



(10) **DE 10 2010 063 208 A1** 2012.06.21

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 063 208.2**

(22) Anmeldetag: **16.12.2010**

(43) Offenlegungstag: **21.06.2012**

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

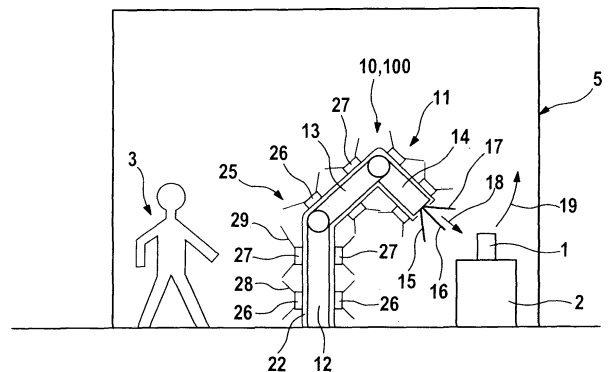
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469, Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
**Schlaich, Peter, 71229, Leonberg, DE; Roethling,
Frank, 33649, Bielefeld, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Betreiben einer Sicherungseinrichtung für eine Handhabungsvorrichtung, Sicherungseinrichtung für eine Handhabungsvorrichtung und Handhabungsvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Sicherungseinrichtung (50) für eine Handhabungsvorrichtung (10), insbesondere einen Industrieroboter (100), mit einer beweglichen Greifeinrichtung (11), sowie mit zumindest einer die Greifeinrichtung (11) zumindest weitgehend umgebenden Sensoreinrichtung (25) zum Erkennen zumindest möglicher Kollisionen mit im Bewegungsweg (18,19) der Greifeinrichtung (11) befindlichen Objekten (3), wobei beim Erkennen einer Kollisionsgefahr ein Signal an eine Steuereinrichtung (30) erzeugt wird, die einen geänderten Bewegungsablauf der Greifeinrichtung (11) auf ihrer Bewegungsbahn (18,19) zur Folge hat. Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass der geänderte Bewegungsablauf eine gesteuerte Reduzierung der Bewegungsgeschwindigkeit der Greifeinrichtung (11) ist.



Beschreibung

Offenbarung der Erfindung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Sicherungseinrichtung für eine Handhabungsvorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ferner betrifft die Erfindung eine Sicherungseinrichtung für eine Handhabungsvorrichtung sowie eine Handhabungsvorrichtung.

[0002] Ein derartiges Verfahren zum Betreiben einer Sicherungseinrichtung für eine Handhabungsvorrichtung ist bereits aus der DE 10 2007 062 245 A1 bekannt. Hierbei weist die Sicherungseinrichtung eine die Handhabungsvorrichtung umgebende Hülle in Form eines befüllbaren Mediumspeichers auf, der in Wirkverbindung mit einem Drucksensor angeordnet ist. Beim Erkennen einer Kollision spricht der Drucksensor an, worauf der Greifarm abgestoppt bzw. in eine entgegengesetzte Richtung bewegt wird. Da die Sicherungseinrichtung erst dann anspricht, wenn bereits eine Berührung bzw. Kollision mit einem Objekt, beispielsweise einem Gegenstand oder einer Person, stattgefunden hat, muss die erforderliche Bewegungsänderung bzw. das Abstoppen in extrem kurzer Zeit erfolgen, damit Beschädigungen bzw. Verletzungen vermieden werden. Daher ist es üblich, beim Erkennen einer derartigen Kollision einen „Notstopp“ der Handhabungsvorrichtung bzw. des Greifarms durchzuführen. Ein derartiger „Notstopp“ hat jedoch den Nachteil, dass die Bewegungsgeschwindigkeit nicht gesteuert auf den Wert Null heruntergefahren wird. Dadurch muss beispielsweise nach der Beseitigung der Kollisionsgefahr der Greifarm wieder in eine bestimmte Stellung gebracht werden, von der aus ein vorbestimmter Bewegungsablauf möglich ist bzw. es muß das Steuerungsprogramm mit der Greifarmbewegung neu synchronisiert werden.

[0003] Weiterhin ist es aus der EP 1 323 503 A2 bekannt, ein mehrstufiges Sensorsystem vorzusehen, um einen gefahrungsfreien Betrieb der Handhabungsvorrichtung mit menschlicher Interaktion zu ermöglichen. Dabei basiert das Verfahren auf taktilen Funktionsprinzipien, obwohl als ein mögliches Sensorprinzip ein kapazitives Sensorprinzip beschrieben wird. Dabei hat das kapazitive Sensorprinzip jedoch nur eine ergänzende Funktion, kann also nur mit weiteren Sicherheitsmechanismen, wie einem Schaumstoffmantel oder einer taktiler Sensorik eingesetzt werden. Ein gezieltes, kollisionsfreies Abbremsen ist somit nicht vorgesehen. Daher dient bei der zuletzt genannten Sicherheitseinrichtung ein die Handhabungsvorrichtung umgebender Schaumstoffmantel insbesondere auch der Dämpfung bzw. Absorption der bei der Kollision entstehenden Aufprallenergie.

[0004] Ausgehend von dem dargestellten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben einer Sicherungseinrichtung für eine Handhabungsvorrichtung, insbesondere einen Industrieroboter, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 derart weiterzubilden, dass insbesondere eine vereinfachte Wiederinbetriebnahme bzw. ein Weiterbetrieb der Handhabungsvorrichtung möglich ist, wenn die Kollisionsgefahr nicht mehr besteht. Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren zum Betreiben einer Sicherungseinrichtung für eine Handhabungsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Der Erfindung liegt dabei die Idee zugrunde, beim Erkennen einer Kollisionsgefahr einen geänderten Bewegungsablauf des Greifarms vorzusehen, wobei der geänderte Bewegungsablauf eine gesteuerte Reduzierung der Bewegungsgeschwindigkeit des Greifarms ist. Mit anderen Worten gesagt bedeutet dies, dass, im Gegensatz zum Stand der Technik, kein „Notaus“-Betrieb stattfindet, sondern eine gesteuerte Herabsetzung der Bewegungsgeschwindigkeit, wobei diese den Vorteil hat, dass dabei die jeweils aktuelle Position des Greifarms sicher erkannt wird, so dass entweder ein Weiterbetrieb der Handhabungsvorrichtung mit gegebenenfalls reduzierter Bewegungsgeschwindigkeit des Greifarms, oder aber ein Abstoppen des Greifarms bis zum Stillstand erfolgt, wobei die Stillstandposition des Greifarms sicher erkannt wird, so dass bei der Wiederinbetriebnahme ein direktes Anfahren aus dieser Position möglich ist.

[0005] Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben einer Sicherungseinrichtung für eine Handhabungsvorrichtung, insbesondere einen Industrieroboter, sind in den Unteransprüchen angegeben. In den Rahmen der Erfindung fallen sämtliche Kombinationen aus zumindest zwei von in den Ansprüchen, der Beschreibung und/oder den Figuren offenbarten Merkmalen.

[0006] In einer ersten Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Reduktion der Bewegungsgeschwindigkeit bis auf den Stillstand der Greifeinrichtung erfolgt. Dadurch wird insbesondere für den Fall, dass es sich bei dem Objekt um eine menschliche Person handelt, ein für die Person leicht erfassbares Bewegungsmuster des Greifarms erzielt.

[0007] Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform, bei der die Reduktion der Bewegungsgeschwindigkeit in Abhängigkeit der jeweils erfassten Entfernung des Objekts vom Bewegungsweg der Greifeinrichtung erfolgt. Mit anderen Worten gesagt bedeutet dies, dass zum einen der Betrieb der Handhabungsvorrichtung selbst bei Annäherung eines Objektes (mit reduzierter Geschwindigkeit) weitergeht, wodurch die Produktivität der Handhabungsvorrichtung

tung nur relativ gering beeinflusst wird, und dass es zum anderen dadurch ermöglicht wird, stets eine aktuelle Bewegungsgeschwindigkeit der Greifeinrichtung vorzusehen, aus der mit Blick auf den aktuellen Abstand zwischen der Greifeinrichtung und dem Objekt ein sicheres Anhalten der Greifeinrichtung ohne die Gefahr einer Kollision mit dem Objekt ermöglicht wird.

[0008] Besonders bevorzugt ist es weiterhin, dass nach einer Reduktion der Bewegungsgeschwindigkeit die Bewegungsgeschwindigkeit der Greifeinrichtung der erfassten Entfernung vom Objekt flexibel angepasst, d. h. gegebenenfalls wieder bis auf eine ursprüngliche Soll-Bewegungsgeschwindigkeit erhöht wird. Dadurch wird die Leistung der Handhabungsvorrichtung optimiert, d. h., dass diese für den Fall, dass eine Kollisionsgefahr mit dem Objekt nicht mehr besteht, wieder ihre ursprüngliche Bewegungsgeschwindigkeit einnimmt und somit auch wieder die ursprüngliche Leistung leistet.

[0009] Um eine besonderes sichere Erkennung möglicher Kollisionen zu gewährleisten, wird nach einem weiteren bevorzugten Verfahren vorgeschlagen, dass die Signale von mehreren Sensorelementen verarbeitet werden, wobei zumindest zwei der Sensorelemente den selben Erfassungsbereich aufweisen. Das bedeutet, dass die verschiedenen Signale miteinander verglichen werden können, so dass selbst beim Ausfall eines Sensorelements die Steuereinrichtung beispielsweise weiterhin eine mögliche Kollisionsgefahr erkennen und entsprechend reagieren kann.

[0010] Weiterhin kann es vorgesehen sein, dass die Signale von mehreren Sensorelementen verarbeitet werden, wobei zumindest zwei der Sensorelemente mit unterschiedlichen Messprinzipien arbeiten. Dadurch wird insbesondere auch bei wechselnden Umweltbedingungen ein stets sicherer Betrieb der Sicherungseinrichtung ermöglicht.

[0011] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Änderung der Bewegungsgeschwindigkeit der Greifeinrichtung in Abhängigkeit von der Annäherungsgeschwindigkeit zwischen der Greifeinrichtung und dem Objekt gesteuert wird. Das bedeutet, dass bei einer relativ hohen Annäherungsgeschwindigkeit auch ein relativ schnelles bzw. abruptes Abbremsen der Greifeinrichtung erfolgt, um eine mögliche Kollision zu vermeiden. Demgegenüber wird bei einer relativ geringen Annäherungsgeschwindigkeit eine entsprechend geringere Reduzierung der Bewegungsgeschwindigkeit der Greifeinrichtung veranlasst.

[0012] Die Erfindung umfasst auch eine Sicherungseinrichtung für eine Handhabungsvorrichtung, insbesondere einen Industrieroboter, mit wenigstens ei-

ner Sensoreinrichtung zum Erkennen möglicher Kollisionen und einer Steuereinrichtung zum Betreiben der Sicherheitseinrichtung. Dabei ist es vorgesehen, dass die Greifeinrichtung Greiffinger aufweist, die bei einer Kollision mit dem Objekt in Kollisionsrichtung nachgebend ausgebildet sind. Dadurch wird es ermöglicht, dass ein interaktiver Betrieb zwischen einer Person und einem Industrieroboter möglich ist, bei der der Bediener beispielsweise ein Objekt kurz vor dem Greifen durch den Greifarm verschiebt oder wegnimmt, wobei aufgrund der geringen Entfernung zwischen der Hand des Bedieners und den Greiffingern die Gefahr besteht, dass die Greiffinger die Hand des Bedieners erfassen bzw. verletzen. Aufgrund der sehr hohen Annäherungsgeschwindigkeit zwischen der Hand des Bedieners und den Greiffingern versagen dabei oftmals bekannte Sensorprinzipien bzw. Sicherungsmaßnahmen. Um trotzdem Verletzungen des Bedieners zu vermeiden bzw. zumindest abzumildern, sind die Greiffinger daher in Kollisionsrichtung nachgebend ausgebildet.

[0013] In einer weiteren, besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Greifeinrichtung von einer stoßabsorbierenden Umhüllung umgeben ist, deren Dicke einen Bremsweg des Greifarms bis zum Stillstand angepasst ist.

[0014] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung.

[0015] Diese zeigt in:

[0016] [Fig. 1](#) eine vereinfachte Darstellung eines in einem Arbeitsbereich angeordneten Industrieroboters mit einer erfindungsgemäßen Sicherheitseinrichtung und

[0017] [Fig. 2](#) ein Blockschaubild zur Verdeutlichung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben der Sicherheitseinrichtung.

[0018] Gleiche Bauteile bzw. Bauteile mit gleicher Funktion sind in den Figuren mit den gleichen Bezugsnummern versehen.

[0019] In der [Fig. 1](#) ist stark vereinfacht eine Handhabungsvorrichtung **10** in Form eines Industrieroboters **100** dargestellt. Die Handhabungsvorrichtung **10** bzw. der Industrieroboter **100** weist eine mehrachsige Greifeinrichtung **11** auf. Die Greifeinrichtung **11** umfasst eine Säule **12**, an die sich zwei beweglich angeordnete Träger **13**, **14** anschließen. Am Ende des einen Trägers **14** sind beispielhaft drei Greiffinger **15** bis **17** angeordnet, mit denen ein in der [Fig. 1](#) symbolisch dargestellter Gegenstand bzw. ein Bauteil **1**, das auf einem Tisch **2** angeordnet ist, gegriffen werden kann.

[0020] Die Säule **12** bzw. die Träger **13**, **14** sind in nicht näher bezeichneten bzw. dargestellten Dreh- bzw. Schwenkachsen gelagert, so dass die Greifvorrichtung **11** bzw. die Greiffinger **15** bis **17** jeden innerhalb eines Arbeitsraums **5** befindlichen Raumpunkt anfahren kann. Der Arbeitsraum **5** bildet somit die Systemgrenze der Greifeinrichtung **11** aus. Dadurch wird es insbesondere ermöglicht, beispielsweise das Bauteil **1** von dem Tisch **2** aufzunehmen und an einen anderen Ort innerhalb des Arbeitsraums **5** zu transportieren, wo beispielsweise eine Montage des Bauteils **1** mit anderen, nicht dargestellten Bauteilen erfolgt.

[0021] In der [Fig. 1](#) ist der Fall dargestellt, dass die Greiffinger **15** bis **17** sich dem Bauteil **1** nähern, was durch einen ersten Bahnabschnitt **18** dargestellt ist. Nach dem Greifen des Bauteils **1** wird der angesprochene Punkt innerhalb des Arbeitsraumes **5** angefahren, was durch einen zweiten Bahnabschnitt **19** dargestellt sein soll. Die beiden Bahnabschnitte **18**, **19** bilden dabei einen in der Handhabungsvorrichtung **10** abgespeicherten Bewegungsablauf bzw. eine Bewegungsbahn der Greifeinrichtung **11** ab, wobei auf der Bewegungsbahn die Greifeinrichtung **11** bzw. die Greiffinger **15** bis **17** mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten bewegt werden können.

[0022] Die Handhabungsvorrichtung **10** ist zumindest im Bereich der Säule **12** und der Träger **13**, **14** von einer stoßabsorbierenden Umhüllung **22** umgeben, deren Dicke derart angepasst bzw. bemessen ist, dass bei einer möglichen Kollision mit einem Objekt **3**, beispielsweise einer Bedienungsperson, auf der Bewegungsbahn ein Abstoppen der Greifeinrichtung **11** ermöglicht wird, ohne dass es zu Beschädigungen des Objektes **3** kommt.

[0023] Ferner umfasst die Handhabungsvorrichtung **10** eine Sensoreinrichtung **25**, die beispielhaft eine Vielzahl von einzelnen Sensorelementen **26**, **27** mit Erfassungsbereichen **28**, **29** aufweist. Die Sensoreinrichtung **25** ist dabei beispielhaft an der Außenseite der Umhüllung **22** angeordnet, derart, dass die Sensorelemente **26**, **27** bei einer Bewegung der Greifeinrichtung **11** alle auf der Bewegungsbahn befindlichen Raumpunkte erfassen können.

[0024] Als Sensorelemente **26**, **27** kommen insbesondere kapazitive Sensorelemente **26**, **27** zur Anwendung, die bei einer relativen Annäherung zwischen den Sensorelementen **26**, **27** und dem Objekt **3** ein entsprechendes Signal an eine Steuereinrichtung **30** der Handhabungsvorrichtung **10** abgeben. Grundsätzlich sind jedoch unterschiedliche Messprinzipien für die Sensorelemente **26**, **27** denkbar. So können beispielsweise auch auf Ultraschall- oder Radarbasis operierende Sensorelemente **26**, **27** Verwendung finden. Wesentlich ist lediglich, dass mittels der Sensorelemente **26**, **27** ein Objekt **3** in-

nerhalb der Erfassungsbereiche **28**, **29** erfasst bzw. entdeckt wird, bevor das Objekt **3** in Kollision bzw. in Kontakt mit der Handhabungsvorrichtung **10** gerät.

[0025] Die soweit beschriebenen Sensorelemente **26**, **27** bilden zusammen mit der Steuereinrichtung **30** eine Sicherungseinrichtung **50** für die Handhabungsvorrichtung **10** aus. Deren Wirkungsweise wird nunmehr anhand der [Fig. 2](#) näher erläutert: Man erkennt, dass die Sensorelemente **26**, **27** signalleitend mit der Steuereinrichtung **30** verbunden sind. In der Steuereinrichtung **30** ist ein Antikollisionsprogramm bzw. ein entsprechender Algorithmus abgespeichert, der die von den Sensorelementen **26**, **27** vorzugsweise laufend empfangenen Signale über das Vorhandensein eines Objekts **3** innerhalb des Erfassungsbereichs **28**, **29** verarbeitet. So wird in einem ersten Programmschritt **52** abgefragt, ob von den Sensorelementen **26**, **27** ein Signal über ein im Erfassungsbereich **28**, **29** befindliches Objekt **3** gemeldet wird. Ist dies nicht der Fall, wird entsprechend des zweiten Programmschritts **53** ein bestimmter Bewegungsablauf bzw. eine bestimmte Bewegungsbahn **20** der Greifeinrichtung **11** durchgeführt, d. h., dass die Handhabungsvorrichtung **10** in ihrem Normalbetrieb arbeitet, in der die Teile **1** in gewünschter Art und Weise gehandhabt werden.

[0026] Meldet hingegen eines der Sensorelemente **26**, **27** in dem ersten Programmschritt **52** ein Objekt **3** innerhalb des Erfassungsbereichs **28**, **29**, so wird ggf. in einem weiteren Programmschritt **54** das entsprechende Sensorelement **26**, **27** lokalisiert. Da die Sensorelemente **26**, **27** vorzugsweise in gleich langen Zeiträumen entsprechende Signale erzeugen, kann darüber hinaus beispielsweise aus den jeweiligen Signalstärken auf eine entsprechende Annäherungsgeschwindigkeit zwischen dem Objekt **3** und dem Sensorelement **26**, **27** bzw. der Handhabungsvorrichtung **10** geschlossen werden. Ferner ist es auch möglich, aus den erfassten bzw. übermittelten Signalen der Sensorelemente **26**, **27** zu ermitteln, ob eine potentielle Kollision des Objekts **3** mit der Greifeinrichtung **11** im Bereich der Bewegungsbahn **20** stattfindet oder nicht.

[0027] Besteht die Gefahr einer potenziellen Kollision, so wird in einem nächsten Programmschritt **55** eine gesteuerte Reduktion der Bewegungsgeschwindigkeit der Greifeinrichtung **11** derart vorgenommen, dass, in Abhängigkeit von dem aktuellen Abstand zwischen dem Objekt **3** und der Bewegungsbahn **20** bzw. der Annäherungsgeschwindigkeit zwischen dem Objekt **3** zur Bewegungsbahn **20** im potenziellen Auftreffpunkt eine Reduktion der Geschwindigkeit ggf. bis auf den Wert Null stattfindet. Wesentlich dabei ist, dass es sich dabei um eine gesteuerte, das heißt kontrollierte Reduktion der Bewegungsgeschwindigkeit der Greifeinrichtung **11** handelt, d. h., dass die Steuereinrichtung **30** in jedem Zeitpunkt den

genauen Ort der Greifeinrichtung **11** bzw. der Greiffinger **15** bis **17** erfassen kann.

[0028] Besonders bevorzugt ist es vorgesehen, dass die Änderung bzw. Reduzierung der Bewegungsgeschwindigkeit der Greifeinrichtung **11** in Abhängigkeit von dem jeweiligen Abstand zwischen dem Objekt **3** und der Handhabungsvorrichtung **10** bzw. der entsprechenden Annäherungsgeschwindigkeit stattfindet. Das bedeutet, dass für den Fall, dass sich der Abstand zwischen dem Objekt **3** und der Handhabungsvorrichtung **10** auf seiner Bewegungsbahn wieder vergrößert, die Bewegungsgeschwindigkeit der Greifeinrichtung **11** wieder erhöht wird, gegebenenfalls bis zu einer Soll-Geschwindigkeit, die dem Normalbetrieb der Greifeinrichtung **11** entspricht. Es findet somit eine Geschwindigkeits- bzw. Leistungsoptimierung der Handhabungsvorrichtung **10** statt, sobald sich ein Objekt **3** in möglicher Kollisionsgefahr mit der Handhabungsvorrichtung **10** befindet.

[0029] Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass beim Erfassen eines Objekts durch eines der Sensorelemente **26**, **27** eine gesteuerte Reduktion der Bewegungsgeschwindigkeit der Greifeinrichtung **11** bis zum Stillstand erfolgt. Sobald kein Objekt mehr erfasst wird, wird die Bewegungsgeschwindigkeit wieder auf ihren ursprünglichen Wert erhöht.

[0030] Ergänzend wird erwähnt, dass die soweit beschriebene Sicherungseinrichtung **50** bzw. die Handhabungsvorrichtung **10** in vielfältiger Art und Weise modifiziert werden kann, ohne vom Erfindungsgedanken abzuweichen. So ist es insbesondere sinnvoll, bei den Sensorelementen **26**, **27** Sensorelemente zu verwenden, die mit unterschiedlichen Messprinzipien (z. B. kapazitiv arbeitende Sensorelemente **27** und auf Ultraschallbasis arbeitende Sensorelemente **27**) arbeiten. Weiterhin ist es zur Erhöhung der Betriebssicherheit denkbar bzw. vorteilhaft, wenn mindestens jeweils zwei Sensorelemente **26**, **27** einen identischen Erfassungsbereich **28**, **29** aufweisen, derart, dass mittels des entsprechenden Erfassungsbereichs **28**, **29** der gleiche Bereich im Arbeitsraum **5** überwacht wird. Darüber hinaus ist es auch möglich, dass die Greiffinger **15** bis **17** am Träger **14** kraftschlüssig angeordnet bzw. befestigt sind, derart, dass für den Fall, dass zum Beispiel ein Bediener das Bauteil **1** greift, die Greiffinger **15** bis **17** zwar gegebenenfalls in Kontakt mit der Hand des Bedieners geraten, diese jedoch in Kollisionsrichtung nachgebend ausgebildet sind, so dass zumindest schwerwiegende Verletzungen des Bedieners ausgeschlossen werden können.

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 102007062245 A1 [[0002](#)]
- EP 1323503 A2 [[0003](#)]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Sicherungseinrichtung (50) für eine Handhabungsvorrichtung (10), insbesondere einen Industrieroboter (100), mit einer beweglichen Greifeinrichtung (11), sowie mit zumindest einer die Greifeinrichtung (11) zumindest weitgehend umgebenden Sensoreinrichtung (25) zum Erkennen zumindest möglicher Kollisionen mit im Bewegungsweg (18, 19) der Greifeinrichtung (11) befindlichen Objekten (3), wobei beim Erkennen einer Kollisionsgefahr ein Signal an eine Steuereinrichtung (30) erzeugt wird, die einen geänderten Bewegungsablauf der Greifeinrichtung (11) auf ihrer Bewegungsbahn (18, 19) zur Folge hat, **dadurch gekennzeichnet**, dass der geänderte Bewegungsablauf eine gesteuerte Reduzierung der Bewegungsgeschwindigkeit der Greifeinrichtung (11) ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die gesteuerte Reduktion der Bewegungsgeschwindigkeit bis auf den Stillstand der Greifeinrichtung (11) erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Reduktion der Bewegungsgeschwindigkeit in Abhängigkeit der jeweils erfassten Entfernung des Objekts (3) von der Bewegungsbahn (18, 19) der Greifeinrichtung (11) erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass nach einer Reduktion der Bewegungsgeschwindigkeit die Bewegungsgeschwindigkeit der erfassten Entfernung vom Objekt (3) flexibel angepasst wird, d. h. ggf. wieder bis auf eine ursprüngliche Soll-Bewegungsgeschwindigkeit erhöht wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass Signale von mehreren Sensorelementen (26, 27) verarbeitet werden, wobei zumindest zwei der Sensorelemente (26, 27) denselben Erfassungsbereich (28, 29) aufweisen.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass Signale von mehreren Sensorelementen (26, 27) verarbeitet werden, wobei zumindest zwei der Sensorelemente (26, 27) mit unterschiedlichen Messprinzipien arbeiten.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Änderung, der Bewegungsgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Annäherungsgeschwindigkeit zwischen der Greifeinrichtung (11) und dem Objekt (3) gesteuert wird.

8. Sicherungseinrichtung (50) für eine Handhabungsvorrichtung (10), insbesondere einen Industrieroboter (100), mit wenigstens einer Sensoreinrichtung (25) zum Erkennen möglicher Kollisionen mit im Bewegungsweg (18, 19) einer Greifeinrichtung (11)

befindlichen Objekten (3), und mit einer Steuereinrichtung (30) zum Betreiben der Sicherungseinrichtung (50) nach einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Greifeinrichtung (11) Greiffinger (15 bis 17) aufweist, die bei einer Kollision mit dem Objekt (3) in Kollisionsrichtung nachgebend ausgebildet sind.

9. Sicherungseinrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Greifeinrichtung (11) von einer stoßabsorbierenden Umhüllung (22) umgeben ist, deren Dicke einem Bremsweg der Greifeinrichtung (11) bis zu deren Stillstand angepasst ist.

10. Handhabungsvorrichtung (10), insbesondere Industrieroboter (100), mit einer Sicherungseinrichtung (50) nach Anspruch 8 oder 9.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

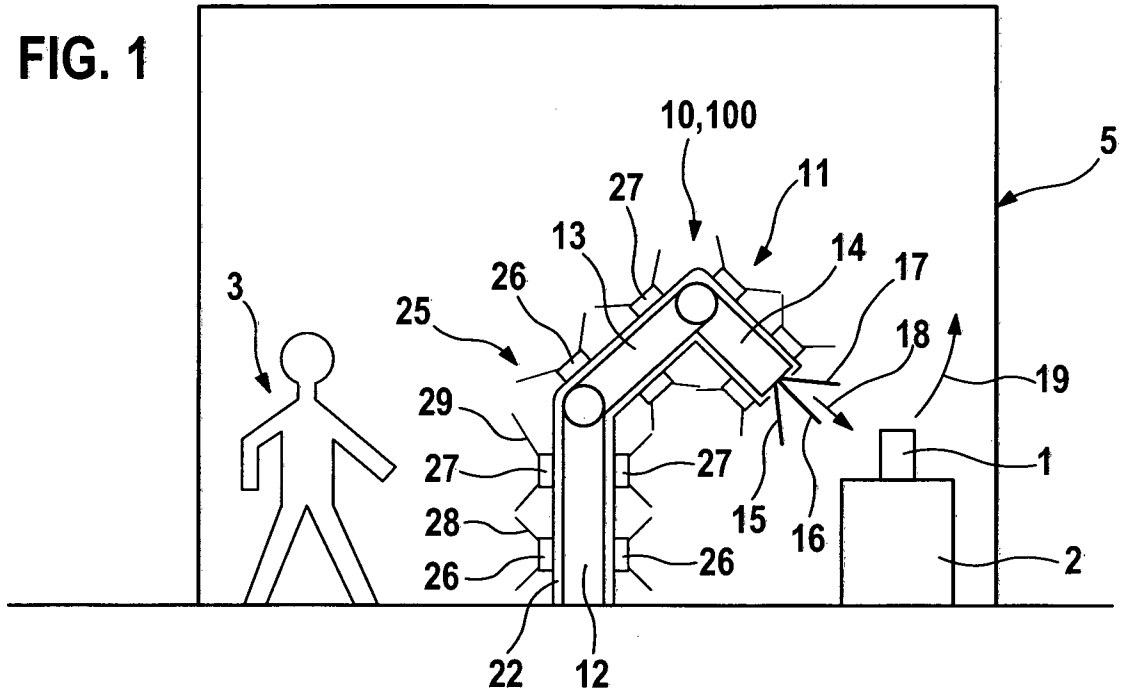


FIG. 2

