

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/206387 A1

(57) Zusammenfassung: Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Justieren eines Roboters (1) umfasst die Schritte: - Ermitteln (S30) einer Mehrzahl von Gelenkstellungen (q_{1i} , q_{2i} , q_{3i} , q_{4i} , q_{5i} , q_{6i}) beim Abfahren einer vorgegebenen Bahn (g) mit einer roboterfesten Referenz (4) mittels eines Erfassungsmittels (2); und - Ermitteln (S40) eines Offsets des Erfassungsmittels auf Basis der ermittelten Gelenkstellungen.

Beschreibung**Roboterjustage**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Justieren, Steuern und/oder Überwachen eines Roboters sowie eine Steuerung und ein

- 5 Computerprogrammprodukt zur Durchführung des Verfahrens und eine Roboteranordnung mit der Steuerung.

Insbesondere Inkremental- bzw. Relativgeber eines Roboters zum Erfassen von dessen Gelenkstellungen können justiert werden, indem der Roboter in eine definierte Justagepose gefahren wird, in der diese Erfassungsmittel mit für diese Pose
10 vorgegebenen Werten initialisiert werden.

Entsprechend hängt die Genauigkeit der anschließend ermittelten Gelenkstellungen und damit insbesondere auch die Genauigkeit einer, insbesondere zum Steuern und/oder Überwachen des Roboters, auf Basis dieser Gelenkstellungen ermittelten Position einer roboterfesten Referenz wie des TCPs von dieser Justage,
15 insbesondere der Genauigkeit ab, mit der die Justagepose angefahren wird.

Aus der DE 10 2007 001 395 A1 ist daher ein Verfahren zum Justieren eines Roboters bekannt, bei dem dieser zunächst in einer sogenannten Urjustage in eine präzise definierte Justagepose gebracht und in dieser Relativpositionen von Merkmalen an den Robotergliedern präzise vermessen werden. Zur
20 Wiederherstellung der Justageposition nach einem Justageverlust wird der Roboter dann solange verfahren, bis diese Relativpositionen wieder erreicht werden.

Aufgrund der notwendigen Präzision erfordert dieses Verfahren einen hohen apparativen Messaufwand.

- 25 Eine Aufgabe einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist es, eine Justage, Steuerung und/oder Überwachung eines Roboters zu verbessern, insbesondere einen apparativen Messaufwand für die Justage zu reduzieren und/oder Geschwindigkeit und/oder Präzision von Justage, Steuerung und/oder Überwachung zu erhöhen.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Ansprüche 13 - 15 stellen eine (Roboter)Steuerung bzw. ein Computerprogrammprodukt zur Durchführung eines hier beschriebenen Verfahrens bzw. eine Roboteranordnung mit einer hier beschriebenen Steuerung unter Schutz.

5 Die Unteransprüche betreffen vorteilhafte Weiterbildungen.

Nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung weist der Roboter einer Roboteranordnung wenigstens oder genau drei, vier, sechs oder sieben, Gelenke bzw. (Bewegungs)Achsen, insbesondere rotatorische bzw. Drehgelenke bzw. –achsen und/oder translatorische bzw. Lineargelenke bzw. –achsen, und/oder, insbesondere
10 elektromotorische, Antriebe zum Bewegen bzw. Verstellen der Gelenke bzw. Achsen auf. In einer Ausführung ist der Roboter ein redundanter und/oder Deltaroboter. Bei solchen Robotern kann die vorliegende Erfindung mit besonderem Vorteil verwendet werden.

Allgemein transformiert eine sogenannte Vorwärtstransformation T Stellungen
15 $[q_1, \dots, q_k]^T = \mathbf{q}$ der k Gelenke bzw. Achsen des Roboters auf Positionen $\mathbf{P}$ einer roboterfesten Referenz, insbesondere eines TCPs, des Roboters bzw. umgekehrt eine Rückwärtstransformation T^{-1} Positionen $\mathbf{P}$ der roboterfesten Referenz auf $\mathbf{q}$ seine Gelenke:

$$\begin{aligned} \mathbf{P} &= T(\mathbf{q}) & (1) \\ \mathbf{q} &= T^{-1}(\mathbf{P}) & (1') \end{aligned}$$

20

Eine Position, insbesondere einer roboterfesten Referenz, im Sinne der vorliegenden Erfindung kann in einer Ausführung (nur oder auch) einen ein-, zwei- oder dreidimensionalen, insbesondere kartesischen, Ort bzw. Abstand und/oder (nur oder auch) eine ein-, zwei- oder dreidimensionale Orientierung (der roboterfesten Referenz)
25 (relativ zu einem Bezugs- bzw. Koordinatensystem) aufweisen, insbesondere sein, beispielsweise also drei Ortskoordinaten (P_x , P_y , P_z) und/oder drei Orientierungswinkel aufweisen, insbesondere hierdurch festgelegt sein. Eine, insbesondere vorgegebene, Bahn einer roboterfesten Referenz umfasst in einer Ausführung eine (Ab)Folge solcher Positionen, sie kann insbesondere hierdurch definiert bzw. gebildet sein. In
30 einer Ausführung kann eine (vorgegebene) Bahn $\mathbf{g}$ eine (Ab)Folge kartesischer Orte eines roboterfesten Referenzpunktes und/oder eine (Ab)Folge dreidimensionaler

Orientierungen eines roboterfesten Referenzkoordinatensystem, insbesondere bei ortsfestem Koordinatensystemursprung, d.h. eine bloße Umorientierung bei ortsfestem TCP, umfassen, insbesondere sein.

- 5 Beim Abfahren einer (vorgegebenen) Bahn g mit der roboterfesten Referenz weisen deren Positionen einen durch die Bahn bestimmten bzw. vorgegebenen geometrischen Zusammenhang auf:

$$P = g(\lambda) \quad (2)$$

mit dem Bahnparameter, beispielsweise einer, insbesondere verallgemeinerten, Bahnlänge, λ .

- 10 Dies kann nun ausgenutzt werden, um den Roboter, insbesondere ein Erfassungsmittel des Roboters zum Ermitteln von Gelenkstellungen, zu justieren, insbesondere einen (konstanten) Offset, insbesondere Offset-Vektor, Q des Erfassungsmittels zu ermitteln. Denn für jede mittels des Erfassungsmittels ermittelte Gelenkstellung q_i beim Abfahren der vorgegebenen Bahn g mit der roboterfesten
15 Referenz gilt:

$$P_i = g(\lambda_i, p) = T(q_i + Q) \quad (3)$$

mit den (geometrischen) Parametern p zur (geometrischen) Festlegung der vorgegebenen Bahn.

- Ist in einer Ausführung die vorgegebene Bahn eine Gerade im Arbeitsraum des
20 Roboters, die dieser mit einem roboterfesten Punkt abfährt, so ist diese Bahn insbesondere durch drei Koordinaten (P_x, P_y, P_z) eines Bahnpunktes und zwei Polarwinkel (α, β) festgelegt, die die Richtung v der Bahn im Arbeitsraum vermitteln:

$$P_i = g(\lambda_i, p) = [P_x, P_y, P_z]^T + \lambda_i \cdot v(\alpha, \beta); \quad p = [P_x, P_y, P_z, \alpha, \beta] \quad (4)$$

- Eine vorgegebene Kreisbahn ist beispielsweise durch drei Koordinaten eines
25 Mittelpunktes sowie einen auf Länge 1 normierten Normalenvektor und den Radius oder einen Normalenvektor, der die Länge des Radius besitzt, festgelegt, eine bloße

Umorientierung beispielsweise durch entsprechende Euler- oder Kardanwinkel oder dergleichen.

Bei einer ausreichenden Anzahl n von ermittelten Gelenkstellungen $\mathbf{q}_i$ ergibt sich aus (3) ein (über)bestimmtes Gleichungssystem für die Unbekannten λ_i , $\mathbf{p}$ und $\mathbf{Q}$.

- 5 Entsprechend kann auf Basis ermittelter Gelenkstellungen $\mathbf{q}_i$ der Offset $\mathbf{Q}$ des Erfassungsmittels ermitteln werden, insbesondere mittels eines Optimierungsverfahrens, das ein Gütekriterium G optimiert, welches insbesondere von Abweichungen zwischen Positionen $\mathbf{P}_i$ der roboterfesten Referenz, die auf Basis der ermittelten Gelenkstellungen $\mathbf{q}_i$ ermittelt werden, und Positionen auf der
- 10 vorgegebenen Bahn abhängen, dieses insbesondere minimieren kann, beispielsweise:

$$G = \sum_{i=1}^n [\mathbf{g}(\lambda_i, \mathbf{p}) - \mathbf{T}(\mathbf{q}_i + \mathbf{Q})]^T \cdot [\mathbf{g}(\lambda_i, \mathbf{p}) - \mathbf{T}(\mathbf{q}_i + \mathbf{Q})] \quad (5)$$

Entsprechend umfasst nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zum Justieren des Roboters die Schritte:

- Ermitteln einer Mehrzahl von Gelenkstellungen $\mathbf{q}_i$ beim Abfahren einer
- 15 vorgegebenen Bahn $\mathbf{g}$ mit einer roboterfesten Referenz mittels eines zu justierenden Erfassungsmittels; und
- Ermitteln eines Offsets, insbesondere Offset-Vektors, $\mathbf{Q}$ dieses Erfassungsmittels auf Basis der ermittelten Gelenkstellungen.

- 20 Hierdurch kann in einer Ausführung die Justage verbessert, insbesondere ein apparativer Messaufwand für die Justage reduziert und/oder deren Geschwindigkeit und/oder Präzision erhöht und damit in einer Weiterbildung eine Steuerung und/oder Überwachung des justierten Roboters verbessert werden.

- 25 In einer Ausführung wird die vorgegebene Bahn kraft-, insbesondere nachgiebig(keits) geregelt und/oder handgeführt, insbesondere mit einer vorgegebenen Kontaktkraft und/oder durch manuelles Führen bzw. Aktuieren der roboterfesten Referenz an- und/oder abgefahren.

Hierdurch kann in einer Ausführung die Justage weiter verbessert, insbesondere ein Aufwand für die Justage (weiter) reduziert und/oder deren Geschwindigkeit und/oder Präzision (weiter) erhöht und damit in einer Weiterbildung eine Steuerung und/oder Überwachung des justierten Roboters (weiter) verbessert werden.

- 5 In einer Ausführung wird die vorgegebene Bahn mit konstanter Orientierung der roboterfesten Referenz, insbesondere in einem kartesischen Arbeitsraum des Roboters bzw. bezüglich eines Glieds, insbesondere einer Basis, des Roboters, gegenüber dem die roboterfeste Referenz durch Verstellen der zu justierenden Achsen des Roboters bewegbar ist, abgefahren, beispielsweise durch Aktuierung
- 10 entsprechender Achsen eines Deltaroboters oder dergleichen. Dadurch fährt in einer Ausführung auch ein (Werkzeug)Flansch des Roboters, an dem die Referenz befestigt sein kann, diese bzw. eine hierzu kongruente und/oder parallel versetzte Bahn ab, so dass vorteilhafterweise eine Position der roboterfesten Referenz relativ zum Flansch unberücksichtigt bleiben kann. In einer Ausführung wird die
- 15 vorgegebene Bahn mit variierender Orientierung der roboterfesten Referenz, insbesondere in einem kartesischen Arbeitsraum des Roboters bzw. bezüglich eines Glieds, insbesondere einer Basis, des Roboters, gegenüber dem die roboterfeste Referenz durch Verstellen der zu justierenden Achsen des Roboters bewegbar ist, abgefahren, insbesondere ein ortsfester TCP nur umorientiert, wodurch eine
- 20 besonders kompakte Bahn realisiert werden kann.

In einer Ausführung wird bzw. ist die Bahn durch eine Führung, insbesondere eine Zwangsführung, für die roboterfeste Referenz, insbesondere form- bzw. kontaktschlüssig und/oder kraftschlüssig, insbesondere magnetisch, vorgegeben, die in einer Weiterbildung Metall aufweisen, insbesondere hieraus bestehen kann.

- 25 Zusätzlich oder alternativ wird bzw. ist die Führung in einer Weiterbildung temporär oder stationär ortsfest zu einem Glied, insbesondere einer Basis, des Roboters angeordnet, gegenüber dem die roboterfeste Referenz durch Verstellen der zu justierenden Achsen des Roboters bewegbar ist bzw. bewegt wird, insbesondere zerstörungsfrei lösbar oder dauerhaft bzw. nicht zerstörungsfrei lösbar relativ zu dem
- 30 Glied, insbesondere an diesem oder von diesem beabstandet, befestigt bzw. fixiert.

Durch eine, insbesondere form- und/oder kraftschlüssige, insbesondere Kontakt- und/oder magnetische, und/oder wenigstens teilweise metallische, (Zwangs)Führung

kann in einer Ausführung die Justage weiter verbessert insbesondere deren Geschwindigkeit und/oder Präzision (weiter) erhöht werden. Durch eine stationäre Befestigung kann in einer Ausführung die Präzision (weiter) erhöht werden, durch eine temporäre Befestigung eine Einschränkung des Arbeitsraums des Roboters nach der Justage reduziert, insbesondere vermieden werden. Entsprechend wird in einer Ausführung die Führung nach erfolgter Justage wieder entfernt.

In einer Ausführung sperrt die Führung, insbesondere form- und/oder kraftschlüssig, insbesondere durch Anlage bzw. Kontakt und/oder magnetisch, wenigstens einen und/oder höchstens zwei translatorische bzw. Orts-Freiheitsgrade und/oder keinen rotatorischen bzw. Orientierungsfreiheitsgrad der roboterfesten Referenz ein- oder zweiseitig bzw. legt nur deren kartesischen Ort mit einem (Bahnparameter)Freiheitsgrad λ fest. Hierdurch kann in einer Ausführung das Abfahren der Bahn und/oder die Lösung des (über)bestimmten Gleichungssystems bzw. Optimierungsproblems verbessert werden. Gleichermaßen kann in einer Ausführung die Führung drei translatorische bzw. Orts-Freiheitsgrade ein- oder zweiseitig sperren, so dass der TCP bei ortfester Position nur umorientiert wird bzw. werden kann.

Zusätzlich oder alternativ kann die Bahn in einer Ausführung eine Gerade im Arbeitsraum des Roboters aufweisen, insbesondere sein. Hierdurch kann in einer Ausführung das Abfahren der Bahn und/oder die Lösung des (über)bestimmten Gleichungssystems bzw. Optimierungsproblems (weiter) verbessert werden.

Zusätzlich oder alternativ wird bzw. ist die Bahn in einer Ausführung durch ein Profil, insbesondere ein, insbesondere rechtwinkliges, Winkelprofil bzw. zwei gegeneinander, insbesondere rechtwinklig, abgekantete Flächen, insbesondere form- bzw. kontaktschlüssig, vorgegeben. Hierdurch kann in einer Ausführung das Abfahren der Bahn verbessert werden.

In einer Ausführung wird der Roboter zum Justieren, insbesondere für eine initiale bzw. Vor-Justage und/oder zum Abfahren der vorgegebenen Bahn, in einer Ausführung durch Handverfahren, (jeweils) in eine, insbesondere dieselben oder unterschiedliche, vorgegebene Ausgangspose(n) (vor)positioniert, die in einer Weiterbildung, insbesondere für die initiale bzw. Vor-Justage, durch eine,

insbesondere mehrteilige, roboterfeste Markierung, beispielsweise einander zugeordnete Marken an gegeneinander beweglichen Roboterglieder, vorgegeben sein kann. Hierdurch kann in einer Ausführung die Justage, insbesondere deren Konvergenz und damit deren Geschwindigkeit und/oder Präzision, verbessert werden.

- 5 In einer Ausführung wird das Erfassungsmittel auf Basis dieser vorgegebenen Ausgangspose, insbesondere grob, initial bzw. vorjustiert.

In einer Ausführung wird die Führung erst nach Anfahren der vorgegebenen Ausgangspose angeordnet bzw. befestigt, was insbesondere das Anfahren der Ausgangspose und so die Geschwindigkeit und/oder Präzision der Justage
10 verbessern kann.

- In einer Ausführung wird bzw. ist die roboterfeste Referenz stationär bzw. dauerhaft bzw. nicht zerstörungsfrei lösbar oder (nur) temporär bzw. zerstörungsfrei lösbar an einem, vorzugsweise End bzw. distalen, Glied des Roboters befestigt. Zusätzlich oder alternativ kann die die roboterfeste Referenz Metall aufweisen, insbesondere hieraus
15 bestehen, und/oder eine vollständig oder teilweise sphärische Außenkontur, insbesondere zum Kontakt mit der (formschlüssigen) Führung, aufweisen.

- Durch eine Befestigung an einem distalen Roboterglied, insbesondere Werkzeugflansch, können in einer Ausführung alle Achsen des Roboters justiert werden, die dieses Glied bewegen. Durch eine stationäre Befestigung kann in einer
20 Ausführung die Präzision (weiter) erhöht werden, durch eine temporäre Befestigung eine Einschränkung des Roboters nach der Justage reduziert, insbesondere vermieden werden. Entsprechend wird in einer Ausführung die Referenz nach erfolgter Justage wieder entfernt. Durch eine wenigstens teilweise metallische und/oder sphärische Referenz kann in einer Ausführung die Justage weiter verbessert
25 insbesondere deren Geschwindigkeit und/oder Präzision (weiter) erhöht werden. Insbesondere kann eine wenigstens teilweise sphärische (Außen)Kontur der Referenz Orientierungsänderungen um deren Mittelpunkt kompensieren, so dass dieser in einer Ausführung die Position der Referenz bestimmen kann.

- In einer Ausführung werden wenigstens zwei, insbesondere basisnächste und/oder
30 rotatorische und/oder translatorische, vorzugsweise alle, Achsen des Roboters, insbesondere zusammen bzw. gemeinsam, insbesondere synchron, justiert.

Hierdurch kann in einer Ausführung die Justage weiter verbessert insbesondere deren Geschwindigkeit und/oder Präzision (weiter) erhöht werden. Gleichmaßen können in einer anderen Ausführung auch nur bestimmte Achsen des Roboters und/oder Achsen des Roboters sequentiell justiert werden.

- 5 In einer Ausführung erfasst das, insbesondere mehrteilige, Erfassungsmittel die Achs- bzw. Gelenkstellungen einer oder mehrerer, vorzugsweise aller, Achsen bzw. Gelenke des Roboters, insbesondere inkremental oder absolut, bzw. ist hierzu eingerichtet. In einer Ausführung kann das Erfassungsmittel einen oder mehrere Relativ-, insbesondere Inkrementalwertgeber, insbesondere zur Erfassung von
- 10 Relativstellungen, insbesondere Relativstellungsänderungen, einer oder mehrerer zu justierenden Achsen des Roboters aufweisen, insbesondere hieraus bestehen. Zur Justage solcher Erfassungsmittel kann die vorliegende Erfindung mit besonderem Vorteil verwendet werden, ohne hierauf beschränkt zu sein. Entsprechend kann das Erfassungsmittel beispielsweise auch Resolver oder dergleichen aufweisen.
- 15 Nach Gleichung (3) liefert jede ermittelte Gelenkstellung q_i d Gleichungen, wobei d die Dimension einer durch die Bahn vorgegebenen Position bezeichnet, bei kartesischen Orten also beispielsweise drei Gleichungen ($d = 3$). Bezeichnet n die Anzahl der ermittelten Gelenkstellungen, D die Dimension bzw. Anzahl der Parameter p zur (geometrischen) Festlegung der vorgegebenen Bahn und k die Anzahl der (zu
- 20 justierenden) Achsen bzw. Gelenke des Roboters bzw. die Dimension einer ermittelten Gelenkstellung und damit des zu ermittelten Offsets Q , so ergeben für die $(D + k + n - 1)$ unbekannten p , Q und $\lambda_{i=2, 3, \dots, n}$ die $(d \cdot n)$ Gleichungen ein bestimmtes Gleichungssystem, falls

$$n = (D + k - 1)/(d - 1) \quad (6)$$

- 25 bzw. ein überbestimmtes Gleichungssystem, sobald

$$n > (D + k - 1)/(d - 1) \quad (6'),$$

beispielsweise bei einem sechssachsigen Roboter ($k = 6$), einer Geraden im Arbeitsraum ($D = 5$) und kartesischen Orten ($d = 3$) $n =$ bzw. > 5 . Dabei sind vorteilhaft nur noch $(n - 1)$ Bahnparameterwerte $\lambda_{i=2, 3, \dots, n}$ unbekannt, wenn man die Parameter p

für eine Gelenkstellung λ_1 verwendet, beispielsweise eine der ermittelten Positionen als Geradenpunkt.

Entsprechend ist in einer Ausführung die Anzahl n der ermittelten Gelenkstellungen gleich oder, vorzugsweise, größer als $(D + k - 1)/(d - 1)$ mit der minimalen

- 5 Parameteranzahl D zur geometrischen Festlegung der vorgegebenen Bahn, der Anzahl k der zu justierenden Gelenke des Roboters und der Dimension d einer durch die Bahn vorgegebenen Position der roboterfesten Referenz, vorzugsweise wenigstens doppelt so groß ($n \geq 2 \cdot (D + k - 1)/(d - 1)$), bevorzugt wenigstens dreimal so groß ($n \geq 3 \cdot (D + k - 1)/(d - 1)$). Zusätzlich oder alternativ beträgt in einer
- 10 Ausführung Anzahl n der ermittelten Gelenkstellungen wenigstens 10, insbesondere wenigstens 15, insbesondere wenigstens 30. Hierdurch kann in einer Ausführung die Justage, insbesondere deren Konvergenz und damit deren Geschwindigkeit und/oder Präzision, (weiter) verbessert werden.

- In einer Ausführung wird ein Startwert des Optimierungsverfahrens auf Basis der
- 15 vorgegebenen Ausgangspose ermittelt. Hierdurch kann in einer Ausführung die Justage, insbesondere deren Konvergenz und damit deren Geschwindigkeit und/oder Präzision, (weiter) verbessert werden.

- Ist der Roboter justiert, insbesondere der Offset des Erfassungsmittels in einer hier beschriebener Weise ermittelt, können in einer Ausführung mittels des
- 20 Erfassungsmittels auf Basis bzw. unter Berücksichtigung des ermittelten Offsets Soll- oder Ist-Gelenkstellungen des Roboters und/oder Soll- oder Ist- Positionen der oder einer anderen roboterfesten Referenz ermittelt werden, insbesondere gemäß Gleichungen (1), (1').

- Nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist eine (Roboter)Steuerung,
- 25 insbesondere hard- und/oder software-, insbesondere programmtechnisch, zur Durchführung eines hier beschriebenen Verfahrens eingerichtet und/oder weist entsprechend auf:

- Mittel zum Ermitteln einer bzw. der Mehrzahl von Gelenkstellungen beim Abfahren einer bzw. der vorgegebenen Bahn mit einer bzw. der roboterfesten Referenz mittels
- 30 eines bzw. des Erfassungsmittels; und

Mittel zum Ermitteln eines bzw. des Offsets des Erfassungsmittels auf Basis der ermittelten Gelenkstellungen.

- In einer Ausführung weist die Steuerung bzw. ihr(e) Mittel auf Mittel zum An- und/oder Abfahren der vorgegebene Bahn kraftgeregelt und/oder handgeführt und/oder mit
- 5 konstanter oder variierender Orientierung der roboterfesten Referenz.

In einer Ausführung weist die Roboteranordnung eine bzw. die Führung für die roboterfeste Referenz auf, durch die die Bahn vorgegeben wird bzw. ist bzw. die hierzu eingerichtet ist bzw. verwendet wird.

- In einer Ausführung weist die Steuerung bzw. ihr(e) Mittel auf:
- 10 Mittel zum (Vor)Positionieren des Roboters zum Justieren, insbesondere für eine initiale bzw. Vor-Justage und/oder zum Abfahren der vorgegebenen Bahn, in eine, insbesondere durch eine roboterfeste Markierung, vorgegebene Ausgangspose; und/oder
- 15 Mittel zum Justieren von wenigstens zwei, insbesondere basisnächsten und/oder rotatorischen und/oder translatorischen, Achsen des Roboters, insbesondere zusammen; und/oder
- 20 Mittel zum Optimieren eines Gütekriterium, das vorzugsweise von Abweichungen zwischen Positionen der roboterfesten Referenz, die auf Basis der ermittelten Gelenkstellungen ermittelt werden, und Positionen auf der vorgegebenen Bahn abhängt, mittels eines Optimierungsverfahrens zum Ermitteln des Offsets; und/oder Mittel zum Ermitteln des Offsets des Erfassungsmittels nach einem hier beschriebenen Verfahren; und Mittel zum Ermitteln wenigstens einer Soll- oder Ist-Gelenkstellung und/oder -Position einer roboterfesten Referenz auf Basis des ermittelten Offsets.
- 25 Ein Mittel im Sinne der vorliegenden Erfindung kann hard- und/oder softwaretechnisch ausgebildet sein, insbesondere eine, vorzugsweise mit einem Speicher- und/oder Bussystem daten- bzw. signalverbundene, insbesondere digitale, Verarbeitungs-, insbesondere Mikroprozessoreinheit (CPU) und/oder ein oder mehrere Programme oder Programmmodule aufweisen. Die CPU kann dazu ausgebildet sein, Befehle, die
- 30 als ein in einem Speichersystem abgelegtes Programm implementiert sind, abzuarbeiten, Eingangssignale von einem Datenbus zu erfassen und/oder

Ausgangssignale an einen Datenbus abzugeben. Ein Speichersystem kann ein oder mehrere, insbesondere verschiedene, Speichermedien, insbesondere optische, magnetische, Festkörper- und/oder andere nicht-flüchtige Medien aufweisen. Das Programm kann derart beschaffen sein, dass es die hier beschriebenen Verfahren verkörpert bzw. auszuführen imstande ist, sodass die CPU die Schritte solcher
5 Verfahren ausführen kann und damit insbesondere den Roboter bzw. dessen Erfassungsmittel justieren und/oder den Roboter steuern und/oder überwachen kann.

In einer Ausführung werden ein oder mehrere, insbesondere alle, Schritte des Verfahrens vollständig oder teilweise automatisiert durchgeführt, insbesondere durch
10 die Steuerung bzw. ihr(e) Mittel.

Weitere Vorteile und Merkmale ergeben sich aus den Unteransprüchen und den Ausführungsbeispielen. Hierzu zeigt, teilweise schematisiert,:

Fig. 1: eine Roboteranordnung mit einem Roboter, einer Führung und einer Steuerung nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung; und

15 Fig. 2: ein Verfahren zum Justieren des Roboters nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung.

Fig. 1 zeigt eine Roboteranordnung mit einem sechssachsigen Roboter 1, einer Führung in Form eines rechtwinkligen Metallprofils 5 und einer Steuerung 3 nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung, die ein nachfolgend beschriebenes
20 Verfahren zum Justieren des Roboters 1 nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung durchführt.

In einem ersten Schritt S10 wird der Roboter 1 durch Handverfahren relativ grob in eine Ausgangspose $q_1 = [q_{1,1}, q_{2,1}, q_{3,1}, q_{4,1}, q_{5,1}, q_{6,1}]^T$ positioniert, die durch miteinander fluchtende Markierungselemente bzw. -merkmale einer roboterfesten
25 Markierung auf zueinander beweglichen Gliedern des Roboters 1 vorgegeben ist, von denen in Fig. 1 exemplarisch zwei einander zugeordnete Markierungselemente 6 angedeutet sind.

Auf Basis dieser vorgegeben Ausgangspose q_1 justiert die Steuerung 3 ein Erfassungsmittel mit Relativedrehgebern 2 zum Ermitteln der Gelenkstellungen zunächst grob, sie kann diese beispielsweise nullen oder mit für die Ausgangspose vorgegebenen von Null verschiedenen Anfangswerten belegen.

- 5 | In einem Schritt S20 wird eine Metallkugel 4 als bevorzugte Ausführungsform einer roboterfesten Referenz an einem distalen Werkzeugflansch 11 des Roboters 1 und das Metallprofil 5 umgebungs- bzw. relativ zur proximalen Basis 12 des Roboters 1 fest fixiert.

- 10 | In der Ausgangspose q_1 ist die Metallkugel 4 bzw. ihr Mittelpunkt, der als TCP aktiviert wird, in der kartesischen Position $P_1 = [P_{1,x}, P_{1,y}, P_{1,z}]^T$ positioniert, die in Fig. 1 gestrichelt angedeutet ist.

- 15 | Anschließend wird in einem Schritt S30 bei hierzu nachgiebig geregeltem Roboter 1 die an dessen Werkzeugflansch 11 befestigte Metallkugel 4 an der Führung 5 bzw. dem Metallprofil 5 entlang geführt, so dass ihr Mittelpunkt bzw. der TCP des Roboters eine durch das Metallprofil 5 formschlüssig vorgegebene Gerade g im Arbeitsraum des Roboters abfährt.

- 20 | Dabei werden in bestimmten, insbesondere äquidistanten, zeitlichen Abständen n Gelenkstellungen $q_i = [q_{1,i}, q_{2,i}, q_{3,i}, q_{4,i}, q_{5,i}, q_{6,i}]^T$ ermittelt, von denen in Fig. 1 exemplarisch eine dargestellt ist.

In einem Schritt S40 ermittelt die Steuerung 3 mittels des anhand der durch die Markierung 5 vorgegebenen Ausgangspose grob justierten Erfassungsmittels mit den Relativedrehgebern 2 gemäß Gleichung (1) Schätzwerte für die Positionen $P_1, \dots, P_n$.

Dann löst sie das Optimierungsproblem nach Gleichung (5).

- 25 | Dabei verwendet sie als Startwerte der iterativen Optimierung für die Parameter $p = [P_x, P_y, P_z, \alpha, \beta]^T$ zur Festlegung der vorgegebenen Bahn g als Punkt $[P_x, P_y, P_z]^T$ zur Festlegung der Bahn g den Schätzwert für die Position P_1 und für die Richtung $v(\alpha, \beta)$ zur Festlegung der Bahn g den Differenzvektor zweier Schätzwerte, beispielsweise

$v(\alpha, \beta) = P_n - P_1$, sowie für die Bahnparameterwerte λ_i die Abstände zwischen geschätzten Positionen $\lambda_1 = 0$ und $\lambda_i = |P_i - P_{i-1}|$ für $2 \leq i \leq n$ und für den Offset Q Null bzw. die Anfangsbelegung des Erfassungsmittels mit den Relativdrehgebern 2.

Anschließend speichert sie den derart ermittelten Offset Q ab. Dadurch ist das

- 5 Erfassungsmittel mit den Relativdrehgebern 2 justiert und der Roboter 1 kann in einem Schritt S60 mittels der von dem Erfassungsmittel mit den Relativdrehgebern 2 auf Basis bzw. unter Berücksichtigung dieses Offsets ermittelten Gelenkstellungen gesteuert und/oder überwacht werden, nachdem in Schritt S50 Metallkugel 4 und Metallprofil 5 entfernt wurde.

- 10 Sollte die Justage bzw. der Bezug zwischen mechanischer Relativstellung der Gelenke bzw. Glieder des Roboters und den durch das Erfassungsmittel mit den Relativdrehgebern 2 ermittelten Werten verlorengehen, kann der Roboter 1 bzw. sein Erfassungsmittel mit den Relativdrehgebern 2 in situ einfach, rasch und präzise wieder justiert werden, indem das oben beschriebene Verfahren S10 – S50 erneut
- 15 durchgeführt wird.

Wird die Orientierung der Metallkugel 4 im kartesischen Arbeitsraum des Roboters 1 beim Abfahren der Bahn g nicht verändert, können statt der (Schätzwerte für die) Positionen $P_1, \dots, P_n$ des Mittelpunkts der Kugel 4 auch (Schätzwerte für die)

- Positionen des Werkzeugflanschs 11 selber verwendet bzw. der TCP in diesen gelegt
- 20 werden, so dass die Position der Kugel relativ zum Werkzeugflansch unberücksichtigt bleiben kann. Dies kann beispielsweise beim Justieren der proximalen Achsen 1-3 eines Deltaroboters vorteilhaft genutzt werden.

Obwohl in der vorhergehenden Beschreibung exemplarische Ausführungen erläutert wurden, sei darauf hingewiesen, dass eine Vielzahl von Abwandlungen möglich ist.

- 25 So können insbesondere die in Schritt S10 mithilfe der Markierungselemente 6 angefahrne Pose zur Vor-Justage und die Pose, aus der heraus die Gerade g abgefahren wird, unterschiedliche Posen sein. Insbesondere ist es möglich, die Metallkugel 4 erst nach der Grob- bzw. Vor-Justage des Schrittes S10, insbesondere durch Handverfahren, an das Metallprofil 5 heranzuführen und dann mit dessen
- 30 Abfahren zu beginnen.

Außerdem sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den exemplarischen Ausführungen lediglich um Beispiele handelt, die den Schutzbereich, die Anwendungen und den Aufbau in keiner Weise einschränken sollen. Vielmehr wird dem Fachmann durch die vorausgehende Beschreibung ein Leitfaden für die

- 5 Umsetzung von mindestens einer exemplarischen Ausführung gegeben, wobei diverse Änderungen, insbesondere in Hinblick auf die Funktion und Anordnung der beschriebenen Bestandteile, vorgenommen werden können, ohne den Schutzbereich zu verlassen, wie er sich aus den Ansprüchen und diesen äquivalenten Merkmalskombinationen ergibt.

10

Bezugszeichenliste

- | | |
|-----------|-------------------------------------|
| 1 | Roboter |
| 2 | Relativdrehgeber (Erfassungsmittel) |
| 3 | (Roboter)Steuerung |
| 15 4 | Metallkugel (roboterfeste Referenz) |
| 5 | Führung |
| 6 | Markierung |
| 11 | Werkzeugflansch |
| 12 | Basis |
| 20 g | vorgegeben Bahn |
| $q_{j,i}$ | Gelenkstellung |

Patentansprüche

1. Verfahren zum Justieren eines Roboters (1), mit den Schritten:
 - Ermitteln (S30) einer Mehrzahl von Gelenkstellungen ($q_{1,i}$, $q_{2,i}$, $q_{3,i}$, $q_{4,i}$, $q_{5,i}$, $q_{6,i}$) beim Abfahren einer vorgegebenen Bahn (g) mit einer roboterfesten Referenz (4) mittels eines Erfassungsmittels (2); und
 - Ermitteln (S40) eines Offsets des Erfassungsmittels auf Basis der ermittelten Gelenkstellungen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgegebene Bahn (g) kraftgeregelt und/oder handgeführt und/oder mit konstanter oder variierender Orientierung der roboterfesten Referenz (4) an- und/oder abgefahren wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bahn (g) durch eine Führung (5) für die roboterfeste Referenz (4) vorgegeben ist.
4. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Führung (5) Metall aufweist und/oder temporär oder stationär ortsfest zu einem Glied (12) des Roboters angeordnet ist, gegenüber dem die roboterfeste Referenz (4) durch Verstellen der zu justierenden Achsen des Roboters (1) bewegbar ist.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bahn eine Gerade (g) im Arbeitsraum des Roboters aufweist und/oder durch ein Profil (5) vorgegeben ist.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Roboter zum Justieren, insbesondere Abfahren der vorgegebenen Bahn, in eine, insbesondere durch eine roboterfeste Markierung (6), vorgegebene Ausgangspose positioniert wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die roboterfeste Referenz (4) temporär oder stationär an einem Glied (11) des Roboters befestigt ist und/oder Metall und/oder eine wenigstens teilweise sphärische Außenkontur aufweist.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei, insbesondere basisnächste und/oder rotatorische und/oder translatorische, Achsen des Roboters, insbesondere zusammen, justiert werden.
- 5 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Erfassungsmittel wenigstens einen Relativwertgeber (2) zur Erfassung von Relativstellungen einer zu justierenden Achse des Roboters aufweist.
- 10 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der ermittelten Gelenkstellungen gleich oder größer als $(D + k - 1)/(d - 1)$ mit der minimalen Parameteranzahl D zur geometrischen Festlegung der vorgegebenen Bahn (g), der Anzahl k der zu justierenden Gelenke des Roboters und der Dimension d einer durch die Bahn vorgegebenen Position (P_i) der roboterfesten Referenz (4) ist und/oder wenigstens 10 beträgt.
- 15 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zum Ermitteln des Offsets mittels eines Optimierungsverfahrens ein Gütekriterium optimiert wird (S40), das vorzugsweise von Abweichungen zwischen Positionen (P_i) der roboterfesten Referenz (4), die auf Basis der ermittelten Gelenkstellungen ($q_{1,i}$, $q_{2,i}$, $q_{3,i}$, $q_{4,i}$, $q_{5,i}$, $q_{6,i}$) ermittelt werden, und Positionen auf der vorgegebenen Bahn (g) abhängt.
- 20 12. Verfahren zum Steuern und/oder Überwachen eines Roboters (1), mit den Schritten:
- Ermitteln des Offsets (S40) des Erfassungsmittels (2) nach einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche; und
 - Ermitteln (S60) wenigstens einer Soll- oder Ist-Gelenkstellung und/oder -Position einer roboterfesten Referenz auf Basis des ermittelten Offsets.
- 25 13. Steuerung (3) zum Justieren, insbesondere zum Steuern und/oder Überwachen, eines Roboters (1), das zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche eingerichtet ist und/oder aufweist:
- 30 Mittel zum Ermitteln einer Mehrzahl von Gelenkstellungen ($q_{1,i}$, $q_{2,i}$, $q_{3,i}$, $q_{4,i}$, $q_{5,i}$, $q_{6,i}$) beim Abfahren einer vorgegebenen Bahn (g) mit einer roboterfesten Referenz (4) mittels eines Erfassungsmittels (2); und

Mittel zum Ermitteln eines Offsets des Erfassungsmittels auf Basis der ermittelten Gelenkstellungen.

- 5 14. Roboteranordnung mit einem Roboter (1) und einer Steuerung (3) zum Justieren, insbesondere zum Steuern und/oder Überwachen, des Roboters nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
15. Computerprogrammprodukt mit einem Programmcode, der auf einem von einem Computer lesbaren Medium gespeichert ist, zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/061315

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>B25J 9/16</i> (2006.01)i 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; G05B 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, WPI Data				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
X	EP 0824393 A1 (ASEA BROWN BOVERI [SE]) 25 February 1998 (1998-02-25) paragraph [0001] paragraph [0012] - paragraph [0013] paragraph [0018] - paragraph [0024] paragraph [0030] paragraph [0034] - paragraph [0035] figures 1, 2, 3a	1-15		
A	US 2008201015 A1 (BROGARDH TORGNY [SE]) 21 August 2008 (2008-08-21) the whole document	1-15		
A	US 2016332302 A1 (BINGHAM JEFFREY THOMAS [US] ET AL) 17 November 2016 (2016-11-17) the whole document	1-15		
A	US 2004254677 A1 (BROGARDH TORGNY [SE] ET AL) 16 December 2004 (2004-12-16) the whole document	1-15		
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> * 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 </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> "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 </td> </tr> </table>			* 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
* 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 30 July 2018		Date of mailing of the international search report 13 August 2018		
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Falconi, Riccardo Telephone No.		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/061315

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	0824393	A1	25 February 1998	DE	69602745	D1	08 July 1999
				DE	69602745	T2	16 March 2000
				EP	0824393	A1	25 February 1998
				ES	2136398	T3	16 November 1999
				JP	H11502776	A	09 March 1999
				US	5907229	A	25 May 1999
				WO	9630171	A1	03 October 1996
US	2008201015	A1	21 August 2008	US	2008201015	A1	21 August 2008
				WO	2006089887	A2	31 August 2006
US	2016332302	A1	17 November 2016	US	9427872	B1	30 August 2016
				US	2016332302	A1	17 November 2016
US	2004254677	A1	16 December 2004	AT	441506	T	15 September 2009
				CN	1805830	A	19 July 2006
				EP	1631423	A1	08 March 2006
				US	2004254677	A1	16 December 2004
				WO	2004108363	A1	16 December 2004

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B25J9/16

ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

B25J G05B

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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 824 393 A1 (ASEA BROWN BOVERI [SE]) 25. Februar 1998 (1998-02-25) Absatz [0001] Absatz [0012] - Absatz [0013] Absatz [0018] - Absatz [0024] Absatz [0030] Absatz [0034] - Absatz [0035] Abbildungen 1, 2, 3a - 3c, 4, 5, 6 -----	1-15
A	US 2008/201015 A1 (BROGARDH TORGNY [SE]) 21. August 2008 (2008-08-21) das ganze Dokument -----	1-15
A	US 2016/332302 A1 (BINGHAM JEFFREY THOMAS [US] ET AL) 17. November 2016 (2016-11-17) das ganze Dokument -----	1-15
	-/-	



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

30. Juli 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13/08/2018

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

Falconi, Riccardo

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2004/254677 A1 (BROGARDH TORGNY [SE] ET AL) 16. Dezember 2004 (2004-12-16) das ganze Dokument -----	1-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/061315

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0824393	A1	25-02-1998	DE 69602745 D1 08-07-1999
			DE 69602745 T2 16-03-2000
			EP 0824393 A1 25-02-1998
			ES 2136398 T3 16-11-1999
			JP H11502776 A 09-03-1999
			US 5907229 A 25-05-1999
			WO 9630171 A1 03-10-1996

US 2008201015	A1	21-08-2008	US 2008201015 A1 21-08-2008
			WO 2006089887 A2 31-08-2006

US 2016332302	A1	17-11-2016	US 9427872 B1 30-08-2016
			US 2016332302 A1 17-11-2016

US 2004254677	A1	16-12-2004	AT 441506 T 15-09-2009
			CN 1805830 A 19-07-2006
			EP 1631423 A1 08-03-2006
			US 2004254677 A1 16-12-2004
			WO 2004108363 A1 16-12-2004
