

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. August 2018 (16.08.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/145990 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B25J 19/06 (2006.01) *B25J 9/16* (2006.01)
F16P 3/14 (2006.01) *B25J 13/08* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/052519

(22) Internationales Anmeldedatum:
01. Februar 2018 (01.02.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 202 004.0
08. Februar 2017 (08.02.2017) DE

(71) Anmelder: **THYSSENKRUPP SYSTEM ENGINEERING GMBH** [DE/DE]; Weipertstr. 37, 74076 Heilbronn

(DE). **THYSSENKRUPP AG** [DE/DE]; ThyssenKrupp Allee 1, 45143 Essen (DE).

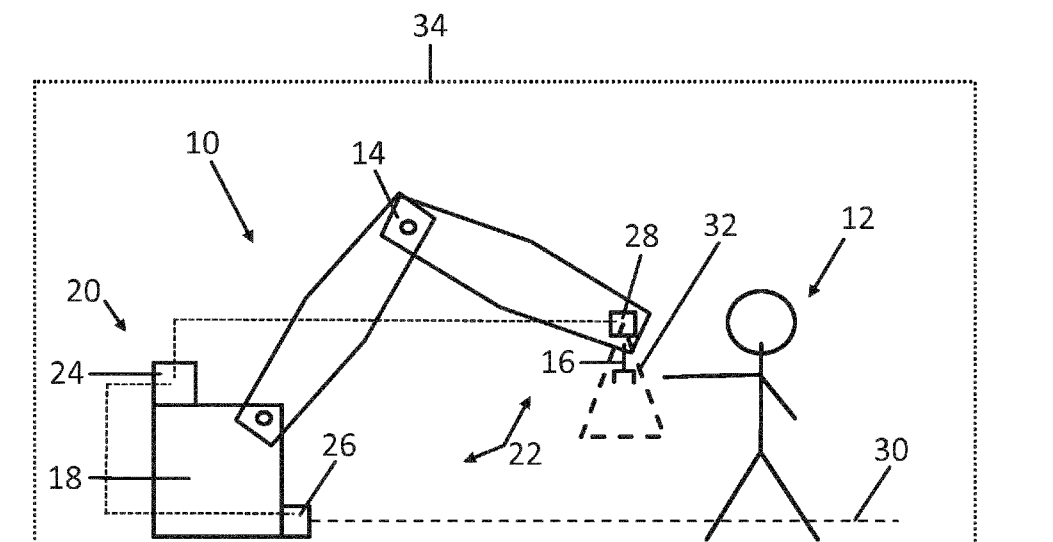
(72) Erfinder: **WELLBROCK, Eckhard**; Weserstr. 52, 28757 Bremen (DE). **REINHOLD, Martin**; Bauer-Mecke-Weg 7, 28329 Bremen (DE).

(74) Anwalt: **THYSSENKRUPP INTELLECTUAL PROPERTY GMBH**; ThyssenKrupp Allee 1, 45143 Essen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,

(54) Title: DEVICE FOR SECURING A MACHINE-CONTROLLED HANDLING APPARATUS AND METHOD

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR ABSICHERUNG EINES MASCHINELL GESTEUERTEN HANDHABUNGSGERÄTS UND VERFAHREN



Figur 1

(57) Abstract: The invention relates to a device (20) for securing a machine-controlled handling apparatus (10), in particular a robot, having a sensor system (22) for sensing objects (10, 12) located in a monitoring space (34) associated with the handling apparatus (10) and having an evaluating unit (24) for determining position data and motion data of the objects (10, 12) located in the monitoring space from sensor signals of the sensor system (22).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (20) zur Absicherung eines maschinell gesteuerten Handhabungsgeräts (10), insbesondere eines Roboters, mit einer Sensorik (22) zur Erfassung von in einem dem Handhabungsgerät (10) zugeordneten Überwachungsraum (34) sich befindenden Objekten (10, 12) und einer Auswerteeinheit (24) zur Bestimmung von Positionsdaten und



OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Vorrichtung zur Absicherung eines maschinell gesteuerten Handhabungsgeräts und Verfahren

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Absicherung eines maschinell gesteuerten Handhabungsgeräts, insbesondere eines Roboters, mit einer Sensorik zur Erfassung von in einem dem Handhabungsgerät zugeordneten Überwachungsraum sich befindenden Objekten und einer Auswerteeinheit zur Bestimmung von Positionsdaten und Bewegungsdaten der sich in dem Überwachungsraum befindenden Objekten aus Sensorsignalen der Sensorik.

Unter dem Begriff Handhabungsgerät sollen sowohl maschinell gesteuerte, festprogrammierte sog. Pick-and-Place-Geräte, beispielsweise Geräte zum Beschicken, zur Montage oder zum Verpacken, als auch universell einsetzbare Bewegungsautomaten – sogenannte Industrieroboter – mit mehreren Achsen, deren Bewegungen hinsichtlich der Bewegungsfolge und der Bewegungsbahn frei programmierbar sind, verstanden werden.

Heutzutage werden anwenderseitig Maschinenkonzepte gefordert, in denen eine Mensch-Roboter-Kollaboration mit einem konventionellen Industrieroboter umgesetzt ist. Die DIN EN ISO 10218 schreibt für die Absicherung der Bedienperson gegen Gefahren, die von dem Industrieroboter während des Betriebes ausgehen, eine Abstands- und Geschwindigkeitsüberwachung der Bedienperson vor. Für den Fall, dass lediglich eine festinstallierte Sensorik eingesetzt wird, ist vorgeschrieben, einen großen Überwachungsraum um den Industrieroboter herum zu überwachen. Werden hierzu beispielsweise sogenannte Bodenscanner oder Trittmatten eingesetzt, führen diese zu einem großen Mindestabstand zwischen Industrieroboter und Bedienperson. Ursächlich hierfür ist ein Erfassen der Füße oder der Unterschenkel der Bedienperson, so dass nach DIN EN ISO 13855 noch ein Abstand von 1,2m zu einem vorgeschriebenen Abstand für die unteren Extremitäten hinzuzuaddieren sind, um der Reichweite der ausgestreckten Arme Rechnung zu tragen. Allerdings haben Bodenscanner und Trittmatten den Vorteil, dass sie einen großen Überwachungsraum lückenlos überwachen können. Im Gegensatz dazu können Sicherheitskameras einen Überwachungsraum nicht lückenlos überwachen, da eine Bewegung des Industrieroboters innerhalb des überwachten Bereichs zu unerwünschten Nothalten führen könnte. Eine derartige Sensorik ist demnach nicht geeignet den erforderlichen Sicherheitsabstand zwischen Industrieroboter und Bedienperson unter Beibehaltung einer sicheren Arbeitsumgebung so weit zu reduzieren, dass eine unmittelbare Zusammenarbeit zwischen dem Industrieroboter und der Bedienperson darstellbar ist. Eine derartig wirkende Sensorik wird beispielsweise in der WO 2006/024431 A1 beschrieben.

2/13

Eine weitere Möglichkeit den erforderlichen Sicherheitsabstand zwischen Industrieroboter und Bedienperson unter Beibehaltung einer sicheren Arbeitsumgebung deutlich zu reduzieren, besteht in einer mittels einer Sensorik erzeugten Schutzhülle unmittelbar um einen Effektor des Industrieroboters beziehungsweise um das dort aufgenommenen Werkzeug oder Bauteil. Bezogen auf den gesamten Überwachungsraum erfolgt hier lediglich eine Überwachung im Nahbereich. Dafür muss die Sensorik am Industrieroboter mitbewegend angeordnet sein, zweckmäßigerweise unmittelbar an dem Roboterarm. So ist aus der EP 2 323 815 B1 eine Roboteranordnung mit einem im oder am Endeffektor angeordneten berührungslosen Abstandssensor bekannt, wobei es sich um einen kapazitiven Abstandssensor handelt. Bei dem Roboter handelt es sich um einen sogenannten redundanten Roboter, der Bewegung in seinem Nullraum ausführen kann, also unter Beibehaltung der Lage des Effektors seine Gelenke umkonfigurieren kann. Mit einer derartigen Sensorik ist es nicht möglich, die Bewegung des Industrieroboters innerhalb eines größeren Überwachungsraums um den Industrieroboter, das heißt in einem Fernbereich, zu überwachen. Folglich ist es mit einem Industrieroboter, der mit einer im Nahbereich wirksamen Sensorik ausgestattet ist, nicht möglich fortlaufende Montagearbeiten in Kollaboration mit einer Bedienperson durchzuführen, da hier der Industrieroboter sowohl in einem Bauteilspeicher vorgehaltene Bauteile aufnimmt als auch das aufgenommene Bauteil dem unmittelbaren Montageort zuführt, an dem dann die Bedienperson beispielsweise eine Verschraubung des Bauteils vornimmt. Es hat folglich sowohl eine Absicherung des Überwachungsraums im Fernbereich, nämlich für das Aufnehmen des Bauteils und das Zuführen zum Montageort, als auch im Nahbereich, nämlich die unmittelbaren Montagevorgang durch die Bedienperson, zu erfolgen, um Konzepte der Mensch-Roboter-Kollaboration umzusetzen.

Ausgehend hiervon besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine Vorrichtung zur Absicherung eines Handhabungsgeräts bereitzustellen, die eine geeignete Kombination an Sensorik bereitstellt, die eine Mensch-Roboter-Kollaboration mit kleinen Arbeitsabständen ermöglicht.

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung zur Absicherung eines maschinell gesteuerten Handhabungsgeräts, insbesondere eines Roboters, umfassend eine Sensorik zur Erfassung von in einem dem Handhabungsgerät zugeordneten Überwachungsraum sich befindenden Objekten, eine Auswerteeinheit zur Bestimmung von Positionsdaten und Bewegungsdaten der sich in dem Überwachungsraum befindenden Objekten aus Sensorsignalen der Sensorik, wobei die Sensorik derart ausgebildet ist, dass bezogen auf den Überwachungsraum ein erster, ursprungsstationärer Überwachungsbereich und ein zweiter, ursprungsvariabler Überwachungsbereich erfassbar ist.

3/13

In diesem Zusammenhang ist unter einem ursprungsstationären Überwachungsbereich zu verstehen, dass der Ursprung dieses Bereich bezogen auf die gesamte Vorrichtung beziehungsweise bezogen auf ein übergeordnetes Koordinatensystem unbeweglich ist. Der Ursprung ist hierbei der Punkt von dem aus die Überwachung mit geeigneten Mittel ausgeführt wird. Im Gegensatz dazu ist unter einem ursprungsvariablen Überwachungsbereich zu verstehen, dass der Ursprung dieses Bereichs bezogen auf das übergeordnete Koordinatensystem beweglich ist. So kann beispielsweise der Fall auftreten, dass sich der ursprungsstationäre Überwachungsbereich über den gesamten Überwachungsraum erstreckt, sich mit diesem also deckt, und der ursprungsvariable Überwachungsbereich einen Teilbereich des Überwachungsraum abdeckt und sich außerdem in diesem bewegt. Auch kann der Fall vorliegen, dass sich der ursprungsstationäre Überwachungsbereich über einen Teilbereich des gesamten Überwachungsraums erstreckt und der ursprungsvariable Überwachungsbereich einen anderen Teilbereich des Überwachungsraums abdeckt und sich außerdem in diesem bewegt.

Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung ist es möglich Konzepte der Mensch-Roboter-Kollaboration umzusetzen, da es vorteilhaft möglich ist über den ursprungsstationären Überwachungsbereich eine Grundabsicherung des Handhabungsgeräts zu erzielen und über den ursprungsvariablen Überwachungsbereich eine gut auflösende Erfassung eines Arbeitsbereich zu gewährleisten. So ist es insbesondere bevorzugt, dass sich der ursprungsvariable Überwachungsbereich als dreidimensionaler Bereich ausbildet. Bevorzugt ist hierbei, dass ein dreidimensionaler und ursprungsvariabler Überwachungsbereich um einen Effektor eines Handhabungsgeräts gelegt wird. Dies bietet den Vorteil, dass bei einer unmittelbaren Zusammenarbeit zwischen dem Handhabungsgerät, insbesondere dessen Effektor, und der Bedienperson, insbesondere deren Hände und Finger, eine Ansteuerung des Handhabungsgeräts jederzeit unter Berücksichtigung der Eigenbewegungen der Bedienperson erfolgen kann. Insbesondere ist hierbei vorgesehen, dass die Auswerteeinheit Positionsdaten und Bewegungsdaten sowohl des Handhabungsgerätes als auch der Bedienperson bestimmt und diese entweder als Rohdaten oder als bearbeitete Daten über eine geeignete Schnittstelle an eine Maschinensteuerung des Handhabungsgeräts übergibt. Die Maschinensteuerung prägt dann dem Handhabungsgerät entsprechende Bewegungen auf, so dass keine Verletzungsgefahr für die Bedienperson besteht. Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht demnach vor, dass es sich bei dem ersten Überwachungsbereich um einen Fernbereich ausgehend von einer Basis des Handhabungsgeräts und bei dem zweiten Überwachungsbereich um einen Nahbereich ausgehend von einem beweglichen Effektor des Handhabungsgeräts handelt. Mit der Kombination der Überwachung des Fernbereichs und des Nahbereichs und damit der sicheren Erkennung der Hände und/oder Fin-

ger der Bedienperson kann der notwendige Sicherheitsabstand zwischen dem maschinell gesteuerten Handhabungsgerät und der Bedienperson auf ein Minimum reduziert werden.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der erste Überwachungsbereich bodennah ausgerichtet ist, insbesondere eine zu einem Boden parallele Ebene ausbildet. Hierdurch ist die Grundabsicherung des Handhabungsgeräts gewährleistet, so dass sicher detektiert werden kann, dass sich eine Bedienperson in dem Überwachungsraum um das Handhabungsgerät befindet.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Auswerteeinheit dazu eingerichtet ist, in dem ersten Überwachungsbereich erfasste Positionsdaten und Bewegungsdaten von in dem zweiten Überwachungsbereich erfassten Positionsdaten und Bewegungsdaten zu unterscheiden und/oder kombiniert auszuwerten. Bevorzugt ist weiterhin vorgesehen, dass die Auswerteeinheit Positionsdaten und Bewegungsdaten eines ersten Objekts von Positionsdaten und Bewegungsdaten eines zweiten Objekts unterscheiden kann. Hierdurch ist es in vorteilhafter Weise möglich, dass eine Ansteuerung des Handhabungsgeräts in Abhängigkeit einer unterschiedlichen Erfassung der Objekte erfolgen kann. So ist zum Beispiel denkbar, dass zunächst lediglich eine Erfassung im ersten Überwachungsbereich sowohl eines ersten Objekts, beispielsweise des Handhabungsgeräts, und eines zweiten Objekts, beispielsweise der Bedienperson, erfolgt. Im Verlauf eines Fertigungsablaufs ist dann denkbar, dass eine Erfassung im zweiten Überwachungsbereich ebenfalls des ersten Objekts und eines zweiten Objekts erfolgt. Hierbei ist es dann jedenfalls entscheidend, dass die Auswerteeinheit die beiden Objekte voneinander unterscheiden kann.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Auswerteeinheit dem Überwachungsraum mehrere, unterschiedliche Sicherheitsstufen repräsentierende Sensierungsfelder zuordnet. Hierdurch ist es möglich in Abhängigkeit von den Sicherheitsstufen in der Auswerteeinheit verschiedene Ansteuerungsmodi zu hinterlegen. So ist bevorzugt, den unterschiedlichen Sicherheitsstufen unterschiedliche dem Handhabungsgerät von der Auswerteeinheit zumindest mittelbar aufzuprägende Verfahrensgeschwindigkeiten zuzuordnen, abhängig von einer Erfassung der Objekte in den Sensierungsfeldern.

Die Aufgabe wird ferner gelöst durch ein Verfahren zur Absicherung eines maschinell gesteuerten Handhabungsgeräts mit einer Vorrichtung wie beschrieben, mit den Schritten:

- Erfassen eines durch das Handhabungsgerät in einem ersten Sensierungsfeld des Überwachungsraums geführten ersten Objekts und Erfassen eines in einem zweiten Sensierungsfeld sich befindenden zweiten Objekts;

5/13

- Aufprägen einer ersten Verfahrensgeschwindigkeit zumindest mittelbar über die Auswerteeinheit auf das Handhabungsgerät;
- Erfassen des in ein drittes Sensierungsfeld eintretenden zweiten Objekts;
- Aufprägen einer gegenüber der ersten Verfahrensgeschwindigkeit reduzierten zweiten Verfahrensgeschwindigkeit zumindest mittelbar über die Auswerteeinheit auf das Handhabungsgerät;
- Erfassen des durch das Handhabungsgerät in das zweite und/oder dritte und/oder vierten Sensierungsfeld geführten ersten Objekts und Erfassen des in das dritte Sensierungsfeld eintretenden zweiten Objekts;
- Aufprägen einer gegenüber der zweiten Verfahrensgeschwindigkeit reduzierten dritten Verfahrensgeschwindigkeit zumindest mittelbar über die Auswerteeinheit auf das Handhabungsgerät;
- Erfassen einer Bewegung des zweiten Objekts in dem vierten Sensierungsfeld;
- Anhalten des Handhabungsgerätes zumindest mittelbar über die Auswerteeinheit.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens sieht ein Erfassen des in dem ersten, zweiten und dritten Sensierungsfeld befindlichen ersten und zweiten Objekts über den ersten, ursprungsstationären Überwachungsbereich vor.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens sieht ein Erfassen des in dem vierten Sensierungsfeld befindlichen ersten Objekts über den ersten, ursprungsstationären Überwachungsbereich vor.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens sieht ein Erfassen des in das vierte Sensierungsfeld eintretenden zweiten Objekts über den zweiten, ursprungsvariablen Überwachungsbereich vor.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens sieht ein Erfassen des durch das Handhabungsgerät in das erste Sensierungsfeld geführte erste Objekt und Erfassen einer Bewegung des zweiten Objekts aus dem vierten Sensierungsfeld heraus und ein Aufprägen der gegenüber der dritten Verfahrensgeschwindigkeit erhöhten zweiten Verfahrensgeschwindigkeit zumindest mittelbar über die Auswerteeinheit auf das Handhabungsgerät vor.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens sieht ein Erfassen des in das erste Sensierungsfeld eintretenden zweiten Objekts und Aufprägen der gegenüber der zweiten Verfahrensgeschwindigkeit erhöhten ersten Verfahrensgeschwindigkeit zumindest mittelbar über die Auswerteeinheit auf das Handhabungsgerät.

Die Erfindung wird nachfolgend mit weiteren Merkmalen, Einzelheiten und Vorteilen anhand der beigefügten Figuren erläutert. Die Figuren illustrieren dabei lediglich beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung. Hierin zeigen

6/13

- Figur 1 eine prinzipieller Darstellung ein Handhabungsgerät mit einer Absicherungsvorrichtung;
- Figur 2 ein Handhabungsgerät mit einer Absicherungsvorrichtung in einer ersten Arbeitssituation;
- 5 Figur 3 ein Handhabungsgerät mit einer Absicherungsvorrichtung in einer weiteren Arbeitssituation;
- Figur 4 ein Handhabungsgerät mit einer Absicherungsvorrichtung in einer weiteren Arbeitssituation und
- Figur 5 ein Ablaufschaubild eines möglichen Verfahrens zur Absicherung eines Handhabungsgeräts.
- 10

Die Figur 1 zeigt in prinzipieller Darstellung ein Handhabungsgerät in Gestalt eines Industrieroboters 10 und eine Bedienperson 12, die in eine Kollaboration mit dem Industrieroboter 10 treten kann. Der Industrieroboter 10 und die Bedienperson 12 sind somit im selben Arbeitsraum installiert beziehungsweise anwesend. Der Industrieroboter 10 weist an einem freien Ende eines Roboterarms 14 einen Effektor 16 auf, der beispielsweise als Werkzeug, Greifer, Schrauber, Kamera oder Messeinrichtung ausgeführt sein kann. Bei dem Industrieroboter kann es sich um einen Knickarmroboter oder um einen Roboter mit einer anderen Armkinematik handeln. Des Weiteren ist eine Vorrichtung 20 zur Absicherung des Handhabungsgeräts gezeigt, welche eine Sensorik 22 und eine Auswerteinheit 24 umfassen kann. Hierbei kann die Sensorik 22 zunächst einen fest

15 installierten Sensor 26 umfassen, der beispielsweise an einem Rahmenelement 18 des Industrieroboters 10 befestigt ist. Es kann auch vorgesehen sein, dass um den Umfang des Rahmenelements 18 mehrere Sensoren 26 angeordnet sind, so dass ein das Rahmenelement 18 und damit den Industrieroboter 10 umgebendes Sensorfeld 30 erzeugt werden kann, wie später noch beschrieben wird. Bei dem Sensor 26 kann es sich beispielsweise um einen Lasersensor, eine Fußschaltmatte, eine Kamera oder time-of-flight-Kamera oder einen Ultraschallsensor handeln.

20

25

Die Sensorik 22 kann weiterhin einen an dem Roboterarm 14 angeordneten Sensor 28 umfassen, der infolge der Beweglichkeit des Roboterarms 14 als beweglicher Sensor 28 bezeichnet werden kann. Der bewegliche Sensor 28 ist bevorzugt an dem freien Ende des Roboterarms 14 benachbart zu dem Effektor 16 befestigt. Zweckmäßig ist es, wenn der bewegliche Sensor 28 in

30 einer Position vertikal oberhalb des Effektors 16 angeordnet ist und ein schirmförmiges gerichtetes, den Effektor 16 einschließendes Sensorfeld 32 erzeugt. Das Sensorfeld kann beispielsweise im Wesentlichen nach unten gerichtet sein, aber auch jede andere Ausrichtung ist bedarfsgerecht möglich. Zweckmäßig ist hierbei, wenn der bewegliche Sensor 16 derart angeordnet ist, dass das erzeugte Sensorfeld 32 keine Abschattung durch den Effektor 16 oder andere bewegli-

7/13

che Teile des Roboterarms 14 erfährt. Bei dem Sensor 26 kann es sich beispielsweise um einen Lasersensor, eine Kamera oder time-of-flight-Kamera oder einen Ultraschallsensor handeln.

Der Industrieroboter 10 und die Vorrichtung 20 zu dessen Absicherung kann in eine Arbeitsstation integriert sein, die an sich nicht dargestellt ist, und in der beispielsweise ein Montageprozess durchgeführt wird. Auch kann vorgesehen sein, dass die Arbeitsstation über ein Transportsystem mit einer oder mehreren weiteren Arbeitsstationen prozessual verknüpft ist.

Weiterhin ist in die Figur 1 ein Überwachungsraum 34 um den Industrieroboter 10 eingezeichnet. Zweckmäßigerweise ist vorgesehen, dass die Absicherungsvorrichtung 20 ebenfalls innerhalb des Überwachungsraums 34 angeordnet ist. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass die Absicherungsvorrichtung 20 zumindest teilweise außerhalb des Überwachungsraums 34 angeordnet ist.

Die Figuren 2 bis 4 zeigen den Industrieroboter 10, die Absicherungsvorrichtung 20 und die Bedienperson 12 in jeweiligen Arbeitssituationen. Das Sensorfeld 30 ist als eine horizontal ausgerichtete Ebene eingezeichnet. Hierbei kann vorgesehen sein, dass sich das Sensorfeld 30 in mehrere konzentrisch zu dem Sensor 26 verlaufende Teilkreise 30_1 bis 30_n unterteilt, wobei jedem Teilkreis 30_1 bis 30_n eine unterschiedliche Sicherheitsstufe zugeordnet ist. Hierbei ist unter einer Sicherheitsstufe eine Quantifizierung des von dem Industrieroboter auf die Bedienperson ausgehenden Gefahrenpotentials zu verstehen, wenn sich die Bedienperson in einem der in Teilkreisen verlaufenden Sensorfelder 30_1 bis 30_n aufhält. In praktischer Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass unterschiedlichen Sicherheitsstufen auch unterschiedliche Verfahrensgeschwindigkeiten des Industrieroboters 10 zugeordnet sind. So ist es zweckmäßig die Verfahrensgeschwindigkeiten des Industrieroboters 10 schrittweise von einem äußeren Sensorfeldern hin zu einem inneren Sensorfeld zu reduzieren, sofern in einem Sensorfeld eine Bedienperson detektiert wird.

Die Figur 2 zeigt eine Situation, in der der Industrieroboter 10 an einem nicht näher gezeigten Pufferplatz über seinen Effektor 16 ein Bauteil aufnimmt. Währenddessen kann sich beispielsweise die Bedienperson 10 in dem äußersten Sensorfeld 30_1 aufhalten, welchem die niedrigste Sicherheitsstufe mit einer hohen Verfahrensgeschwindigkeit v_1 zugeordnet ist. In der Position der Bedienperson ist es räumlich nicht möglich, dass der Roboterarm 14 in Berührung mit der Bedienperson 12 kommt. Die Verfahrensgeschwindigkeit v_1 beträgt in dieser Situation beispielsweise 1000 mm/s.

Die Figur 3 zeigt eine Situation, in der der Industrieroboter 10 das Bauteil in den Bereich der Sensorfelder 30_2 bis 30_4 bewegt hat und gleichzeitig hat die Bedienperson 12 das nächst innere Sensorfeld 30_2 betreten. Diesem Sensorfeld 30_2 kann eine niedrigere Verfahrensgeschwindigkeit v_2 verglichen mit der Verfahrensgeschwindigkeit v_1 zugeordnet sein. Erkennt folglich die Auswerteinheit

8/13

24 über die Sensorik 22, dass sich eine Bedienperson 12 von dem Sensorfeld 30₁ in das Sensorfeld 30₂ bewegt hat, prägt die Auswerteeinheit 24 dem Industrieroboter 10 oder einer nicht näher dargestellten Steuerungseinheit des Industrieroboters 10 die reduzierte Verfahrensgeschwindigkeit v_2 auf. Die Verfahrensgeschwindigkeit v_2 beträgt in dieser Situation beispielsweise 500 mm/s.

- 5 Die Figur 4 zeigt eine Situation, verglichen mit der Figur 3, in der die Bedienperson 12 zunächst das nächst innere Sensorfeld 30₃ betreten hat. Diesem Sensorfeld 30₃ kann eine niedrigere Verfahrensgeschwindigkeit v_3 verglichen mit der Verfahrensgeschwindigkeit v_2 zugeordnet sein. Erkennt die Auswerteeinheit 24 ein Betreten des Sensorfeldes 30₃, prägt die Auswerteeinheit 24 dem Industrieroboter 10 oder einer nicht näher dargestellten Steuerungseinheit des Industrieroboters 10 die reduzierte Verfahrensgeschwindigkeit v_3 auf. Des Weiteren ist in der Figur 4 eine Situation gezeigt, in der die Bedienperson 12 einen Arm in Richtung des Effektors 16 beziehungsweise des hieran gehaltenen Bauteils ausgestreckt hat und hierdurch in das durch den Sensor 28 erzeugte Sensorfeld 32 eingetreten ist. Erkennt die Auswerteeinheit 24 über die Sensorik 22, dass sich die Bedienperson zumindest mit Teilen ihres Körpers - Arme, Hände, Finger oder auch andere Körperteile - in dem Sensorfeld 32 befindet, sendet die Auswerteeinheit 24 ein Haltekommando an den Industrieroboter 10 oder einer nicht näher dargestellten Steuerungseinheit des Industrieroboters 10, so dass dieser anhält und in einer Position verharnt, in der die Bedienperson 12 beispielsweise die Montage des Bauteils vornehmen kann.

- Die Figur 5 zeigt ein Ablaufschaubild eines möglichen Verfahrens zur Absicherung eines maschinell gesteuerten Handhabungsgeräts 10.

- Zusammenfassend ist die Absicherungsvorrichtung 20 über die Auswerteeinheit 24 mit einer Steuerungsmöglichkeit ausgestattet, mit der die Verfahrensgeschwindigkeit des Industrieroboters 10 reduziert werden kann, sobald sich der Abstand zu einer Bedienperson 12 reduziert hat und mit der die Verfahrensgeschwindigkeit des Industrieroboters 10 auf Null gesetzt werden kann, sobald ein festgelegter Mindestabstand zwischen Industrieroboter 10 und Bedienperson 12 erreicht beziehungsweise unterschritten wird. Hierbei ist in vorteilhafter Weise vorgesehen, dass das Sensorfeld 30 des fest installierten Sensors 26 und das Sensorfeld 32 des sich mitbewegenden Sensors 28 situationsbedingt dynamisch geschaltet sind.

Bezugszeichenliste

10	Industrieroboters
12	Bedienperson
14	Roboterarm
16	Effektor
18	Rahmenelement
20	Vorrichtung
22	Sensorik
24	Auswerteinheit
26	Sensor
28	Sensor
30	Sensorfeld
32	Sensorfeld
34	Überwachungsraum

Patentansprüche

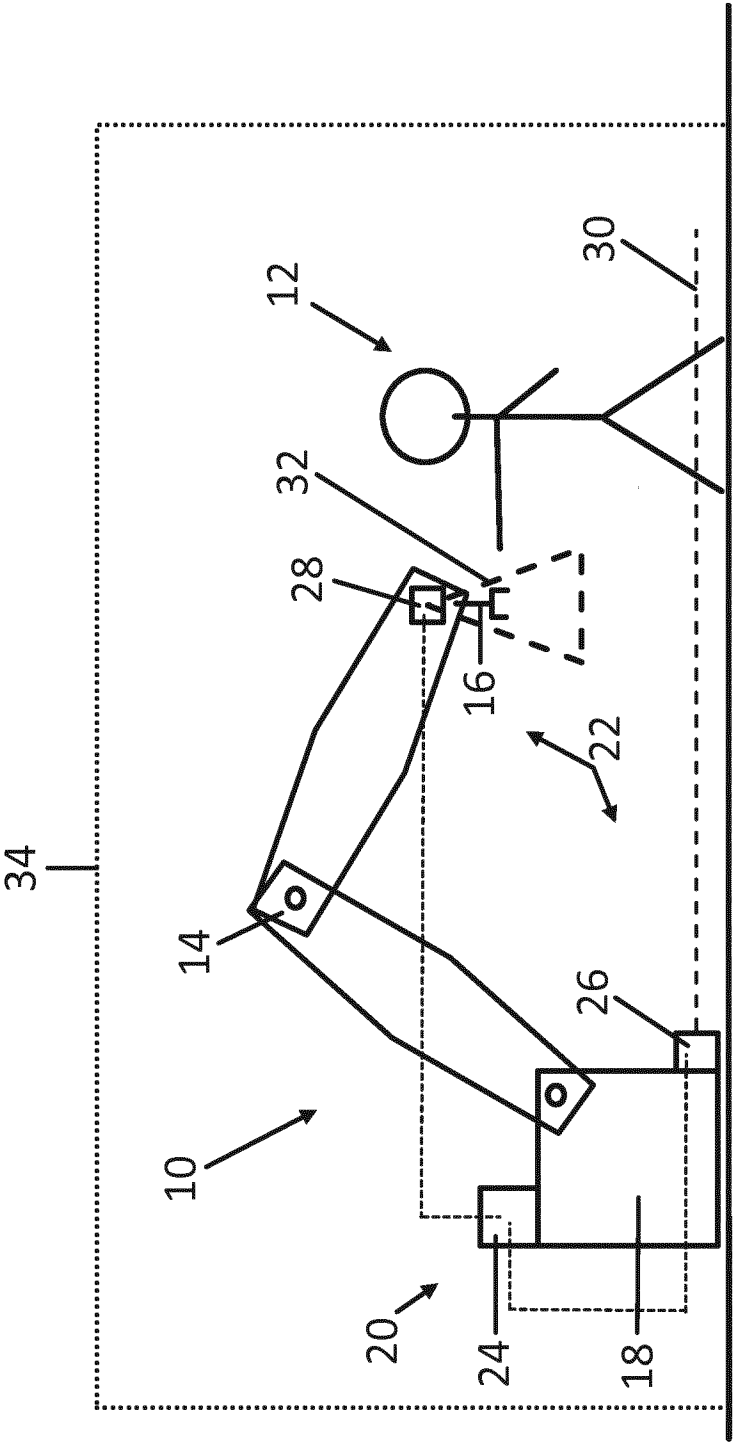
1. Vorrichtung (20) zur Absicherung eines maschinell gesteuerten Handhabungsgeräts (10), insbesondere eines Roboters, umfassend
eine Sensorik (22) zur Erfassung von in einem dem Handhabungsgerät (10) zugeordneten Überwachungsraum (34) sich befindenden Objekten (10, 12),
eine Auswerteeinheit (24) zur Bestimmung von Positionsdaten und Bewegungsdaten der sich in dem Überwachungsraum (34) befindenden Objekten (10, 12) aus Sensorsignalen der Sensorik (22),
wobei die Sensorik (22) derart ausgebildet ist, dass bezogen auf den Überwachungsraum ein erster, ursprungsstationärer Überwachungsbereich (30) und ein zweiter, ursprungsvariabler Überwachungsbereich (32) erfassbar ist.
2. Vorrichtung (20) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem ersten Überwachungsbereich (30) um einen Fernbereich ausgehend von einer Basis des Handhabungsgeräts (10) und bei dem zweiten Überwachungsbereich (32) um einen Nahbereich ausgehend von einem beweglichen Effektor (16) des Handhabungsgeräts (10) handelt.
3. Vorrichtung (20) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Überwachungsbereich (30) bodennah ausgerichtet ist, insbesondere eine zu einem Boden parallele Ebene ausbildet.
4. Vorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (24) dazu eingerichtet ist, in dem ersten Überwachungsbereich (30) erfasste Positionsdaten und Bewegungsdaten von in dem zweiten Überwachungsbereich (32) erfassten Positionsdaten und Bewegungsdaten zu unterscheiden und/oder kombiniert auszuwerten.
5. Vorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (24) dem Überwachungsraum (34) mehrere, unterschiedliche Sicherheitsstufen repräsentierende Sensierungsfelder ($30_1 \dots 30_2, 30_5$) zuordnet.
6. Vorrichtung (20) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass den unterschiedlichen Sicherheitsstufen unterschiedliche dem Handhabungsgerät (10) von der Auswerteeinheit (24) zumindest mittelbar aufzuprägende Verfahrensgeschwindigkeiten (v_n) zugeordnet sind, abhängig von einer Erfassung der Objekte (10, 12) in den Sensierungsfeldern ($30_1 \dots 30_2, 30_5$).

11/13

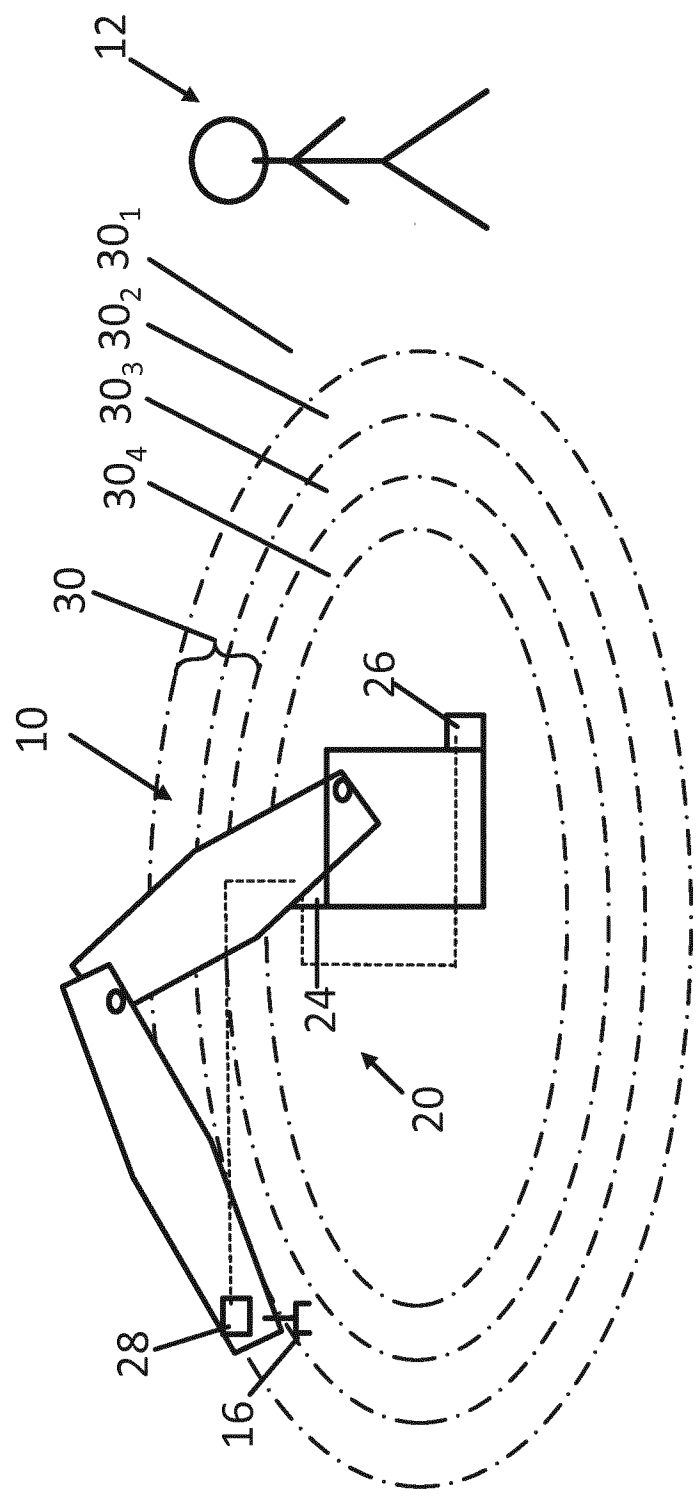
7. Verfahren zur Absicherung eines maschinell gesteuerten Handhabungsgeräts (10) mit einer Vorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, mit den Schritten:
- Erfassen eines durch das Handhabungsgerät (10) in einem ersten Sensierungsfeld (30_1) des Überwachungsraums (34) geführten ersten Objekts (10) und Erfassen eines in einem zweiten Sensierungsfeld (30_2) des Überwachungsraums (34) sich befindenden zweiten Objekts (12);
 - Aufprägen einer ersten Verfahrensgeschwindigkeit (v_1) zumindest mittelbar über die Auswerteeinheit (24) auf das Handhabungsgerät (10);
 - Erfassen des in ein drittes Sensierungsfeld (30_3) des Überwachungsraums (34) eintretenden zweiten Objekts (12);
 - Aufprägen einer gegenüber der ersten Verfahrensgeschwindigkeit (v_1) reduzierten zweiten Verfahrensgeschwindigkeit (v_2) zumindest mittelbar über die Auswerteeinheit (24) auf das Handhabungsgerät (10);
 - Erfassen des durch das Handhabungsgerät (10) in das zweite und/oder dritte und/oder vierten Sensierungsfeld (30_2 , 30_3 , 30_4) des Überwachungsraums (34) geführten ersten Objekts (10) und Erfassen des in das dritte Sensierungsfeld (30_3) eintretenden zweiten Objekts (12);
 - Aufprägen einer gegenüber der zweiten Verfahrensgeschwindigkeit (v_2) reduzierten dritten Verfahrensgeschwindigkeit (v_3) zumindest mittelbar über die Auswerteeinheit (24) auf das Handhabungsgerät (10);
 - Erfassen einer Bewegung des zweiten Objekts (12) in einem fünften Sensierungsfeld (32) des Überwachungsraums (24);
 - Anhalten des Handhabungsgerätes (10) zumindest mittelbar über die Auswerteeinheit (24).
8. Verfahren nach Anspruch 7, gekennzeichnet durch Erfassen des in dem ersten, zweiten, dritten und vierten Sensierungsfeld ($30_1 \dots 30_4$) befindlichen ersten und zweiten Objekts (10, 12) über den ersten, ursprungsstationären Überwachungsbereich.
9. Verfahren nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch Erfassen des in dem vierten Sensierungsfeld (30_4) befindlichen ersten Objekts (10) über den ersten, ursprungsstationären Überwachungsbereich.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, gekennzeichnet durch Erfassen des in das fünfte Sensierungsfeld (32) eintretenden zweiten Objekts (12) über den zweiten, ursprungsvariablen Überwachungsbereich.

12/13

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, gekennzeichnet durch die weiteren Schritte:
 - Erfassen des durch das Handhabungsgerät (10) in das erste Sensierungsfeld (30_1) geführte erste Objekt (10) und Erfassen einer Bewegung des zweiten Objekts (12) aus dem vierten Sensierungsfeld (30_4) heraus;
 - Aufprägen der gegenüber der dritten Verfahrensgeschwindigkeit (v_3) erhöhten zweiten Verfahrensgeschwindigkeit (v_2) zumindest mittelbar über die Auswerteeinheit (24) auf das Handhabungsgerät (10).
12. Verfahren nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch Erfassen des in das erste Sensierungsfeld (30_1) eintretenden zweiten Objekts (12) und Aufprägen der gegenüber der zweiten Verfahrensgeschwindigkeit (v_2) erhöhten ersten Verfahrensgeschwindigkeit (v_1) zumindest mittelbar über die Auswerteeinheit (24) auf das Handhabungsgerät (10).



Figur 1



Figur 2

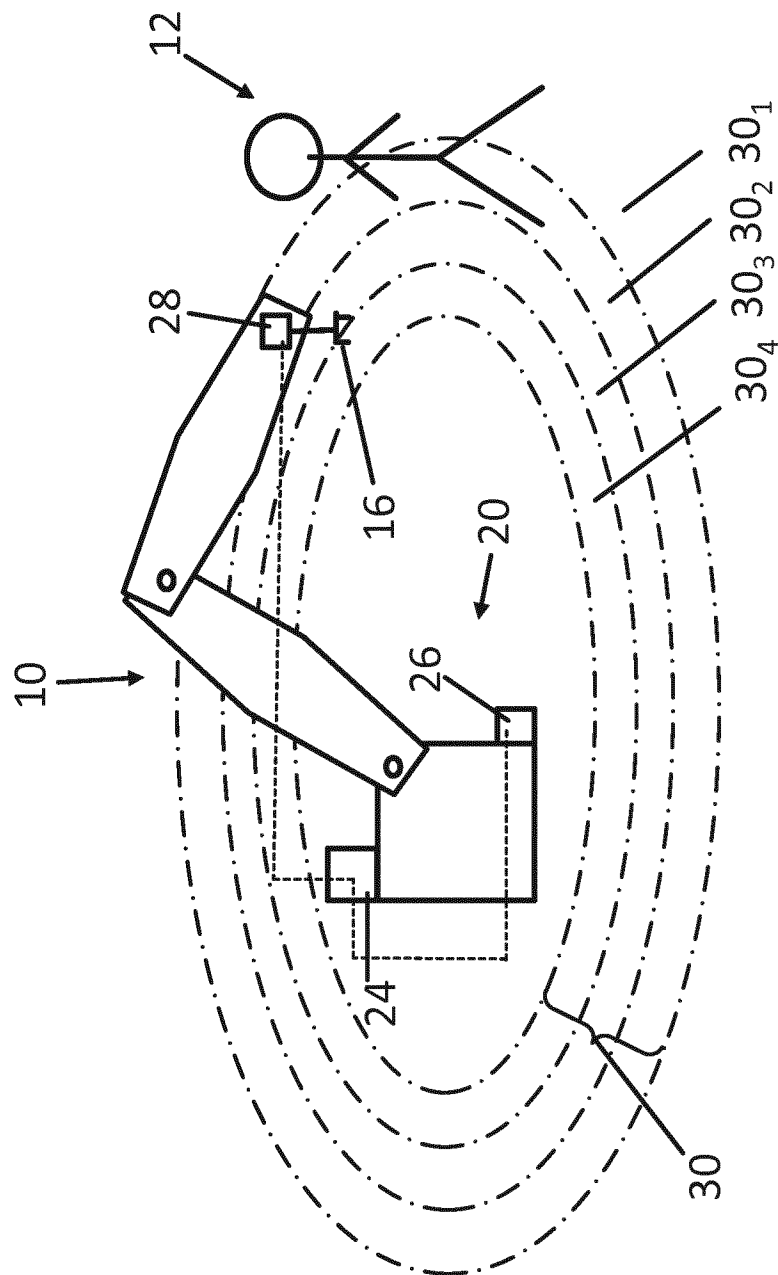
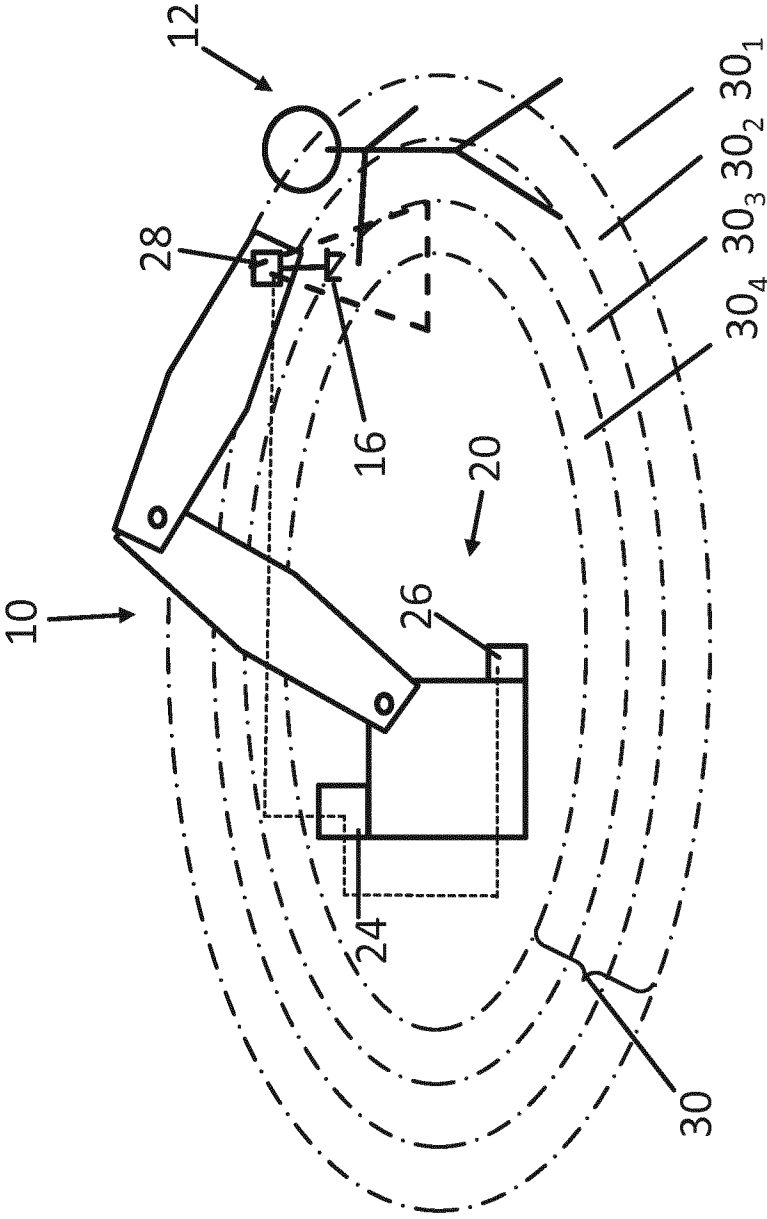


Figure 3



Figur 4

Tätigkeit Industrieroboter 10	Tätigkeit Bedienerperson 12	Geschwindigkeit v_n Industrieroboter 10	Aktive Sensorik 22
holt Bauteil in Pufferbereich	betritt Sensorfeld 30 ₁	1000 mm/s	Sensor 26
bewegt Bauteil vor das Sensorfeld 30	betritt Sensorfelder 30 ₂ bis 30 ₄	500 mm/s	Sensor 26
bewegt Bauteil in das Sensorfeld 30	streckt Arm/Hand aus	250 mm/s	Sensor 26 und Sensor 28
in sicherem Betriebshalt	montiert Bauteil	0 mm/s	Sensor 26
bewegt Bauteil aus Sensorfeld 30 heraus	nimmt Arm/Hand zurück	500 mm/s	Sensor 26 und Sensor 28
bewegt sich in Pufferbereich	verlässt Sensorfeld 30	1000 mm/s	Sensor 26

Figur 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/052519

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B25J19/06 F16P3/14 B25J9/16 B25J13/08
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B25J F16P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2010 063214 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 21 June 2012 (2012-06-21) abstract; figures 1,2 paragraphs [0021], [0022] paragraphs [0024], [0025] paragraph [0026] - paragraph [0028] -----	1-6
X	DE 10 2012 102236 A1 (PILZ GMBH & CO KG [DE]) 19 September 2013 (2013-09-19) figure 2 paragraph [0051] paragraph [0053] - paragraph [0055] ----- -/-	1,5-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 April 2018

Date of mailing of the international search report

20/04/2018

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lumineau, Stéphane

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/052519

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 20 2013 104860 U1 (DAIMLER AG [DE]; KUKA SYSTEMS GMBH [DE]) 2 February 2015 (2015-02-02) abstract; figure 1 paragraphs [0035], [0036] paragraph [0039] -----	1
X	WO 2010/060475 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]; KOCK SOENKE [SE]) 3 June 2010 (2010-06-03) abstract; figures 1,2 page 8, line 10 - line 32 page 9, line 5 - line 8 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2018/052519

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102010063214 A1	21-06-2012	CN 103260834 A	21-08-2013
		DE 102010063214 A1	21-06-2012
		EP 2651611 A1	23-10-2013
		JP 5805208 B2	04-11-2015
		JP 2013545625 A	26-12-2013
		US 2013338829 A1	19-12-2013
		WO 2012080130 A1	21-06-2012

DE 102012102236 A1	19-09-2013	CN 104169630 A	26-11-2014
		DE 102012102236 A1	19-09-2013
		EP 2825812 A1	21-01-2015
		HK 1202916 A1	09-10-2015
		JP 2015515613 A	28-05-2015
		US 2015049911 A1	19-02-2015
		WO 2013135608 A1	19-09-2013

DE 202013104860 U1	02-02-2015	DE 202013104860 U1	02-02-2015
		EP 3062971 A1	07-09-2016
		WO 2015074841 A1	28-05-2015

WO 2010060475 A1	03-06-2010	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B25J19/06 F16P3/14 B25J9/16 B25J13/08 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B25J F16P		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2010 063214 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 21. Juni 2012 (2012-06-21) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 Absätze [0021], [0022] Absätze [0024], [0025] Absatz [0026] - Absatz [0028]	1-6
X	DE 10 2012 102236 A1 (PILZ GMBH & CO KG [DE]) 19. September 2013 (2013-09-19) Abbildung 2 Absatz [0051] Absatz [0053] - Absatz [0055]	1,5-12
	----- -/-	
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
5. April 2018		20/04/2018
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Lumineau, Stéphane

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 20 2013 104860 U1 (DAIMLER AG [DE]; KUKA SYSTEMS GMBH [DE]) 2. Februar 2015 (2015-02-02) Zusammenfassung; Abbildung 1 Absätze [0035], [0036] Absatz [0039] -----	1
X	WO 2010/060475 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]; KOCK SOENKE [SE]) 3. Juni 2010 (2010-06-03) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 Seite 8, Zeile 10 - Zeile 32 Seite 9, Zeile 5 - Zeile 8 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/052519

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010063214 A1	21-06-2012	CN 103260834 A	21-08-2013
		DE 102010063214 A1	21-06-2012
		EP 2651611 A1	23-10-2013
		JP 5805208 B2	04-11-2015
		JP 2013545625 A	26-12-2013
		US 2013338829 A1	19-12-2013
		WO 2012080130 A1	21-06-2012

DE 102012102236 A1	19-09-2013	CN 104169630 A	26-11-2014
		DE 102012102236 A1	19-09-2013
		EP 2825812 A1	21-01-2015
		HK 1202916 A1	09-10-2015
		JP 2015515613 A	28-05-2015
		US 2015049911 A1	19-02-2015
		WO 2013135608 A1	19-09-2013

DE 202013104860 U1	02-02-2015	DE 202013104860 U1	02-02-2015
		EP 3062971 A1	07-09-2016
		WO 2015074841 A1	28-05-2015

WO 2010060475 A1	03-06-2010	KEINE	
