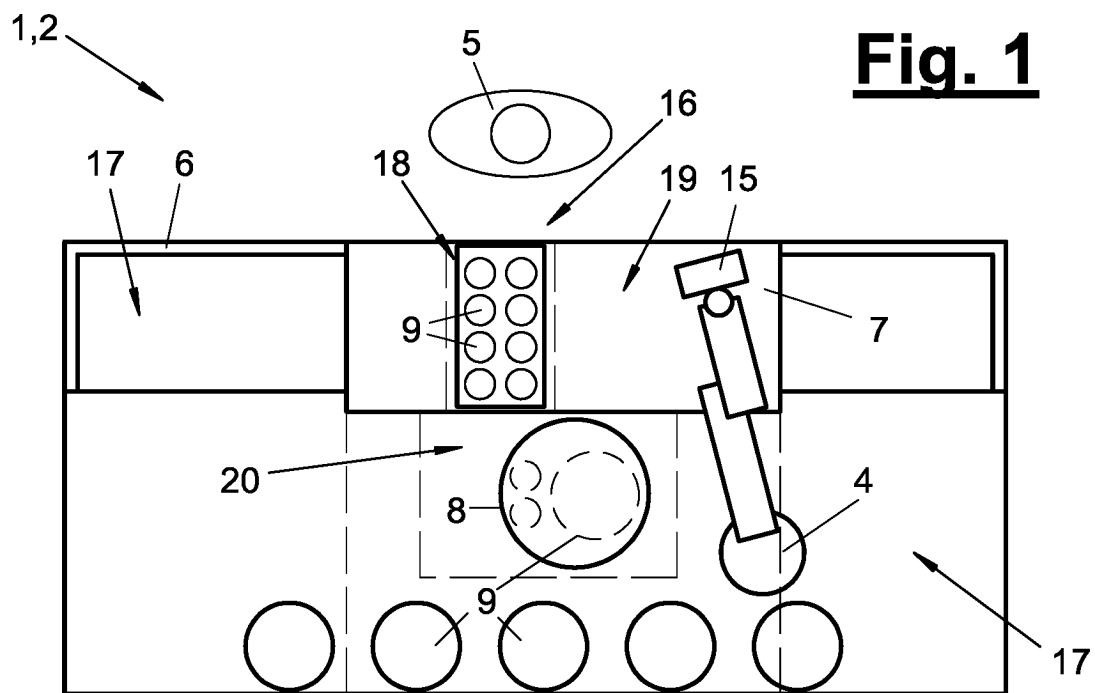
26. Arbeitsstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der MRK-taugliche Industrieroboter (4), insbesondere taktile Industrieroboter, innerhalb der Gefährdungszonen (17, 18, 19, 20) ein unterschiedliches Verhalten, insbesondere hinsichtlich Belastungs- und Reaktionsschwelle, Geschwindigkeit und Beschleunigung, aufweist.

27. Anlage mit einer oder mehreren Arbeitsstation (1) mit jeweils einem Industrieroboter (4), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Arbeitsstation(en) (1) nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 26 ausgebildet ist/sind.

28. Optische Anzeige, insbesondere Layout, in gedruckter Form oder als Bildschirmanzeige, für eine Anlage (2) mit einer oder mehreren Arbeitsstation(en) (1) mit jeweils einem Industrieroboter (4), **dadurch gekennzeichnet**, dass die optische Anzeige (3) nach mindestens einem der Ansprüche 8 bis 26 ausgebildet ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



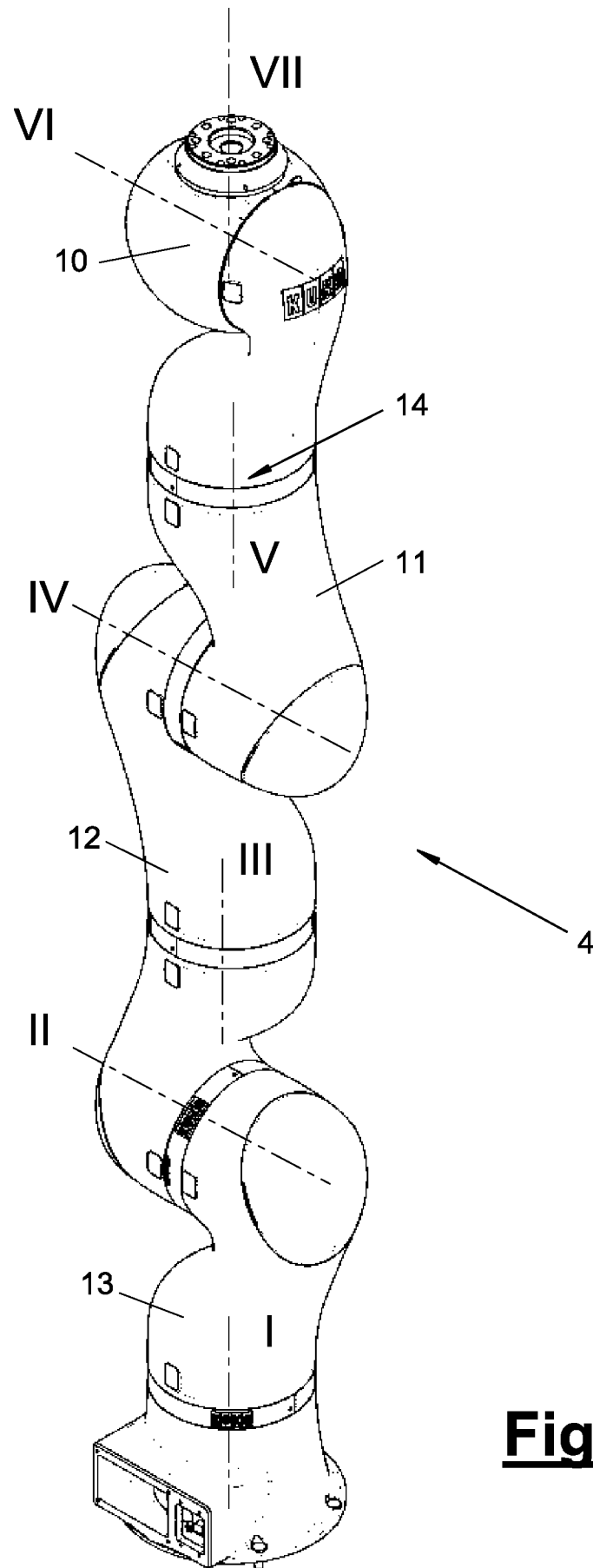


Fig. 3