(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 733 586 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.11.2020 Patentblatt 2020/45

(21) Anmeldenummer: **19171945.9**

(22) Anmeldetag: **30.04.2019**

(51) Int Cl.:
B66C 13/06 *(2006.01)* ***B66C 13/18*** *(2006.01)*
B66C 13/46 *(2006.01)* ***B66C 15/04*** *(2006.01)*
B66C 19/00 *(2006.01)*

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

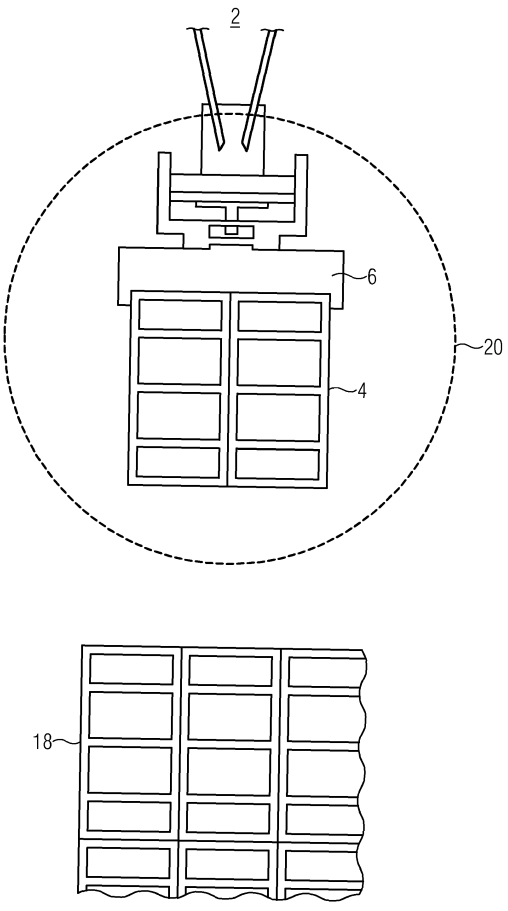
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
- **Ladra, Uwe**
  91056 Erlangen (DE)
- **Recktenwald, Alois**
  91074 Herzogenaurach (DE)

(54) **VERFAHREN ZUR KOLLISIONSFREIEN BEWEGUNG EINER LAST MIT EINEM KRAN**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur kollisionsfreien Bewegung einer Last (4) mit einem Kran (2) in einem Raum mit mindestens einem Hindernis (18). Um auf möglichst einfache Weise einen Sicherheitslevel zu erfüllen, wird vorgeschlagen, dass eine Position des Hindernisses (18) bereitgestellt wird, wobei zumindest eine sichere Zustandsgröße der Last (4) bereitgestellt wird, wobei aus der sicheren Zustandsgröße eine die Last (4) umgebende Sicherheitszone (20) ermittelt wird, wobei die Sicherheitszone (20) in Relation zur Position des Hindernisses (18) dynamisch überwacht wird.

FIG 2



EP 3 733 586 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur kollisionsfreien Bewegung einer Last mit einem Kran in einem Raum mit mindestens einem Hindernis.

[0002] Die Erfindung betrifft ferner einen Controller zur Durchführung eines derartigen Verfahrens.

[0003] Überdies betrifft die Erfindung ein autarkes, sicheres Beobachter-Modul zur Kollisionserkennung, welches einen derartigen Controller aufweist.

[0004] Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein System mit einem Kran zur Bewegung einer Last, welcher ein derartiges Beobachter-Modul umfasst.

[0005] Im Kranumfeld, beispielsweise im Hafenbereich, kann es bei einer Be- und Entladung von Lasten, beispielsweise von Containern, immer wieder zu Kollisionen einer, insbesondere seilgeführten, Last mit einem Hindernis, auch Objekt genannt, kommen. Bei einem manuell betriebenen Kran liegt die volle Verantwortung für den Kran und die von ihm geführte Last beim Kranfahrer. Er muss sicherstellen, dass es zu keiner Kollision mit einem anderen Objekt kommt.

[0006] Bei einem automatisiert betriebenen Kran wird bei einer Automatikfahrt die, insbesondere seilgeführte, Last sensorgestützt durch einen 2D oder 3D Raum mit zumindest einem Hindernis geführt, wobei durch Hardware- und Softwarelösungen sichergestellt sein muss, dass es zu keiner Kollision kommt. Beispielsweise kommen Systeme wie eine Pendeldämpfung, auch "Sway-Control" genannt, Bahnberechnung im 2D oder 3D Raum und Systeme zur Erfassung von Hindernissen und Störgrößen zur Anwendung.

[0007] Eine derartige Lösung mit mehreren Systemen vollständig sicherheitstechnisch zu zertifizieren stellt einen erheblichen Aufwand dar, da jedes der Teilsysteme einzeln sicherheitstechnisch zertifiziert werden muss. Eine sichere Funktion des Gesamtsystems ist nur gewährleistet, wenn alle Teilsysteme die sicherheitsrelevanten Anforderungen erfüllen.

[0008] Beispielsweise beschreibt die Offenlegungsschrift WO 2005/049285 A1 ein System zur Schwingsteuerung. Das System umfasst eine erste Vorrichtung, die dazu angeschlossen ist, eine Beschleunigung eines ersten Objekts zu messen, das von einem zweiten Objekt herabhängt, wobei die erste Vorrichtung ein erstes Signal erzeugt, das die Beschleunigung des ersten Objekts darstellt; eine zweite Vorrichtung, die dazu angeschlossen ist, eine Beschleunigung eines zweiten Objekts zu messen, wobei die zweite Vorrichtung ein zweites Signal erzeugt, das die Beschleunigung des zweiten Objekts darstellt; einen Prozessor in Verbindung mit den ersten und zweiten Vorrichtungen, der dazu eingerichtet ist, ein Schwingen des ersten Objekts gegenüber des zweiten Objekts auf der Grundlage wenigstens teilweise der ersten und zweiten Signale zu ermitteln, wobei das Schwingen eine relative Verstellung des ersten Objekts gegenüber dem zweiten Objekt darstellt.

[0009] Bei einer Routenplanung in Echtzeit, einer sogenannten "Realtime Routenplanung", im 2D/3D Raum würde man Vereinfachungen in den Algorithmen benötigen, die für eine Sicherheitszertifizierung einen erheblichen Aufwand hinsichtlich einer Beweisführung einer sicheren Funktion darstellen. Bei Systemen wie "Sway-Control" wird versucht, eine Sicherheitszertifizierung durch Redundanz zu erreichen.

[0010] Die Offenlegungsschrift WO 2018/007203 A1 beschreibt ein Verfahren zur Vermeidung einer Kollision einer Last eines Krans mit einem Hindernis. Um eine Lösung zur Kollisionsvermeidung anzugeben, die einen Sicherheitslevel erfüllt, wird eine Lösung vorgeschlagen, bei der die Last entlang einer Trajektorie bewegt wird, wobei mittels zumindest zweier Sensoren zur Entfernungsmessung ein Höhenprofil zumindest entlang der Trajektorie erfasst wird, wobei Signale der Sensoren über zumindest zwei Kommunikationskanäle an einen Controller mit zumindest zwei Betriebssystemen gesendet werden, von denen zumindest eines ein Sicherheitsprogramm in einem sicheren Bereich aufweist, wobei ein Hindernis entlang der Trajektorie anhand des Höhenprofils erkannt wird. Der Controller weist weiter eine sichere Kommunikationsschnittstelle zur Übertragung von Signalen vom Controller an eine Kransteuerung auf.

[0011] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur kollisionsfreien Bewegung einer Last mit einem Kran anzugeben, das auf möglichst einfache Weise einen Sicherheitslevel erfüllt.

[0012] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zur kollisionsfreien Bewegung einer Last mit einem Verfahren zur kollisionsfreien Bewegung einer Last mit einem Kran in einem Raum mit mindestens einem Hindernis gelöst, wobei eine Position des Hindernisses bereitgestellt wird, wobei zumindest eine sichere Zustandsgröße der Last bereitgestellt wird, wobei aus der sicheren Zustandsgröße eine die Last umgebende Sicherheitszone ermittelt wird, wobei die Sicherheitszone in Relation zur Position des Hindernisses dynamisch überwacht wird.

[0013] Ferner wird die Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch einen Controller zur Durchführung eines derartigen Verfahrens, welcher ein Sicherheitsprogramm in einem sicheren Bereich umfasst.

[0014] Überdies wird die Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch ein autarkes, sicheres Beobachter-Modul zur Kollisionserkennung, welches einen derartigen Controller aufweist.

[0015] Darüber hinaus wird die Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch ein System mit einem Kran zur Bewegung einer Last, welcher ein derartiges Beobachter-Modul umfasst.

[0016] Die in Bezug auf das Verfahren nachstehend angeführten Vorteile und bevorzugten Ausgestaltungen lassen sich sinngemäß auf den Controller, das Beobachter-Modul und das System übertragen.

[0017] Der Erfindung liegt die Überlegung zugrunde, ein autarkes, sicheres Beobachter-Modul zur Kollisionserkennung bereitzustellen, um eine sensorgestützte

Lastbewegung durch eine automatisiert betriebene Krananlage, die an sich eine hohe Zuverlässigkeit aufweist, jedoch nicht sicherheitstechnisch zertifiziert ist, zu ergänzen. Durch eine derartige Kollisionserkennung ist ein Sicherheitslevel nach SIL und/oder PL, z.B. zumindest SIL3 und/oder PLe, erreichbar, ohne die eigentliche Krananlage sicherheitstechnisch zertifizieren zu müssen.

[0018] Es wird eine Position eines Hindernisses bereitgestellt. Beispielsweise wird eine Lastposition über geeignete Sensorik, insbesondere Laser-Entfernungs-Sensorik, bereitgestellt. Darüber hinaus wird zumindest eine sichere Zustandsgröße der Last, welche durch den Kran bewegt wird, bereitgestellt. Eine Zustandsgröße ist beispielsweise eine Position mindestens einer Bewegungsachse, eine Geschwindigkeit oder eine Beschleunigung. Eine sichere Zustandsgröße der Last wird beispielsweise durch sichere, insbesondere zumindest nach SIL- und/oder PL-zertifizierte, Gebersysteme und/oder durch redundante Gebersysteme bereitgestellt. Auf Basis der zumindest einen sicheren Zustandsgröße der Last wird ein Sicherheitsraum berechnet, der in Relation zur ermittelten Positionsinformationen des Hindernissen überwacht wird. Beispielsweise ist der Sicherheitsraum kugelförmig oder ellipsoid ausgebildet und umgibt die Last zumindest teilweise. Bei einer Verletzung dieses Sicherheitsraumes wird beispielsweise eine Gegenmaßnahme eingeleitet, um eine Kollision zu verhindern.

[0019] Ein solches Verfahren kann mit einem sehr einfachen mathematischen Modell beschrieben und mit geringem Rechenaufwand realisiert werden. Eine oben beschriebene Sicherheitszertifizierung wird enorm vereinfacht. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die für die sensorgestützte Lastbewegung im automatisierten Kranbetrieb verwendeten Systeme, wie "Sway Control" und Bahnberechnung, als ein nicht sicheres System für die Bewegungsführung weiterhin verwendbar sind. Der autarke, sichere Beobachter zur sicheren Kollisionserkennung, der insbesondere als zumindest ein Modul ausgeführt ist, ergänzt ein System mit hoher Zuverlässigkeit, welches jedoch als nicht sicher eingestuft ist, zu einem sicheren Gesamtsystem. Das autarke, sichere Beobachter-Modul, welches nach oben beschriebenem Verfahren arbeitet, gewährleistet einen sicheren automatisierten Kranbetrieb unabhängig von den für den automatisierten Kranbetrieb verwendeten Systemen.

[0020] In einer bevorzugten Ausgestaltung wird eine sichere Position des Hindernisses, insbesondere mittels Sensoren zur Entfernungsmessung, erfasst. Sensoren zur Entfernungsmessung sind beispielsweise Laser- oder Radarsensoren. Eine sichere Positionserfassung wird beispielsweise mit Hilfe von sicheren, insbesondere nach SIL und/oder nach PL zertifizierten, Sensoren zur Entfernungsmessung erreicht. Eine sichere Positionserfassung des Hindernisses erhöht die Zuverlässigkeit des Verfahrens.

[0021] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird die zumindest eine sichere Zustandsgröße der Last aus einer sicheren Zustandsgröße zumindest eines Fahrwerks, eines Hubwerks und/oder einer Laufkatze des Krans ermittelt. Entsprechende sichere Gebersysteme, die beispielsweise nach SIL und/oder nach PL zertifiziert sind, sind kommerziell erhältlich.

[0022] Besonders vorteilhaft wird ein Stoppsignal an eine Kransteuerung gesendet, wenn das Hindernis in der die Last umgebenden Sicherheitszone erfasst wird. Durch einen durch ein Stoppsignal ausgelösten Kranstopp wird eine Kollision einfach und zuverlässig verhindert.

[0023] In einer bevorzugten Ausgestaltung wird eine Größe der Sicherheitszone an die sichere Zustandsgröße der Last angepasst. Die Größe der Sicherheitszone wird insbesondere durch ein Volumen definiert. Beispielsweise wird das Volumen der Sicherheitszone vergrößert, wenn sich die Geschwindigkeit oder die Beschleunigung der Last erhöht, um eine höhere Verzögerungszeit im Falle einer Gegenmaßnahme zu kompensieren. Auf diese Weise wird eine Kollision noch zuverlässiger verhindert.

[0024] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird die Sicherheitszone mit einem Controller ermittelt, der ein Sicherheitsprogramm in einem sicheren Bereich umfasst. Das Sicherheitsprogramm im sicheren Bereich ist beispielsweise durch Redundanz, Mehrkanaligkeit und/oder interne Prüf- und Test-Algorithmen realisierbar, wodurch eine Sicherheitszertifizierung, z.B. nach SIL und/oder PL, realisierbar ist.

[0025] Besonders vorteilhaft wird vom Sicherheitsprogramm ein sicheres Stoppsignal an eine Kransteuerung gesendet wird, wenn das Hindernis in der die Last umgebenden Sicherheitszone erfasst wird. Hierdurch wird ein die Last umgebender Sicherheitsbereich definiert, innerhalb dessen bei Auftreten eines Hindernisses der Kran umgehend und sicher gestoppt wird.

[0026] In einer bevorzugten Ausgestaltung umfasst die sichere Zustandsgröße der Last eine Position und eine Geschwindigkeit und/oder eine Beschleunigung. Beispielsweise wird eine Geschwindigkeit und/oder eine Beschleunigung durch Differentiation aus einer Änderung der Position ermittelt. Durch Kenntnis der Position und der Geschwindigkeit und/oder der Beschleunigung der Last wird die Zuverlässigkeit der Überwachung der Last optimiert.

[0027] Besonders vorteilhaft wird die Sicherheitszone in Echtzeit ermittelt. Eine Ermittlung in Echtzeit wird durch einfache mathematische Modelle erreicht, was eine zuverlässige Reaktion auf Änderungen der Position des Hindernisses ermöglicht. In einer bevorzugten Ausgestaltung wird die Sicherheitszone periodisch in von der sicheren Zustandsgröße der Last abhängigen zeitlichen Abständen ermittelt. Beispielsweise werden die zeitlichen Abstände bei einer höheren Geschwindigkeit der Last geringer, um auf einen verlängerten Bremsweg zu reagieren. Derartige zustandsgrößenabhängige Intervalle ermöglichen eine zuverlässige Reaktion auf Änderungen im System.

[0028] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird die Sicherheitszone mit einem Pendelmodell ermittelt. Das Pendelmodell modelliert beispielsweise ein Ausschwingen der Last bei einer abrupten Verzögerung, sodass in einem solchen Fall beispielsweise die Sicherheitszone vergrößert wird, um eine Kollision zu verhindern.

[0029] Besonders vorteilhaft ist das Verfahren unabhängig von der Bewegung einer Last durchführbar. Somit wird das Verfahren vom Kranbetrieb, beispielsweise durch auftretende Fehler während des Betriebes, nicht beeinflusst, was zu einer Verbesserung der Zuverlässigkeit führt.

[0030] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird mit Hilfe von Sensoren zur Entfernungsmessung ein Höhenprofil zur Ermittlung der Position des Hindernisses erstellt. Handelt es sich bei dem Kran z.B. um einen Containerkran, der als Lasten Container in einem Container-Terminal entlädt, so ergeben die Stapelhöhen der Container als Höhenprofil gewissermaßen ein Containergebirge. Durch ein derartiges Höhenprofil wird die Berechnung der Trajektorie zur automatisierten Bewegung der Last mittels des Krans erleichtert.

[0031] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher beschrieben und erläutert.

FIG 1 eine perspektivische schematische Darstellung eines Krans,

FIG 2 eine vergrößerte schematische Darstellung eines Krans im Bereich einer Last,

FIG 3 eine schematische Darstellung einer kollisionsfreien Bewegung einer Last von einem Startpunkt zu einem Zielpunkt und

FIG 4 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur kollisionsfreien Bewegung einer Last.

[0032] Bei den im Folgenden erläuterten Ausführungsbeispielen handelt es sich um bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung. Bei den Ausführungsbeispielen stellen die beschriebenen Komponenten der Ausführungsformen jeweils einzelne, unabhängig voneinander zu betrachtende Merkmale der Erfindung dar, welche die Erfindung jeweils auch unabhängig voneinander weiterbilden und damit auch einzeln oder in einer anderen als der gezeigten Kombination als Bestandteil der Erfindung anzusehen sind. Des Weiteren sind die beschriebenen Ausführungsformen auch durch weitere der bereits beschriebenen Merkmale der Erfindung ergänzbar.

[0033] Gleiche Bezugszeichen haben in den verschiedenen Figuren die gleiche Bedeutung.

[0034] FIG 1 zeigt eine perspektivische Darstellung eines Krans 2, die beispielhaft als Brückenkran ausgeführt ist. Eine Last 4, beispielhaft ein Container, die an einem Containergeschirr 6, auch "Spreader" genannt, befestigt ist, wird mittels einer Laufkatze 8, auch "Trolley" genannt, mittels eines Fahrwerks 10 und/oder mittels eines Hubwerks 12 entlang einer, insbesondere dreidimensional ausgeführten, Trajektorie 14 bewegt. Die Bewegung der Last 4 mittels des Krans 2 erfolgt insbesondere automatisiert. Durch mindestens einen Sensor 16 zur Entfernungsmessung wird eine sichere Position eines Hindernisses 18, in FIG 1 ein "Containergebirge", erfasst indem ein Höhenprofil erstellt wird. Alternativ wird eine bekannte Position des Hindernisses 18 bereitgestellt. Insbesondere wird eine sichere Position des Hindernisses 18 durch zumindest SIL-und/oder PL-zertifizierte Sensorik ermittelt. Derartige zumindest SIL- und/oder PL-zertifizierte Sensoren 16 zur Entfernungsmessung arbeiten beispielsweise mit Radar- und/oder Laserverfahren. Insbesondere sind die Sensoren 16 zur Entfernungsmessung redundant ausgeführt. Die sichere Positionserfassung des Hindernisses 18 erfolgt insbesondere dynamisch, indem beispielsweise das Höhenprofil periodisch aktualisiert wird. Das Hindernis 18 verhindert, dass die Last 4 auf direktem, das heißt geradem, Wege an ihr Ziel transportierbar ist. Daher wird anhand des Höhenprofils eine Trajektorie 14 berechnet, um das Hindernis 18, beispielswiese in einer parabolischen Bewegung, zu überwinden. Ein Schwingen der Last 4, während diese entlang der Trajektorie 14 bewegt wird, wird durch Pendeldämpfung, auch "Sway Control" genannt, minimiert, um Kollisionen oder Beschädigung der Last zu vermeiden und/oder eine Lasttransporteffizienz zu steigern.

[0035] FIG 2 zeigt eine vergrößerte schematische Darstellung eines Krans 2 im Bereich einer Last 4, die über ein Hindernis 18 hinwegbewegt wird. Um eine kollisionsfreie Bewegung der Last 4 sicher zu gewährleisten, umfasst der Kran 2 ein autarkes, sicheres Beobachter-Modul zur Kollisionserkennung, an welches eine sichere Zustandsgröße der Last 4 übermittelt wird, wobei die sichere Zustandsgröße eine Position, eine Geschwindigkeit oder eine Beschleunigung der Last 4 umfasst. Beispielsweise wird eine sichere Position der Last 4 über ein sicheres, insbesondere zumindest nach SIL- und/oder PL-zertifiziertes, Gebersystem an der Laufkatze 8, am Fahrwerk 10 und am Hubwerk 12 ermittelt, wobei eine Geschwindigkeit und/oder eine Beschleunigung der Last 4 direkt aus einer Änderung der sicheren Position berechenbar sind.

[0036] Das autarke, sichere Beobachter-Modul berechnet in einem sicheren Controller in Echtzeit aus mindestens einer sicheren Zustandsgröße, beispielsweise aus einer Position und einer Geschwindigkeit, eine die Last 4 umgebende Sicherheitszone 20. Beispielswiese wird die Sicherheitszone 20 periodisch in von der sicheren Zustandsgröße der Last 4 anhängigen zeitlichen Abständen berechnet. Ein sicherer Controller umfasst ein Sicherheitsprogramm in einem sicheren Bereich. Die Sicherheitszone 20 ist beispielsweise, wie in FIG 2 zu sehen, kugelförmig oder ellipsoid ausgebildet. Insbesondere wird eine Größe der Sicherheitszone 20 an eine sichere Zustandsgröße der Last 4, beispielsweise an ei-

ne Geschwindigkeit oder eine Beschleunigung, angepasst. Beispielsweise wird das Volumen der Sicherheitszone 20 vergrößert, wenn die Geschwindigkeit oder die Beschleunigung der Last 4 erhöht wird. Optional wird ein Pendelmodell bei der Berechnung der Sicherheitszone 20 mit einbezogen, um beispielsweise ein Ausschwingen der Last 4 bei einer abrupten Verzögerung mit zu berücksichtigen.

[0037] Die sichere Positionserfassung des Hindernisses 18 erfolgt wie in FIG 1 beschrieben. Das autarke, sichere Beobachter-Modul überwacht die Sicherheitszone 20 in Relation zur Position des Hindernisses 18 dynamisch. Beispielsweise wird ein Stoppsignal an eine Kransteuerung gesendet, wenn das Hindernis 18 in der die Last 4 umgebenden Sicherheitszone 20 erfasst wird. Die weitere Ausführung des Krans 2 in FIG 2 entspricht der in FIG 1.

[0038] FIG 3 zeigt eine schematische Darstellung einer kollisionsfreien Bewegung einer Last 4 von einem Startpunkt 22 zu einem Zielpunkt 24, wobei die Lastbewegung mit Hilfe eines Krans 2 insbesondere automatisiert, erfolgt. Beispielhaft ist die Lastbewegung von einem Containerschiff 26 als Startpunkt 22 zu einem Lastkraftwagen 28 als Zielpunkt 24 dargestellt, wobei das Hindernis 18, welches als "Containergebirge" ausgeführt ist, wie in FIG 1 beschrieben, in einer parabolischen Bewegung entlang einer, insbesondere vorberechneten, Trajektorie 14 überwunden wird. Um eine kollisionsfreie Bewegung sicher zu gewährleisten, umfasst der Kran 2 ein autarkes, sicheres Beobachter-Modul 19 zur Kollisionserkennung, das, wie in FIG 2, in einem sicheren Controller 19a die die Last 4 umgebende Sicherheitszone 20 in Echtzeit berechnet. Die Größe der Sicherheitszone 20, welche die Last 4 umgibt, wird beispielsweise an eine Geschwindigkeit und/oder eine Beschleunigung, angepasst. Die zeitliche Änderung des Volumens der, exemplarisch kugelförmig dargestellten, Sicherheitszone 20 ist schematisch in FIG 2 für ein gegebenes Hindernis 18 dargestellt, wobei die Trajektorie 14, wie in FIG 1, anhand des ermittelten Höhenprofils des Hindernisses 18 berechnet wird. Die weitere Ausführung des Krans 2, insbesondere des autarken, sicheren Beobachter-Moduls, in FIG 3 entspricht der in FIG 2.

[0039] FIG 4 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur kollisionsfreien Bewegung einer Last 4. Die automatisierte Bewegung 28 der Last 4 erfolgt durch mit hoher Zuverlässigkeit durch Pendeldämpfung 30, geometrische Berechnung 32 der Trajektorie 14, Störgrößenüberwachung 34 und, insbesondere dynamische, Objekterfassung 36. Die Objekterfassung 36, also die Erfassung der Position des Hindernisses 18, erfolgt, wie in FIG 1 beschrieben, sicher, insbesondere anhand eines Höhenprofils durch zumindest SIL und/oder PL-zertifizierte Sensorik.

[0040] Eine sichere Zustandsgrößenerfassung 38 der Last 4 erfolgt parallel wie in FIG 2 beschrieben, beispielsweise durch ein beispielsweise nach SIL und/oder nach PL, sicherheitszertifiziertes Gebersystem an der Laufkatze 8, am Fahrwerk 10 und am Hubwerk 12. Ein autarkes, sicheres Beobachter-Modul 40 führt eine Sicherheitszonenberechnung 42 anhand der ermittelten sicheren Zustandsgröße durch. Eine dynamische Raumüberwachung 44 erfolgt, indem die sicher erfasste Sicherheitszone 20 in Relation zur sicher erfassten Position des Hindernisses 18 überwacht wird. Ein sicherer Halt 46, beispielsweise durch Senden eines Stoppsignals an eine Kransteuerung, wird vom autarken, sicheren Beobachter-Modul 40 initiiert, wenn das Hindernis 18 in der Sicherheitszone 20 der Last 4 detektiert wird.

[0041] Zusammenfassend betrifft die Erfindung ein Verfahren zur kollisionsfreien Bewegung einer Last 4 mit einem Kran 2 in einem Raum mit mindestens einem Hindernis 18. Um auf möglichst einfache Weise einen Sicherheitslevel zu erfüllen, wird vorgeschlagen, dass eine Position des Hindernisses 18 erfasst wird, wobei zumindest eine sichere Zustandsgröße der Last 4 ermittelt wird, wobei aus der sicheren Zustandsgröße eine die Last 4 umgebende Sicherheitszone 20 ermittelt wird, wobei die Sicherheitszone 20 in Relation zur Position des Hindernisses 18 dynamisch überwacht wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur kollisionsfreien Bewegung einer Last (4) mit einem Kran (2) in einem Raum mit mindestens einem Hindernis (18),
   wobei eine Position des Hindernisses (18) bereitgestellt wird,
   wobei zumindest eine sichere Zustandsgröße der Last (4) bereitgestellt wird,
   wobei aus der sicheren Zustandsgröße eine die Last (4) umgebende Sicherheitszone (20) ermittelt wird,
   wobei die Sicherheitszone (20) in Relation zur Position des Hindernisses (18) dynamisch überwacht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
   wobei eine sichere Position des Hindernisses (18), insbesondere mittels Sensoren (16) zur Entfernungsmessung, erfasst wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
   wobei die zumindest eine sichere Zustandsgröße der Last (4) aus einer sicheren Zustandsgröße zumindest eines Fahrwerks (10), eines Hubwerks (12) und/oder einer Laufkatze (8) des Krans (2) ermittelt wird.

4. Verfahren nach einem der vorherigen,
   wobei ein Stoppsignal an eine Kransteuerung gesendet wird, wenn das Hindernis (18) in der die Last (4) umgebenden Sicherheitszone (20) erfasst wird.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
   wobei eine Größe der Sicherheitszone (20) an die

sichere Zustandsgröße der Last (4) angepasst wird.

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Sicherheitszone (20) mit einem Controller (9a) ermittelt wird, der ein Sicherheitsprogramm in einem sicheren Bereich umfasst.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei vom Sicherheitsprogramm ein Stoppsignal an eine Kransteuerung gesendet wird, wenn das Hindernis (18) in der die Last (4) umgebenden Sicherheitszone (20) erfasst wird.

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die sichere Zustandsgröße der Last (4) eine Position und eine Geschwindigkeit und/oder eine Beschleunigung umfasst.

9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Sicherheitszone (20) in Echtzeit ermittelt wird.

10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Sicherheitszone (20) periodisch in von der sicheren Zustandsgröße der Last (4) anhängigen zeitlichen Abständen ermittelt wird.

11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Sicherheitszone (20) mit einem Pendelmodell ermittelt wird.

12. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, welches unabhängig von der Bewegung einer Last (4) durchführbar ist.

13. Controller (19a) zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12, welcher ein Sicherheitsprogramm in einem sicheren Bereich umfasst.

14. Autarkes, sicheres Beobachter-Modul (19, 40) zur Kollisionserkennung, welches einen Controller (19a) nach Anspruch 13 aufweist.

15. System mit einem Kran (2) zur Bewegung einer Last (4), welcher ein Beobachter-Modul (19, 40) nach Anspruch 14 umfasst.

FIG 1

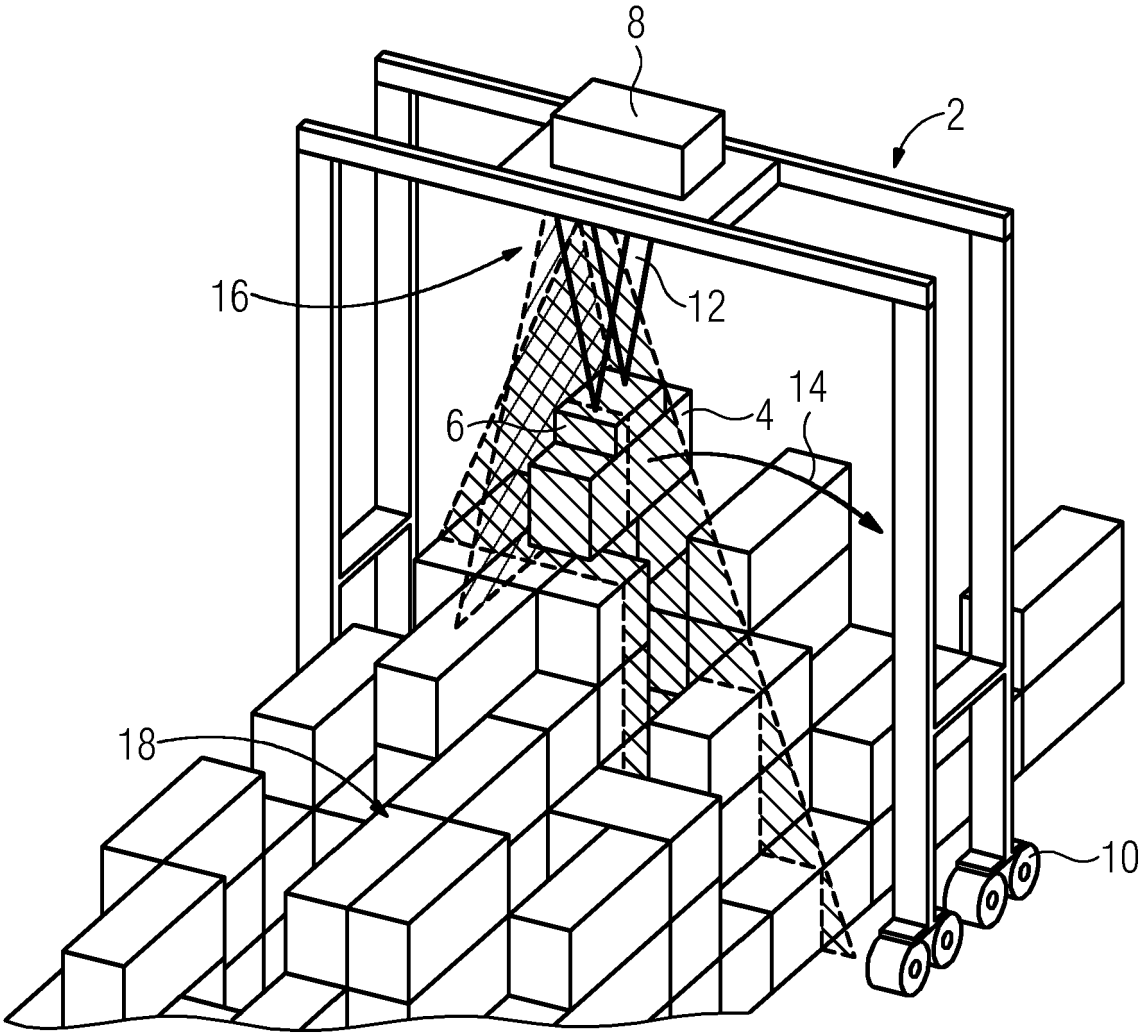
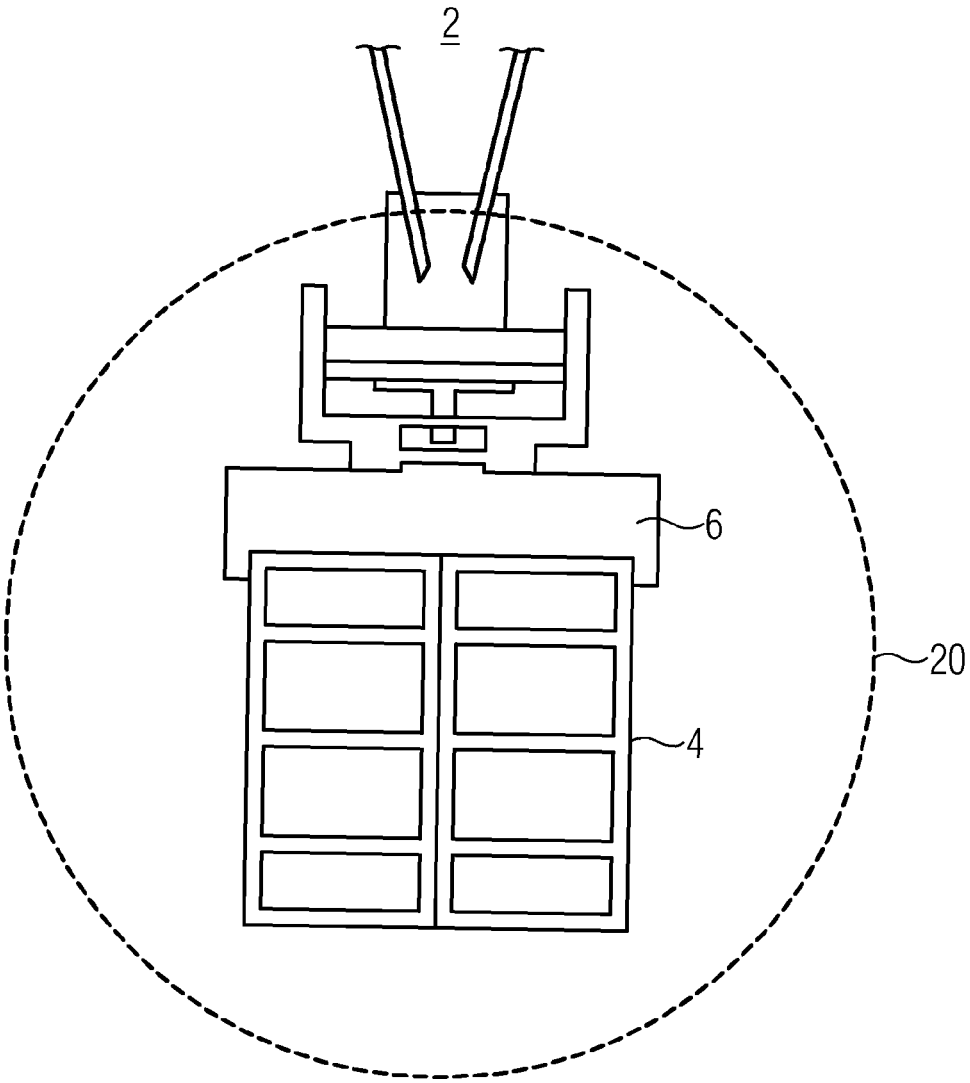
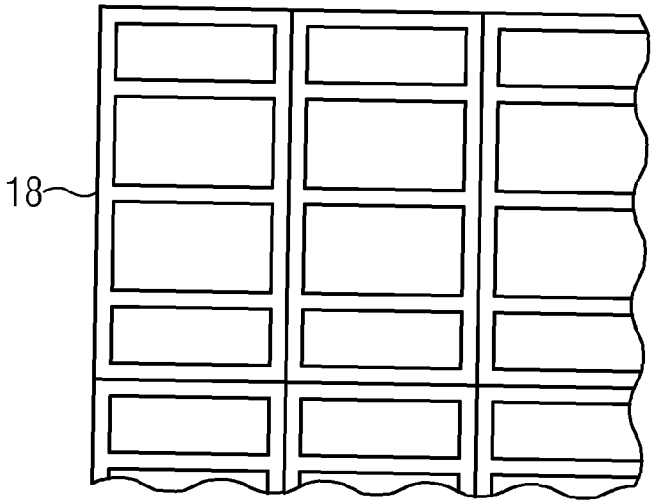


FIG 2





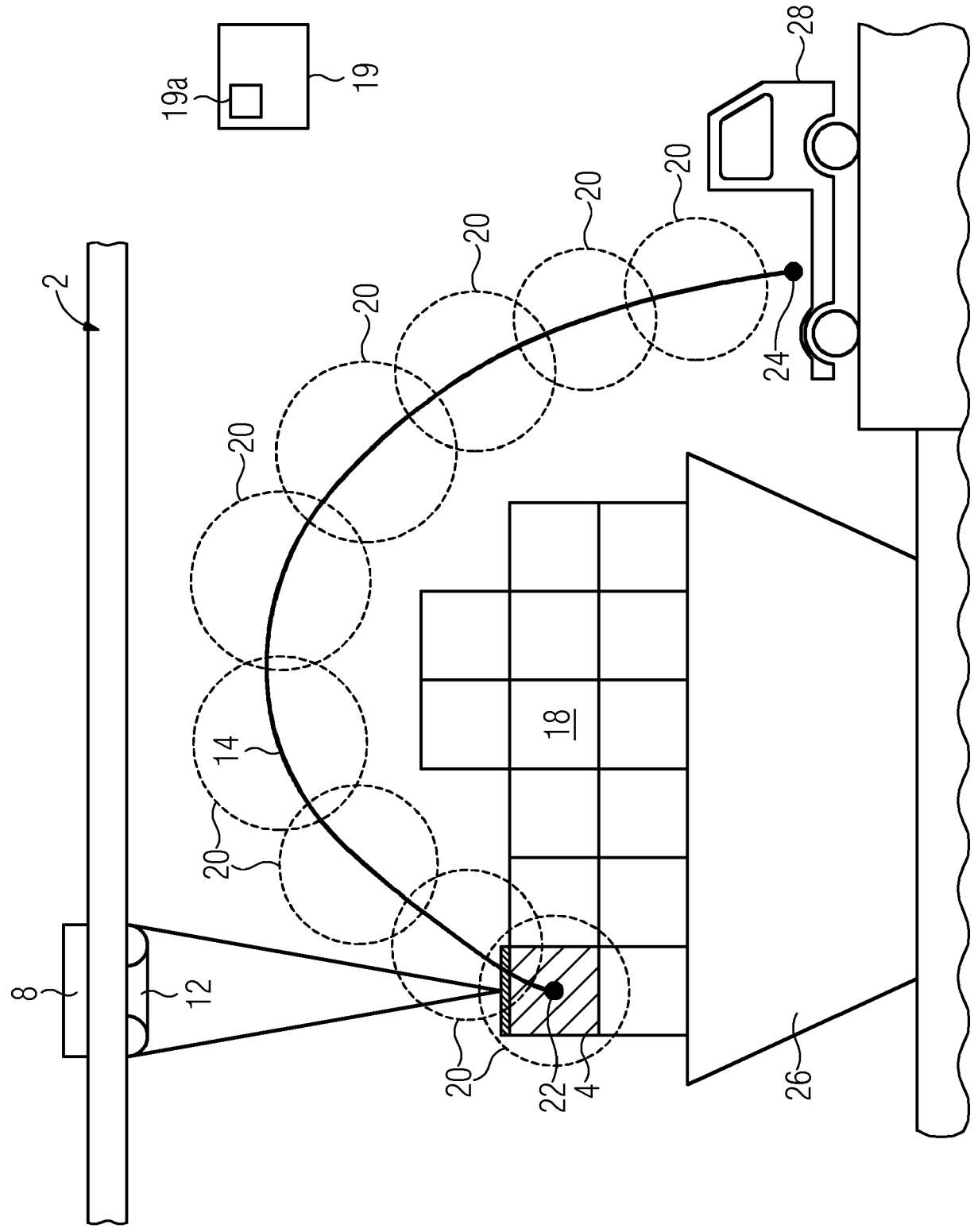


FIG 3

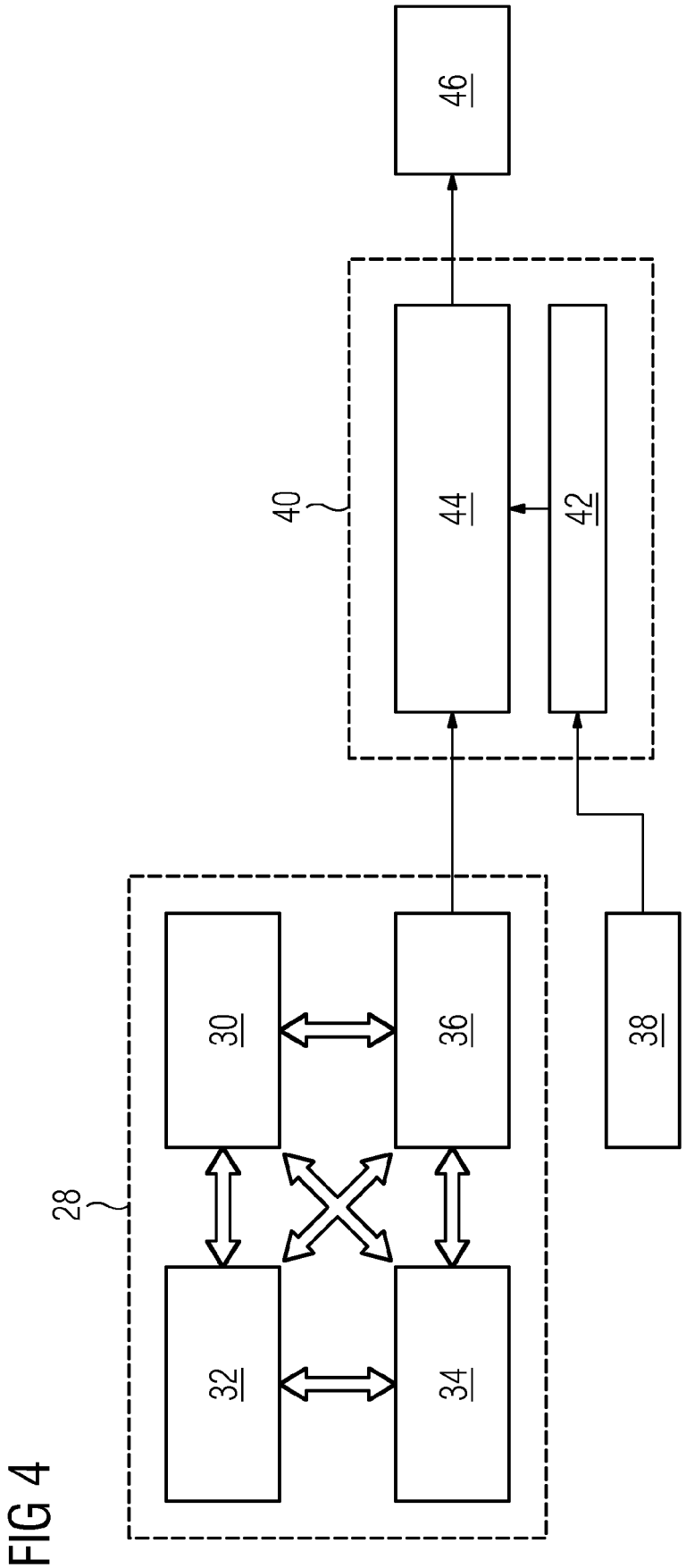


FIG 4

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 19 17 1945

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X Y	US 2019/100382 A1 (SKOTSCHEK RALF [AT]) 4. April 2019 (2019-04-04) * das ganze Dokument *	1,3,5,6, 8,9, 12-15 2,4,7, 10,11	INV. B66C13/06 B66C13/18 B66C13/46 B66C15/04 B66C19/00
Y,D A	WO 2018/007203 A1 (SIEMENS AG [DE]) 11. Januar 2018 (2018-01-11) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 * * Seite 3, Absatz 2 - Seite 8 *	2,4,7, 10,11 1,13-15	
A	KR 2014 0087929 A (POSCO ICT CO LTD [KR]) 9. Juli 2014 (2014-07-09) * Absatz [0073] - Absatz [0080] * * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-5, 13-15	
A,D	WO 2005/049285 A1 (SIEMENS TECH TO BUSINESS CT [US]; SIEMENS AG [DE] ET AL.) 2. Juni 2005 (2005-06-02) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,13-15	
A	EP 2 927 178 A1 (TOSHIBA MITSUBISHI ELEC INC [JP]) 7. Oktober 2015 (2015-10-07) * Absätze [0007], [0033] *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B66C
A	EP 2 402 280 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]) 4. Januar 2012 (2012-01-04) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag	5. November 2019	Verheul, Omiros

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 19 17 1945

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-11-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2019100382 A1	04-04-2019	BR 102018069755 A2	04-06-2019
		CA 3018897 A1	29-03-2019
		CN 109573836 A	05-04-2019
		EP 3461783 A1	03-04-2019
		JP 2019064830 A	25-04-2019
		KR 20190038454 A	08-04-2019
		SG 102018075470 A	29-04-2019
		US 2019100382 A1	04-04-2019
WO 2018007203 A1	11-01-2018	CN 109415190 A	01-03-2019
		EP 3455153 A1	20-03-2019
		KR 20190025001 A	08-03-2019
		SG 11201811732P A	30-01-2019
		US 2019308852 A1	10-10-2019
		WO 2018007203 A1	11-01-2018
KR 20140087929 A	09-07-2014	KEINE	
WO 2005049285 A1	02-06-2005	DE 112004002196 T5	28-09-2006
		JP 4625469 B2	02-02-2011
		JP 2007511441 A	10-05-2007
		US 2005103738 A1	19-05-2005
		US 2008021592 A1	24-01-2008
		US 2008023431 A1	31-01-2008
		US 2008027611 A1	31-01-2008
		WO 2005049285 A1	02-06-2005
EP 2927178 A1	07-10-2015	CN 104812692 A	29-07-2015
		EP 2927178 A1	07-10-2015
		ES 2634684 T3	28-09-2017
		JP 5983762 B2	06-09-2016
		JP WO2014083611 A1	05-01-2017
		KR 20150079827 A	08-07-2015
		US 2015307330 A1	29-10-2015
		WO 2014083611 A1	05-06-2014
EP 2402280 A1	04-01-2012	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2005049285 A1 **[0008]**
- WO 2018007203 A1 **[0010]**