

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
28. Dezember 2017 (28.12.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2017/220199 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
B25J 9/16 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/000716

(22) Internationales Anmeldedatum:  
20. Juni 2017 (20.06.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2016 007 601.1  
21. Juni 2016 (21.06.2016) DE

(71) Anmelder: KUKA ROBOTER GMBH [DE/DE]; Zugspitzstr. 140, 86165 Augsburg (DE). DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT E.V. [DE/DE]; Linder Höhe, 51147 Köln (DE).

(72) Erfinder: ZIMMERMANN, Uwe; Vogelmauer 31, 86152 Augsburg (DE). DANZER, Marinus; Vorderer Lech 49, 86150 Augsburg (DE). SCHEURER, Christian; Hermannstraße 33a, 86150 Augsburg (DE). SHARMA, Shashank; Lindenstr. 6, 86153 Augsburg (DE). BODENMULLER,

Tim; Keferloherstr. 144, 80807 München (DE). STEMMER, Andreas; Illdorfer Str. 12, 86666 Burgheim (DE).

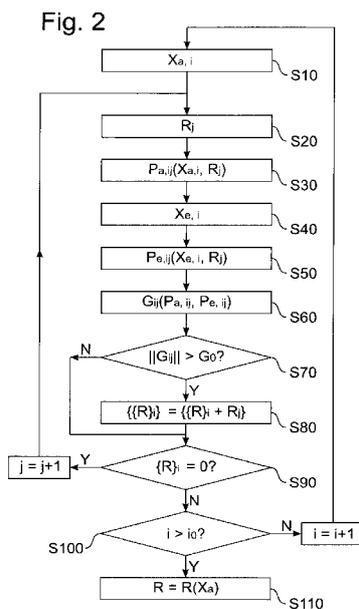
(74) Anwalt: SCHLOTTER, Alexander; WALLINGER RICKER SCHLOTTER TOSTMANN, Patent- und Rechtsanwälte Partnerschaft mbB, Zweibrückenstrasse 5-7, 80331 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,

(54) Title: CONFIGURING AND/OR CONTROLLING A ROBOT ARRANGEMENT

(54) Bezeichnung: KONFIGURIEREN UND/ODER STEuern EINER ROBOTERANORDNUNG



(57) Abstract: A method according to the invention comprises the step of: ascertaining (S110) at least one possible desired pose of a robot (10) of a robot arrangement for at least one prescribed initial position ( $X_a$ ) and task of the robot on the basis of a selection set ( $\{\{R\}i\}$ ), ascertained particularly before operation of the robot, of possible initial poses ( $P_{a,ij}$ ) prescribed for this at least one task and initial position ( $X_{a,i}$ ). Additionally or alternatively, the method comprises the steps of: ascertaining (S30) a starting set of initial poses ( $P_{a,ij}$ ) of the robot for the at least one initial position ( $X_{a,i}$ ) of the robot; selecting (S70) at least one initial pose ( $P_{a,ij}$ ) from the starting set on the basis of the at least one task of the robot and a prescribed selection criterion ( $G_{ij}$ ), particularly one prescribed on a user input basis; and adding (S80) this initial pose to the selection set as a possible initial pose prescribed for this initial position and task.

(57) Zusammenfassung: Ein erfindungsgemäßes Verfahren umfasst den Schritt: Ermitteln (S110) wenigstens einer möglichen Soll-Pose eines Roboters (10) einer Roboteranordnung für wenigstens eine vorgegebene Ausgangs-Position ( $X_a$ ) und Aufgabe des Roboters auf Basis einer, insbesondere vor einem Betrieb des Roboters ermittelten, Auswahl-Menge ( $\{\{R\}i\}$ ) von für diese wenigstens eine Aufgabe und Ausgangs-Position ( $X_{a,i}$ ) vorgegebenen möglichen Ausgangs-Posen ( $P_{a,ij}$ ). Zusätzlich oder alternativ umfasst das Verfahren die Schritte: Ermitteln (S30) einer Start-Menge von Ausgangs-Posen ( $P_{a,ij}$ ) des Roboters für die wenigstens eine Ausgangs-Position ( $X_{a,i}$ ) des Roboters; Auswählen (S70) von wenigstens einer Ausgangs-Pose ( $P_{a,ij}$ ) aus der Start-Menge auf Basis der wenigstens einen Aufgabe des Roboters und eines, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebenen Auswahlkriteriums ( $G_{ij}$ ); und Hinzufügen (S80) dieser Ausgangs-Pose als für diese Ausgangs-Position und Aufgabe vorgegebene mögliche Ausgangs-Pose zu der Auswahl-Menge.

WO 2017/220199 A1

LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI,  
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,  
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

- *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

**Veröffentlicht:**

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Beschreibung**Konfigurieren und/oder Steuern einer Roboteranordnung**

Die vorliegende Erfindung betrifft Verfahren zum Konfigurieren und/oder Steuern einer Roboteranordnung mit wenigstens einem Roboter auf Basis einer Auswahl-Menge von vorgegebenen möglichen Ausgangs-Posen des Roboters sowie zum Vorgeben der Auswahl-Menge, ein System und Computerprogrammprodukt zur Durchführung eines solchen Verfahrens und eine Roboteranordnung mit wenigstens einem Roboter und dem System.

Roboter sollen häufig dieselbe Aufgabe an verschiedenen kartesischen Positionen durchführen, beispielsweise versetzte Bohrungen herstellen, Nieten setzen, Werkstücke aufnehmen bzw. ablegen und dergleichen.

Diese Aufgaben können die Roboter häufig in verschiedenen Konfigurationen durchführen, insbesondere mit verschiedenen anfänglichen Posen. So kann beispielsweise ein üblicher sechsachsiger Roboter um eine Bohr- oder Nietachse gedreht werden und diverse kartesische Positionen mit beispielsweise bis zu acht unterschiedlichen Achsstellungen realisieren oder ein sieben- oder mehrachsiger Roboter dieselbe kartesische Position mit teilweise unendlich vielen verschiedenen Achsstellungen realisieren.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es zu, ein Konfigurieren und/oder Steuern einer Roboteranordnung mit wenigstens einem Roboter verbessern.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und/oder 8 gelöst. Ansprüche 10 bis 12 stellen ein System bzw. Computerprogrammprodukt zur Durchführung eines hier beschriebenen Verfahrens bzw. eine Roboteranordnung mit wenigstens einem Roboter und einem hier beschriebenen System unter Schutz. Die Unteransprüche betreffen vorteilhafte Weiterbildungen.

Nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung umfasst ein Verfahren zum Konfigurieren und/oder Steuern einer Roboteranordnung mit einem oder mehreren Robotern den Schritt: Ermitteln (jeweils) einer oder mehrerer möglicher Soll-Posen wenigstens eines Roboters der Roboteranordnung für eine oder mehrere vorgegebene

Aufgaben des Roboters und eine oder mehrere vorgegebene Ausgangs-Positionen, insbesondere zum Ausführen dieser Aufgabe(n), auf Basis einer, insbesondere vor einem Betrieb des Roboters ermittelten, Auswahl-Menge von für diese Ausgangs-Position(en) und Aufgabe(n) vorgegebenen möglichen Ausgangs-Posen, insbesondere Ermitteln einer oder  
5 mehrerer möglicher Soll-Posen des Roboters für eine vorgegebene (erste) Aufgabe des Roboters und eine oder mehrere vorgegebene Ausgangs-Positionen zum Ausführen dieser (ersten) Aufgabe auf Basis der Auswahl-Menge von mehrerer möglichen Ausgangs-Posen, die jeweils für diese (erste) Aufgabe und diese bzw. einer dieser Ausgangs-Position(en) vorgegeben sind.

10 Nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist das System, insbesondere hard- und/oder software-, insbesondere programmtechnisch, zur Durchführung eines hier beschriebenen Verfahrens eingerichtet und/oder weist auf: Mittel zum Ermitteln (jeweils) einer oder mehrerer möglicher Soll-Posen wenigstens eines Roboters für eine oder mehrere vorgegebene Aufgaben des Roboters und eine oder mehrere vorgegebene  
15 Ausgangs-Positionen, insbesondere zum Ausführen dieser Aufgabe(n), auf Basis einer, insbesondere vor einem Betrieb des Roboters ermittelten, Auswahl-Menge von für diese Ausgangs-Position(en) und Aufgabe(n) vorgegebenen möglichen Ausgangs-Posen, insbesondere Mittel zum Ermitteln einer oder mehrerer möglicher Soll-Posen des Roboters für eine vorgegebene (erste) Aufgabe des Roboters und eine oder mehrere vorgegebene  
20 Ausgangs-Positionen zum Ausführen dieser (ersten) Aufgabe auf Basis der Auswahl-Menge von mehrerer möglichen Ausgangs-Posen, die jeweils für diese (erste) Aufgabe und diese bzw. einer dieser Ausgangs-Position(en) vorgegeben sind.

Somit wird in einer Ausführung eine Auswahl-Menge von möglichen Positionen verwendet, die jeweils für eine bestimmte Aufgabe des Roboters und eine bestimmte Position des  
25 Roboters zum Durchführen dieser Aufgabe vorgegeben sind bzw. werden, wobei in einer Weiterbildung für dieselbe Aufgabe und verschiedene Positionen des Roboters zum Durchführen dieser selben Aufgabe jeweils eine oder mehrere mögliche Positionen (in) der Auswahl-Menge vorgegeben sind bzw. werden und in einer weiteren Weiterbildung für verschiedene Aufgaben und jeweils verschiedene Positionen des Roboters zum  
30 Durchführen einer dieser Aufgaben jeweils eine oder mehrere mögliche Positionen (in) der Auswahl-Menge vorgegeben sind bzw. werden.

Nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung umfasst das Verfahren den Schritt:  
Ermitteln einer Soll-Bahn des Roboters zu dieser Soll-Pose oder diesen Soll-Posen.  
Zusätzlich oder alternativ umfasst das Verfahren nach einer Ausführung der vorliegenden  
Erfindung den Schritt: Konfigurieren der Roboteranordnung, insbesondere des Roboters  
5 und/oder seiner Umgebung, auf Basis dieser Soll-Pose oder diesen Soll-Posen.

Entsprechend weist nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung das System auf:  
Mittel zum Ermitteln einer Soll-Bahn des Roboters zu dieser Soll-Pose oder diesen Soll-  
Posen und/oder zum Konfigurieren der Roboteranordnung, insbesondere des Roboters  
und/oder seiner Umgebung, auf Basis dieser Soll-Pose oder diesen Soll-Posen.

10 Hierdurch kann in einer Ausführung das Konfigurieren und/oder Steuern der  
Roboteranordnung, insbesondere des Roboters, verbessert werden.

Nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung umfasst das Verfahren bzw. ein  
Verfahren zum Vorgeben einer, insbesondere der, Auswahl-Menge von für eine oder  
mehrere (vorgegebene) Ausgangs-Positionen und eine oder mehrere (vorgegebene)  
15 Aufgaben eines, insbesondere des, Roboters vorgegebenen möglichen Ausgangs-Posen,  
insbesondere von mehreren für eine (erste) Aufgabe und eine oder mehrere Ausgangs-  
Positionen zur Durchführung dieser (ersten) Aufgabe vorgegebenen möglichen Ausgangs-  
Posen, die Schritte:

- für eine oder mehrere vorgegebene Ausgangs-Positionen des Roboters (jeweils)  
20 Ermitteln einer Start-Menge von Ausgangs-Posen des Roboters;
- (jeweils) Auswählen von einer oder mehreren Ausgangs-Posen aus der Start-Menge auf  
Basis der einen oder mehreren vorgegebenen Aufgabe(n) des Roboters und eines,  
insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebenen Auswahlkriteriums,  
insbesondere Auswählen von einer oder mehreren Ausgangs-Posen aus der Start-  
25 Menge auf Basis einer bzw. der (ersten) vorgegebenen Aufgabe des Roboters und  
eines, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebenen Auswahlkriteriums; und
- Hinzufügen dieser Ausgangs-Pose(n) als für diese Ausgangs-Position(en) und  
Aufgabe(n) vorgegebene Ausgangs-Pose(n) zu der Auswahl-Menge.

Entsprechend weist nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ein, insbesondere  
30 das, System auf:

Mittel zum Ermitteln einer Start-Menge von Ausgangs-Posen des Roboters für (jeweils) eine oder mehrere vorgegebene Ausgangs-Positionen des Roboters;

Mittel zum (jeweils) Auswählen von einer oder mehreren Ausgangs-Posen aus der Start-Menge auf Basis der einen oder mehreren vorgegebenen Aufgabe(n) des Roboters und

- 5 eines, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebenen Auswahlkriteriums, insbesondere Mittel zum Auswählen von einer oder mehreren Ausgangs-Posen aus der Start-Menge auf Basis einer bzw. der (ersten) vorgegebenen Aufgabe des Roboters und
- 10 eines, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebenen Auswahlkriteriums; und Mittel zum Hinzufügen dieser Ausgangs-Pose(n) als für diese Ausgangs-Position(en) und Aufgabe(n) vorgegebene Ausgangs-Pose(n) zu der Auswahl-Menge.

Hierdurch kann in einer Ausführung eine Auswahl-Menge vorgegebener Ausgangs-Posen des Roboters vorgegeben werden, die insbesondere zum Konfigurieren und/oder Steuern der Roboteranordnung, insbesondere des Roboters, verwendet werden und so dieses Konfigurieren bzw. Steuern verbessern kann.

- 15 Der Roboter weist in einer Ausführung wenigstens vier, insbesondere wenigstens sechs, insbesondere wenigstens sieben, (Bewegungs)Achsen bzw. Gelenke, insbesondere Drehgelenke, auf, die in einer Weiterbildung durch A(chsa)ntriebe, insbesondere durch Elektromotoren, aktuiert sind bzw. aktuiert werden bzw. sind.

- 20 Insbesondere wenigstens sechsachsige, insbesondere sieben- oder mehrachsige, Roboter gestatten häufig die Durchführung einer Aufgabe mit bzw. aus unterschiedlichen Ausgangs-Posen, so dass durch die Vorgabe einer Auswahl-Menge möglicher, insbesondere vorteilhafter, Ausgangs-Posen und/oder die Ermittlung einer oder mehrerer Soll-Posen aus dieser Auswahl-Menge das Konfigurieren und/oder Steuern von Roboteranordnungen mit solchen Robotern, insbesondere solcher Roboter, verbessert werden kann.

- 25 In einer Ausführung ist der Roboter ein stationärer Roboter. Dann kann dessen Konfigurieren insbesondere ein stationäres Platzieren des Roboters in (s)einer Umgebung umfassen. Zusätzlich oder alternativ kann das Konfigurieren der Roboteranordnung auch ein stationäres oder dynamisches (Um)Platzieren, insbesondere Bewegen, der Umgebung, insbesondere eines von dem Roboter zu bearbeitenden Werkstücks, umfassen. In einer
- 30 Ausführung ist der Roboter ein mobiler Roboter, insbesondere ein schienengebundener oder frei beweglicher Roboter, insbesondere mit einem entsprechenden Fahrwerk oder

dergleichen. Dann kann dessen Konfigurieren insbesondere ein dynamisches (Um)Platzieren bzw. Fortbewegen des Roboters, insbesondere seiner Basis, relativ zu (s)einer Umgebung, umfassen.

5 Eine *Pose* des Roboters hängt in einer Ausführung in fachüblicher Weise, insbesondere eineindeutig bzw. bijektiv, von den Stellungen aller Achsen des Roboters ab bzw. definiert diese, insbesondere eineindeutig bzw. bijektiv.

10 In einer Ausführung kann eine Pose somit insbesondere eine oder mehrere, insbesondere alle, Achsstellungen des Roboters aufweisen bzw. direkt (angeben). Zusätzlich oder alternativ kann eine Pose in einer Ausführung einen Wert eines ein- oder mehrdimensionalen Redundanzparameters aufweisen, beispielsweise einen an sich bekannten „Status“- und „Turn“-Wert eines sechsachsigen KUKA-  
Knickarmindustrieroboters, einen Ellbogenwinkel eines KUKA LBR iiwa-Roboters oder  
15 dergleichen. Der Redundanzparameters kann dazu dienen, die insbesondere bei Knickarmrobotern auftretende Mehrdeutigkeit der Achsstellungen zum Erreichen einer Pose bzw. Position zu beseitigen, zum Beispiel indem durch die Redundanzparameter „Status“ und „Turn“ die möglichen Achsstellungen bezeichnet werden und durch eine Auswahl der entsprechenden, insbesondere binären, Redundanzparameter die gewünschte Möglichkeit festgelegt wird.

20 Mehrere Posen können in einer Ausführung entsprechend insbesondere entsprechende (ein- oder mehrdimensionale) Wertebereiche eines bzw. des ein- oder mehrdimensionalen Redundanzparameters aufweisen. Hierdurch können diese Posen vorteilhaft gehandhabt, insbesondere abgespeichert und/oder visualisiert, werden.

25 Eine *Position* des Roboters hängt in einer Ausführung in fachüblicher Weise, insbesondere eineindeutig bzw. bijektiv, von einer, insbesondere ein-, zwei- oder dreidimensionalen, Lage und/oder Orientierung eines roboterfesten Referenzpunktes, insbesondere des T(ool)C(enter)P(oint)s, des Roboters ab bzw. definiert diese, insbesondere eineindeutig bzw. bijektiv.

30 Eine *Aufgabe* des Roboters hängt in einer Ausführung in fachüblicher Weise, insbesondere eineindeutig bzw. bijektiv, von einer Bewegung des Roboters, insbesondere einer Translation und/oder Rotation eines, insbesondere des, roboterfesten Referenzpunktes ab

bzw. definiert diese, insbesondere deren Verlauf und/oder eineindeutig bzw. bijektiv. In einer Weiterbildung umfasst eine Aufgabe des Roboters insbesondere eine vorgegebene Bewegungsbahn, insbesondere einen ein- oder mehrdimensionalen Vorschub oder dergleichen.

- 5 Das Ermitteln wenigstens einer möglichen Soll-Pose des Roboters auf Basis der Auswahl-Menge umfasst in einer Ausführung insbesondere ein Auswählen aus der Auswahl-Menge, insbesondere ein Auswählen einer der vorgegebenen Ausgangs-Posen auf Basis eines, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebenen Gütekriteriums. Gleichermaßen kann in einer Ausführung für eine oder mehrere Ausgangs-Positionen und/oder Aufgaben  
10 des Roboters die Auswahl-Menge jeweils genau eine Ausgangs-Pose aufweisen, die dann für die entsprechende Ausgangs-Position und Aufgabe ausgewählt wird. Hierdurch kann das Ermitteln der Soll-Pose beschleunigt werden.

- Die Soll-Bahn des Roboters weist in einer Ausführung die eine oder mehrere Soll-Pose(n) auf. Insbesondere können so in einer Ausführung dieselbe Aufgabe mehrmals  
15 nacheinander an verschiedenen Positionen abgearbeitet bzw. eine Bahnplanung hierfür verbessert werden.

- Das Konfigurieren der Roboteranordnung umfasst in einer Ausführung das Platzieren des Roboters relativ zu (s)einer Umgebung und/oder eines Werkstücks relativ zu dem Roboter in (einer) der ermittelten möglichen Soll-Posen. Hierdurch kann der Roboter und/oder  
20 dessen Arbeitsumgebung verbessert werden.

- In einer Ausführung ordnet die Ausgangs-Menge einer oder mehreren diskreten Ausgangs-Positionen jeweils eine oder mehrere mögliche Ausgangs-Posen zu. In einer Weiterbildung ist/sind dann für all diejenigen Ausgangs-Positionen, deren Abstand zu einer (ersten) dieser diskreten Ausgangs-Positionen der Ausgangs-Menge höchstens einem vorgegebenen  
25 Maximalabstand entspricht und/oder kleiner ist als zu allen anderen dieser diskreten Ausgangs-Positionen, ebenfalls diejenige(n) mögliche(n) Ausgangs-Pose(n) vorgegeben, die für diese eine (erste) diskrete Ausgangs-Position vorgegeben ist/sind. In einer Weiterbildung können für Ausgangs-Positionen, die keiner der diskreten Ausgangs-Positionen der Auswahl-Menge entsprechen, all diejenigen möglichen Ausgangs-Posen  
30 vorgegeben sein, die wenigstens einer der um- bzw. nächstliegenden diskreten Ausgangs-

Positionen zugeordnet sind oder sich, insbesondere durch Interpolation, Mittelung oder dergleichen, aus diesen ergeben.

In einer Ausführung weist die Auswahl-Menge für mehrere, insbesondere benutzereingabenabhängig, beispielsweise durch Eingabe eines möglichen Ausgangs-  
5 Bereichs bzw. -Gebiets, vorgegebene Ausgangs-Positionen und/oder mehrere, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebene Aufgaben jeweils eine oder mehrere mögliche Ausgangs-Posen des Roboters auf bzw. werden bzw. sind für mehrere, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebene Ausgangs-Positionen und/oder  
10 mehrere, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebene Aufgaben jeweils eine oder mehrere mögliche Ausgangs-Posen des Roboters (der Auswahl-Menge) vorgegeben.

Hierdurch können in einer Ausführung verschiedene Ausgangs-Positionen angefahren und/oder verschiedene Aufgaben durchgeführt und/oder zum bzw. beim Konfigurieren der Roboteranordnung verwendet bzw. berücksichtigt werden.

In einer Ausführung sind die Ausgangs-Positionen der Auswahl-und/oder Start-Menge  
15 diskret, insbesondere äquidistant, entlang einer Kurve oder auf einer zwei- oder mehrdimensionalen, insbesondere benutzereingabenabhängig vorgegebenen und/oder ebenen oder gekrümmten, (Hyper)Fläche angeordnet. Entsprechend wird in einer Ausführung ein Arbeitsraum des Roboters oder ein, insbesondere benutzereingabenabhängig vorgegebener, Teil hiervon, insbesondere eine Kurve oder  
20 (Hyper)Fläche darin, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegeben bzw. in die diskreten Ausgangs-Positionen gerastert bzw. -sampelt. Hierdurch können diese Ausgangs-Positionen vorteilhaft gehandhabt, insbesondere abgespeichert und/oder visualisiert, werden. Die Auswahl- und/oder Start-Menge ordnet somit in einer Ausführung einer eindimensionalen Folge oder einem zwei- oder mehrdimensionalen Feld bzw. Tupel  
25 von diskreten Ausgangs-Positionen jeweils eine oder mehrere mögliche Ausgangs-Posen zu.

In einer Ausführung wird die Auswahl-Menge vor einem Betrieb des Roboters (zum Durchführen der Aufgabe(n)) bzw. offline ermittelt. Hierdurch kann in einer Ausführung eine rechenzeitintensive Ermittlung vorteilhaft zeitunkritisch vorab erfolgen.

In einer Ausführung kann auch die Ermittlung der Soll-Pose(n) vor einem Betrieb des Roboters (zum Durchführen der Aufgabe(n)) bzw. offline erfolgen, insbesondere zur offline-Bahnplanung und/oder -Konfiguration der Roboteranordnung, insbesondere des Roboters, beispielsweise seinem stationären Platzieren.

- 5 In einer anderen Ausführung wird bzw. werden die mögliche Soll-Pose(n) während eines Betriebs des Roboters zum Durchführen der Aufgabe(n) bzw. online ermittelt. Insbesondere kann in einer Ausführung in einem (zeitkritischen) Online-Betrieb auf die offline ermittelte Auswahl-Menge zugegriffen und so eine online-Bahnplanung und/oder -Konfiguration der Roboteranordnung, insbesondere des Roboters, beispielsweise dessen dynamisches  
10 (Um)Platzieren bzw. Fortbewegen, verbessert werden.

- In einer Ausführung wird bzw. ist die Auswahl-Menge entsprechend eines, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegeben Gütekriteriums sortiert, insbesondere vor einem Betrieb des Roboters (zum Durchführen der Aufgabe(n)) bzw. offline. Hierdurch kann in einer Ausführung die Auswahl einer Soll-Pose aus der Auswahl-Menge bzw. ihren  
15 vorgegebenen Ausgangs-Posen, verbessert, insbesondere vorteilhaft bei einer Online-Bahnplanung oder -Konfiguration genutzt, werden.

- Zusätzlich oder alternativ kann in einer Ausführung die Auswahl-Menge für eine oder mehrere vorgegebene Ausgangs-Positionen und eine oder mehrere vorgegebene Aufgaben jeweils einen Wert eines bzw. des Gütekriteriums aufweisen. Hierdurch kann in einer  
20 Ausführung die Auswahl einer Soll-Pose aus der Auswahl-Menge bzw. ihrer vorgegebenen Ausgangs-Posen, verbessert, insbesondere vorteilhaft bei einer Offline-Bahnplanung oder -Konfiguration genutzt, werden.

- Zusätzlich oder alternativ kann in einer Ausführung die Auswahl-Menge für eine oder mehrere vorgegebene Ausgangs-Positionen und eine oder mehrere vorgegebene Aufgaben  
25 jeweils eine oder mehrere End-Posen aufweisen. Hierdurch kann das Konfigurieren und/oder Steuern weiter verbessert werden: häufig kann der Roboter auch ein Ende einer Aufgabe bzw. eine End-Position mit bzw. in unterschiedlichen End-Posen realisieren. Dann kann es, insbesondere zum Platzieren des Roboters und/oder bei der Bahnplanung, vorteilhaft sein, auch die verschiedenen möglichen End-Posen zu berücksichtigen.

In einer Ausführung hängt ein, insbesondere das, Auswahlkriterium, auf Basis dessen Ausgangs-Posen aus der Start-Menge ausgewählt werden, und/oder ein, insbesondere das, Gütekriterium, das die Auswahl-Menge aufweist und/oder auf Basis dessen die Auswahl-Menge sortiert ist bzw. wird, und das in einer Weiterbildung mit dem Auswahlkriterium teilweise oder vollständig übereinstimmen kann, (jeweils), insbesondere  
5 benutzereingabenabhängig, insbesondere wahlweise, von einem ein- oder mehrdimensionalen Abstand zu ein- oder mehrdimensionalen vorgegebenen Achsgrenzen, insbesondere mechanischen und/oder softwaretechnischen Achsanschlägen, ab. Hierdurch können in einer Ausführung insbesondere Posen verworfen werden, die zu nahe an den  
10 Achsgrenzen liegen, diese insbesondere verletzen (würden). Entsprechend weist die Auswahl-Menge in einer Ausführung nur vorgegebene Ausgangs-Posen auf bzw. werden in einer Ausführung der Auswahl-Menge nur Ausgangs-Posen hinzugefügt, bei denen bzw. für die der Roboter die Aufgabe mit ausreichendem Abstand zu seinen Achsgrenzen durchführen kann.

15 Zusätzlich oder alternativ hängt in einer Ausführung das Auswahlkriterium und/oder das Gütekriterium (jeweils), insbesondere benutzereingabenabhängig, insbesondere wahlweise, von einem ein- oder mehrdimensionalen Abstand zu, insbesondere vorab bekannten und/oder während des Betriebs des Roboters zur Durchführung der Aufgabe erfassten, Hindernissen ab. Hierdurch können in einer Ausführung insbesondere Posen verworfen  
20 werden, bei denen der Roboter mit einem bzw. dem Hindernis kollidieren würde. Entsprechend weist die Auswahl-Menge in einer Ausführung nur vorgegebene Ausgangs-Posen auf bzw. werden in einer Ausführung der Auswahl-Menge nur Ausgangs-Posen hinzugefügt, bei denen bzw. für die der Roboter die Aufgabe kollisionsfrei durchführen kann.

Zusätzlich oder alternativ hängt in einer Ausführung das Auswahlkriterium und/oder das  
25 Gütekriterium (jeweils), insbesondere benutzereingabenabhängig, insbesondere wahlweise, von einem ein- oder mehrdimensionalen Abstand zu, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebenen (maximal( zulässig)en) Geschwindigkeiten und/oder (maximal( zulässig)en) Zeitableitungen hiervon, insbesondere (maximal( zulässig)en) Beschleunigungen, Rucken oder dergleichen, des Roboters ab.  
30 Hierdurch können in einer Ausführung insbesondere Posen verworfen werden, die Geschwindigkeits-, Beschleunigungs- Ruck- oder ähnliche Grenzen verletzen (würden). Entsprechend weist die Auswahl-Menge in einer Ausführung nur vorgegebene Ausgangs-Posen auf bzw. werden in einer Ausführung der Auswahl-Menge nur Ausgangs-Posen

hinzugefügt, bei denen bzw. für die der Roboter die Aufgabe ohne Überschreitung vorgegebener Geschwindigkeits-, Beschleunigungs- Ruck- oder ähnlichen Grenzen durchführen kann.

5 Zusätzlich oder alternativ hängt in einer Ausführung das Auswahlkriterium und/oder das Gütekriterium (jeweils), insbesondere benutzereingabenabhängig, insbesondere wahlweise, von einem ein- oder mehrdimensionalen Abstand zu vorgegebenen, insbesondere singulären, Posen, des Roboters ab. Hierdurch können in einer Ausführung insbesondere Posen verworfen werden, die zu nahe an diesen vorgegebenen, insbesondere singulären, Posen liegen (würden). Entsprechend weist die Auswahl-Menge in einer Ausführung nur  
10 vorgegebene Ausgangs-Posen auf bzw. werden in einer Ausführung der Auswahl-Menge nur Ausgangs-Posen hinzugefügt, bei denen bzw. für die der Roboter die Aufgabe mit ausreichendem Abstand zu den vorgegebenen, insbesondere singulären, Posen durchführen kann.

15 Zusätzlich oder alternativ hängt in einer Ausführung das Auswahlkriterium und/oder das Gütekriterium (jeweils), insbesondere benutzereingabenabhängig, insbesondere wahlweise, von Kräften ab, die der Roboter aufbringen kann, insbesondere vorgegebenen (zulässigen) Maximal- und/oder (erforderlichen) Mindestkräften, insbesondere zur Durchführung der Aufgabe. Entsprechend weist die Auswahl-Menge in einer Ausführung nur vorgegebene  
20 Ausgangs-Posen auf bzw. werden in einer Ausführung der Auswahl-Menge nur Ausgangs-Posen hinzugefügt, bei denen bzw. für die der Roboter ausreichende und/oder keine unzulässig hohen Kräfte aufbringen kann.

In einer Ausführung wird/werden bzw. ist/sind die Ausgangs-Position(en), für die die Auswahl-Menge vorgegeben ist bzw. wird, roboterfest, insbesondere roboterbasisfest, (vorgegeben), insbesondere in einem roboterfesten, insbesondere roboterbasisfesten,  
25 Koordinatensystem vorgegeben, insbesondere direkt oder mittels einer entsprechenden Transformation. Hierdurch kann die Auswahl-Menge sozusagen mit dem Roboter mitbewegt werden, was insbesondere das stationäre Platzieren oder dynamische Fortbewegen des Roboters verbessern kann.

30 In einer Ausführung weist das Verfahren den Schritt auf: Ermitteln mehrerer bzw. der Ausgangs-Positionen (zum Ermitteln) der Start-Menge auf Basis einer, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebenen, insbesondere parametrierbaren,

Diskretisierung. Hierdurch kann in einer Ausführung ein in Betracht kommendes Start-Gebiet für die jeweilige Aufgabe vorteilhaft gerastert bzw. –sampelt werden. Entsprechend weist in einer Ausführung das System auf: Mittel zum Ermitteln mehrerer bzw. der Ausgangs-Positionen (zum Ermitteln) der Start-Menge auf Basis einer, insbesondere  
5 benutzereingabenabhängig, vorgegebenen, insbesondere parametrierbaren, Diskretisierung.

Zusätzlich oder alternativ weist in einer Ausführung das Verfahren den Schritt auf: Ermitteln der Ausgangs-Posen der Start-Menge auf Basis eines, insbesondere  
10 benutzereingabenabhängig, vorgegebenen, insbesondere parametrierbaren, Redundanzparameterwertebereichs und/oder einer, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebenen, insbesondere parametrierbaren, Diskretisierung. Hierdurch kann die Start-Menge vorteilhaft gehandhabt, insbesondere gespeichert, visualisiert und/oder gerastert bzw. –sampelt, werden. Entsprechend weist in einer Ausführung das System auf: Mittel zum Ermitteln der Ausgangs-Posen der Start-  
15 Menge auf Basis eines, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebenen, insbesondere parametrierbaren, Redundanzparameterwertebereichs und/oder einer, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebenen, insbesondere parametrierbaren, Diskretisierung.

Zusätzlich oder alternativ weist in einer Ausführung das Verfahren den Schritt auf: Ermitteln  
20 einer oder mehrerer Zwischen-Posen und/oder Ermitteln einer oder mehrerer End-Posen des Roboters auf Basis der jeweiligen Aufgabe, insbesondere Ermitteln einer oder mehrerer vorgegebener Zwischen- oder End-Positionen des Roboters auf Basis der Aufgabe, und/oder eines, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebenen, insbesondere parametrierbaren, Redundanzparameterwertebereichs und/oder einer, insbesondere  
25 benutzereingabenabhängig, vorgegebenen, insbesondere parametrierbaren, Diskretisierung. In einer Ausführung wird wenigstens eine Zwischen- und/oder wenigstens eine End-Pose auf Basis der Redundanzparameterwerte der Ausgangs-Pose ermittelt, insbesondere mit den(selben) bzw. für die(selben) Redundanzparameterwerte(n) der Ausgangs-Pose. Hierdurch kann in einer Ausführung eine Umkonfiguration des Roboters  
30 während des Durchführens der Aufgabe reduziert werden. Entsprechend weist in einer Ausführung das System auf: Mittel zum Ermitteln einer oder mehrerer Zwischen-Posen und/oder Ermitteln einer oder mehrerer End-Posen des Roboters auf Basis der jeweiligen Aufgabe, insbesondere zum Ermitteln einer oder mehrerer vorgegebener Zwischen- oder

End-Positionen des Roboters auf Basis der Aufgabe, und/oder eines, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebenen, insbesondere parametrierbaren, Redundanzparameterwertebereichs und/oder einer, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebenen, insbesondere parametrierbaren,

5 Diskretisierung.

Zusätzlich oder alternativ weist in einer Ausführung das Verfahren den Schritt auf: Simulieren, insbesondere numerisches Simulieren, der Durchführung der Aufgabe durch den Roboter, insbesondere Anfahren der Zwischen- und/oder End-Position(en) bzw. – Pose(n) aus der bzw. den Ausgangs-Position(en) bzw. Pose(n). Dabei kann insbesondere  
10 das Auswahlkriterium vorteilhaft ermittelt, beispielsweise eine Einhaltung von Achs-, Geschwindigkeits-, Kraft- und ähnlichen Grenzen, Kollisions- und/oder Singularitätsfreiheit und dergleichen geprüft werden. Entsprechend weist in einer Ausführung das System auf: Mittel zum Simulieren, insbesondere numerischen Simulieren, der Durchführung der Aufgabe durch den Roboter, insbesondere Anfahren der Zwischen- und/oder End-  
15 Position(en) bzw. –Pose(n) aus der bzw. den Ausgangs-Position(en) bzw. Pose(n).

Zusätzlich oder alternativ weist in einer Ausführung das Verfahren den Schritt auf: Ordnen, insbesondere Sortieren, der Ausgangs-Posen auf Basis des Auswahl-, insbesondere Gütekriteriums und/oder ihrer Abfolge und/oder einer, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebenen Anzahl. So können in einer Weiterbildung  
20 beispielsweise für eine Ausgangs-Position die erste(n) und/oder bezüglich des Gütekriteriums besten ermittelten möglichen Ausgangs-Posen, insbesondere eine vorgegebene Anzahl hiervon, ermittelt und der Auswahl-Menge hinzugefügt werden. Entsprechend weist in einer Ausführung das System auf: Mittel zum Ordnen, insbesondere Sortieren, der Ausgangs-Posen auf Basis des Auswahl-, insbesondere Gütekriteriums  
25 und/oder ihrer Abfolge und/oder einer, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebenen Anzahl.

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-,  
30 insbesondere Mikroprozessoreinheit (CPU) und/oder ein oder mehrere Programme oder Programmmodule aufweisen. Die CPU kann dazu ausgebildet sein, Befehle, die 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 Verfahren ausführen kann und damit insbesondere die Roboteranordnung, insbesondere den Roboter und/oder seine Umgebung, konfigurieren und/oder steuern kann.

In einer Ausführung werden ein oder mehrere, insbesondere alle, Schritte des Verfahrens vollständig oder teilweise automatisiert durchgeführt, insbesondere durch das System bzw. sein(e) Mittel.

Durch eine benutzereingabenabhängige Vorgabe kann insbesondere die Flexibilität des Verfahrens bzw. Systems erhöht bzw. dieses für verschiedene Anwendungen angepasst, insbesondere optimiert, werden. In einer Ausführung umfasst „benutzereingabenabhängig“ insbesondere „wahlweise in Abhängigkeit von einer Benutzereingabe“ und/oder „(in Abhängigkeit von einer Benutzereingabe) parametrierbar“.

Ein Vorgeben und/oder Ermitteln umfasst in einer Ausführung ein Berechnen und/oder, insbesondere temporäres oder dauerhaftes bzw. nicht-flüchtiges, Abspeichern.

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

Fig. 1: eine Roboteranordnung mit einem Roboter und einem System zum Konfigurieren und/oder Steuern der Roboteranordnung nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 2: ein Verfahren zum Konfigurieren und/oder Steuern der Roboteranordnung nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung.

Fig. 1 zeigt exemplarisch eine Roboteranordnung mit einem Roboter 10 und einem System 20 zum Konfigurieren und/oder Steuern der Roboteranordnung, insbesondere zum

Konfigurieren und/oder Steuern des Roboters 10 und/oder (s)einer (nicht dargestellten) Umgebung, nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung.

Der Roboter 10 weist in an sich bekannter Weise sieben Drehachsen A1 bis A7, einen Tool Center Point TCP und eine Basis 11 auf.

- 5 Das System 20 ist mit dem Roboter 10 signalverbunden und führt ein nachfolgend mit Bezug auf Fig. 2 beschriebenes Verfahren zum Konfigurieren und/oder Steuern der Roboteranordnung, insbesondere zum Konfigurieren und/oder Steuern des Roboters 10 und/oder (s)einer (nicht dargestellten) Umgebung, nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung durch bzw. ist hierzu eingerichtet. Es kann beispielsweise in einem bzw. durch  
10 einen Computer implementiert sein.

Zunächst wird vorab offline für eine vorgegebene Aufgabe, beispielsweise eine Linearbewegung des TCPs zum Einführen eines Niets entlang einer vorgegebenen Nietachse, einer Schraubbewegung des TCPs zum Bohren eines Lochs entlang einer vorgegebenen Bohrachse oder dergleichen, und eine Anzahl diskreter, auf einer ebenen  
15 oder gekrümmten Fläche verteilter kartesischer Ausgangs-Positionen zum Durchführen dieser Aufgabe, d.h. einer Anzahl möglicher Startpunkte dieser Linearbewegung bzw. Achse, die bezüglich der Basis 11 vorgegeben sind, eine Auswahl-Menge möglicher Ausgangs-Posen des Roboters 10 vorgegeben.

Hierzu wird in Schritt S10 zunächst eine erste Ausgangs-Positionen  $X_{a,1}$  der diskreten  
20 Ausgangs-Positionen  $X_{a,i}$  eingelesen, wobei ein Benutzer durch entsprechende Eingabe beispielsweise die Grenzen und/oder Diskretisierung der Fläche vorgeben kann.

Dann wird in Schritt S20 zunächst ein erster Redundanzparameterwert  $R_1$  vorgegeben, wobei ein Benutzer durch entsprechende Eingabe beispielsweise einen Redundanzparameterwertebereich und/oder dessen Diskretisierung bzw. Sampelung in  
25 Redundanzparameterwerte  $R_j$  vorgeben kann. Dieser Redundanzparameter kann beispielsweise den aus der KUKA-KRL bekannten Status, Ellbogenwinkel, Drehung um die Stoßachse des TCPs oder dergleichen, aufweisen.

Für jeden Redundanzparameterwert  $R_j$  aus Schritt S20 wird in Schritt S30 eine bijektiv zugeordnete bzw. durch diesen bestimmte Ausgangs-Pose  $P_{a,ij}$  des Roboters 10 ermittelt.

Aus der Aufgabe, beispielsweise der Linearbewegung, wird zunächst in Schritt S40 eine End-Positionen  $X_{e,i}$  des Roboters 10 und hieraus in Schritt S50 mit dem Redundanzparameterwert  $R_j$  aus Schritt S20 die zugehörige End-Pose  $P_{e,ij}$  des Roboters 10 ermittelt.

- 5 In einer nicht dargestellten Abwandlung könnten auch für verschiedene Redundanzparameterwert  $R_k$ , den Redundanzparameterwert  $R_j$  der Ausgangs-Pose und die Ausgangs-Position  $X_{a,i}$  jeweils entsprechende End-Posen  $P_{e,ijk}$  ermittelt werden.

Dann wird in Schritt S60 die Durchführung der Aufgabe  $X_{a,i} \rightarrow X_{e,i}$  bzw. die Bewegung  $P_{a,ij} \rightarrow P_{e,ij(k)}$  simuliert und ein Auswahl-Kriterium  $G_{ij(k)}$  ermittelt. Dieses kann beispielsweise von einem ausreichenden Abstand zu Achsgrenzen, Hindernissen, singulären Posen und/oder Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungsgrenzen des Roboters 10 bei seiner (Linear)Bewegung von der Ausgangs-Pose  $P_{a,ij}$  in die End-Pose  $P_{e,ij(k)}$  abhängen.

In Schritt S70 wird dieses Auswahl-Kriterium überprüft, was in Fig. 2 in schematisierter Form durch eine allgemeine Norm  $\|\cdot\|$  angedeutet ist.

- 15 Erfüllt ein Redundanzparameterwert  $R_j$  (bzw.  $R_k$ ) das Auswahl-Kriterium (S70: „Y“), wird er und damit die durch ihn bestimmte Ausgangs-Pose  $P_{a,ij}$  (bzw. in der Abwandlung zusätzlich die Ausgangs-Pose(n)  $P_{e,ijk}$ ) in einem Schritt S80 für die Ausgangs-Position  $X_{a,i}$  der Auswahl-Menge  $\{\{R\}_i\}$  als mögliche Ausgangs-Pose hinzugefügt und mit Schritt S90 fortgefahren. Andernfalls (S70: „N“) wird dieser Redundanzparameterwert  $R_j$  bzw. die  
20 Ausgangs-Pose  $P_{a,ij}$  verworfen und direkt mit Schritt S90 fortgefahren.

In Fig. 2 ist die Auswahl-Menge in fachüblicher Weise als Menge  $\{\{R\}_i\}$  der Teilmengen  $\{R\}_i$  der Redundanzparameterwerte  $R_{(j)}$  zu den einzelnen Ausgangs-Position  $X_{a,i}$  symbolisiert, um anzudeuten, dass bei Erfüllung des Auswahl-Kriteriums der entsprechende Redundanzparameterwert  $R_j$  bzw. die durch ihn bestimmte Ausgangs-Pose  $P_{a,ij}$  der  
25 Teilmenge  $\{R\}_i$  für die entsprechende Ausgangs-Position  $X_{a,i}$  hinzugefügt wird.

In Schritt S90 wird ein Abbruchkriterium geprüft, welches in Fig. 2 nur schematisiert dadurch angedeutet ist, dass überprüft wird, ob zu jeder Ausgangs-Position wenigstens eine mögliche Ausgangs-Pose ermittelt worden ist. Gleichmaßen kann hier beispielsweise auch das Erreichen eines bestimmten Abbruchkriterium-Wertes,

beispielsweise das Erreichen eines vorgegebenen Mindestabstands zu Achsgrenzen, Hindernissen, singulären Posen und/oder Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungsgrenzen, geprüft oder der ganze vorgegebene Redundanzparameterwertebereich  $\{R_j\}$  oder eine vorgegebene Mindest- und/oder

5 Höchstanzahl Redundanzparameterwerten  $R_j$  von überprüft werden.

Solange das Abbruchkriterium noch nicht erfüllt, beispielsweise zu der entsprechenden Ausgangs-Position noch keine mögliche Ausgangs-Pose ermittelt worden ist (in S90 entsprechend: „Y“), werden die Schritte S30 bis S90 jeweils mit dem nächsten der diskreten Redundanzparameterwerte  $R_j$  wiederholt.

10 Ist das Abbruchkriterium erfüllt, weil beispielsweise zu der entsprechenden Ausgangs-Position wenigstens eine mögliche Ausgangs-Pose ermittelt oder der ganze vorgegebene Redundanzparameterwertebereich überprüft worden ist (in S90 entsprechend: „N“), werden die Schritte S10 bis S90 für die nächste Ausgangs-Position  $X_{a, i+1}$  wiederholt, bis alle diskreten Ausgangs-Positionen durchgearbeitet wurden (S100: „Y“).

15 Damit steht eine Auswahl-Menge von für die Aufgabe  $X_{a(i)} \rightarrow X_{e(i)}$  und die Ausgangs-Positionen  $X_{a, i}$  zum Ausführen dieser Aufgabe vorgegebenen möglichen Ausgangs-Posen  $P_{a, ij}$  zur Verfügung, die jeweils das Abbruchkriterium „ $\|\cdot\| > G_0$ “ erfüllen, beispielsweise ausreichende Abstände zu Achsgrenzen, Hindernissen, singulären Posen und/oder Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungsgrenzen gewährleisten.

20 Hierzu ordnet die Auswahl-Menge jeder der diskreten Ausgangs-Positionen  $X_{a, i}$  die in Schritt S80 aufgefundenen Redundanzparameterwerte  $R_j$  zu, wobei für Ausgangs-Positionen, die keiner dieser diskreten Ausgangs-Positionen  $X_{a, i}$  entsprechen, beispielsweise die Redundanzparameterwerte  $R_j$  bzw. möglichen Ausgangs-Posen  $P_{a, ij}$  vorgegeben sind bzw. werden, die der nächstliegenden diskreten Ausgangs-Position  $X_{a, i}$

25 zugeordnet sind.

Im Betrieb werden zur Bahnplanung nun für die an einer Ausgangs-Position  $X_a$  durchzuführende Aufgabe jeweils in einem Schritt S110 online die hierfür vorgegebenen möglichen Ausgangs-Posen  $P_{a, ij}$  bzw. diese beschreibenden Redundanzparameterwerte  $R_j$  aus der Auswahl-Menge abgefragt und hieraus beispielsweise jeweils möglichst diejenige

verwendet bzw. angefahren, die den besten Wert des Abbruchkriteriums aufweist, das somit gleichermaßen als Gütekriterium fungiert.

In einer alternativen Ausführung kann in Schritt S110 auch der Roboter 10 und/oder (s)eine Umgebung konfiguriert, beispielsweise der Roboter zur Durchführung der Aufgabe an der Ausgangs-Position  $X_a$  stationär oder dynamisch so (um)platziert werden, dass er die bezüglich des Gütekriteriums möglichst beste(n) Ausgangs-Pose(n)  $P_{a, ij}$  aufweisen kann.

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

So wurde beispielsweise der Auswahl-Menge jeweils der entsprechende Redundanzparameter-Wert  $R_j$  hinzugefügt, der die entsprechende Ausgangs-Pose  $P_{a, ij}$  des Roboters 10 für die jeweilige Ausgangs-Position  $X_{a, i}$  eindeutig bestimmt. Gleichermaßen können in einer Abwandlung beispielsweise auch alle Achswinkel des Roboters in der jeweiligen Ausgangs-Pose  $P_{a, ij}$ , eine Mischform aus Achswinkeln und (niedrigdimensionalen) Redundanzparametern oder andere Darstellungen abgespeichert werden, beispielsweise Grenzen möglicher bzw. zulässiger Redundanzparameterwerte.

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 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.

Bezugszeichenliste

	10	Roboter
	11	Roboterbasis
5	20	Computer (System)
	A1 – A7	Roboterachse
	$G_{ij}$	Abbruch-/Gütekriterium-Wert
	$P_{a/e, ij}$	Ausgangs-/End-Pose
10	$R_j$	diskreter (gesampelter) Redundanzparameterwert
	TCP	Tool Center Point
	$X_a$	Ausgangs-Position
	$X_{a, i}$	diskrete (gesampelte) Ausgangs-Position
	$X_{e, i}$	aufgabespezifische End-Position zu Ausgangs-Position $X_{a, i}$
15	{}	(Teil)Menge

Patentansprüche

1. Verfahren zum Konfigurieren und/oder Steuern einer Roboteranordnung mit wenigstens einem Roboter (10), mit dem Schritt:
  - Ermitteln (S110) wenigstens einer möglichen Soll-Pose des Roboters  
5 für wenigstens eine vorgegebene Ausgangs-Position ( $X_a$ ) und Aufgabe des Roboters auf Basis einer, insbesondere vor einem Betrieb des Roboters ermittelten, Auswahl-Menge ( $\{\{R\}_i\}$ ) von für diese wenigstens eine Aufgabe und Ausgangs-Position ( $X_{a, i}$ ) vorgegebenen möglichen Ausgangs-Posen ( $P_{a, ij}$ ).
2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch wenigstens einen der Schritte:
  - 10 – Ermitteln (S110) einer Soll-Bahn des Roboters zu dieser wenigstens einen möglichen Soll-Pose; und/oder
  - Konfigurieren (S110) der Roboteranordnung auf Basis dieser wenigstens einen möglichen Soll-Pose.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass  
15 die Auswahl-Menge für mehrere, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebene Ausgangs-Positionen ( $X_{a, i}$ ) und/oder Aufgaben jeweils wenigstens eine mögliche Ausgangs-Pose ( $P_{a, ij}$ ) des Roboters aufweist
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass  
20 die wenigstens eine mögliche Soll-Pose während eines Betriebs des Roboters zum Durchführen der Aufgabe ermittelt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass  
25 die Auswahl-Menge für wenigstens eine vorgegebene Ausgangs-Position und Aufgabe jeweils wenigstens eine mögliche End-Pose ( $P_{e, ij}$ ) und/oder einen Wert eines, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebenen Gütekriteriums ( $G_{ij}$ ) aufweist und/oder vorgegebene mögliche Ausgangs-Posen der Auswahl-Menge entsprechend eines, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebenen Gütekriteriums ( $G_{ij}$ ) sortiert sind.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Auswahl- und/oder Gütekriterium ( $G_{ij}$ ), insbesondere benutzereingabenabhängig,

von einem Abstand zu vorgegebenen Achsgrenzen, Hindernissen, vorgegebenen Geschwindigkeiten und/oder Zeitableitungen hiervon, insbesondere singulären, Posen, und/oder, insbesondere von dem Roboter aufbringbaren, Kräften abhängt.

- 5 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine vorgegebene Ausgangs-Position der Auswahl-Menge roboterfest vorgegeben ist.
- 10 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche und/oder zum Vorgeben einer Auswahl-Menge ( $\{\{R_j\}\}$ ) von für wenigstens eine Ausgangs-Position ( $X_{a,i}$ ) und Aufgabe eines Roboters (10) vorgegebenen möglichen Ausgangs-Posen ( $P_{a,ij}$ ), gekennzeichnet durch die Schritte:
- Ermitteln (S30) einer Start-Menge von Ausgangs-Posen ( $P_{a,ij}$ ) des Roboters für die wenigstens eine Ausgangs-Position ( $X_{a,i}$ ) des Roboters;
  - Auswählen (S70) von wenigstens einer Ausgangs-Pose ( $P_{a,ij}$ ) aus der Start-Menge auf Basis der wenigstens einen Aufgabe des Roboters und eines, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebenen Auswahlkriteriums ( $G_{ij}$ ); und
  - 15 – Hinzufügen (S80) dieser Ausgangs-Pose als für diese Ausgangs-Position und Aufgabe vorgegebene mögliche Ausgangs-Pose zu der Auswahl-Menge.
- 20 9. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, gekennzeichnet durch wenigstens einen der Schritte:
- Ermitteln (S10) mehrerer Ausgangs-Positionen des Roboters auf Basis einer, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebenen Diskretisierung;
  - Ermitteln (S30) der Ausgangs-Posen der Start-Menge auf Basis eines, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebenen Redundanzparameterwertebereichs und/oder einer, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebenen
  - 25 – Diskretisierung;
  - Ermitteln (S50) wenigstens einer Zwischen- oder End-Pose des Roboters auf Basis der Aufgabe, insbesondere wenigstens einer vorgegebenen Zwischen- oder End-Position des Roboters, und/oder eines, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebenen Redundanzparameterwertebereichs und/oder einer, insbesondere
  - 30 – benutzereingabenabhängig, vorgegebenen Diskretisierung;
  - Simulieren (S60) der Durchführung der Aufgabe durch den Roboter; und/oder

- Ordnen, insbesondere Sortieren, der Ausgangs-Posen auf Basis des Auswahlkriteriums und/oder ihrer Abfolge und/oder einer, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebenen Anzahl.

10. System (20) zum Konfigurieren und/oder Steuern einer Roboteranordnung mit

5 wenigstens einem Roboter (10) und/oder Vorgeben einer Auswahl-Menge ( $\{\{R\}_i\}$ ) von vorgegebenen Ausgangs-Posen ( $P_{a, ij}$ ) eines Roboters (10), das zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche eingerichtet ist und/oder aufweist:

10 Mittel zum Ermitteln wenigstens einer möglichen Soll-Pose des Roboters für wenigstens eine vorgegebene Ausgangs-Position ( $X_a$ ) und Aufgabe des Roboters auf Basis einer, insbesondere vor einem Betrieb des Roboters ermittelten, Auswahl-Menge ( $\{\{R\}_i\}$ ) von für diese wenigstens eine Aufgabe und Ausgangs-Position ( $X_{a, i}$ ) vorgegebenen möglichen Ausgangs-Posen ( $P_{a, ij}$ );

und/oder aufweist:

15 Mittel zum Ermitteln einer Start-Menge von Ausgangs-Posen ( $P_{a, ij}$ ) des Roboters für die wenigstens eine Ausgangs-Position ( $X_{a, i}$ ) des Roboters;

Mittel zum Auswählen von wenigstens einer Ausgangs-Pose ( $P_{a, ij}$ ) aus der Start-Menge auf Basis der wenigstens einen Aufgabe des Roboters und eines, insbesondere benutzereingabenabhängig, vorgegebenen Auswahlkriteriums ( $G_{ij}$ ); und

20 Mittel zum Hinzufügen dieser Ausgangs-Pose als für diese Ausgangs-Position und Aufgabe vorgegebene mögliche Ausgangs-Pose zu der Auswahl-Menge.

11. Roboteranordnung mit wenigstens einem Roboter (10) und einem System (20) zum Konfigurieren und/oder Steuern der Roboteranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

25 12. Computerprogrammprodukt mit einem Programmcode, der auf einem von einem Computer lesbaren Medium gespeichert ist, zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Fig. 1

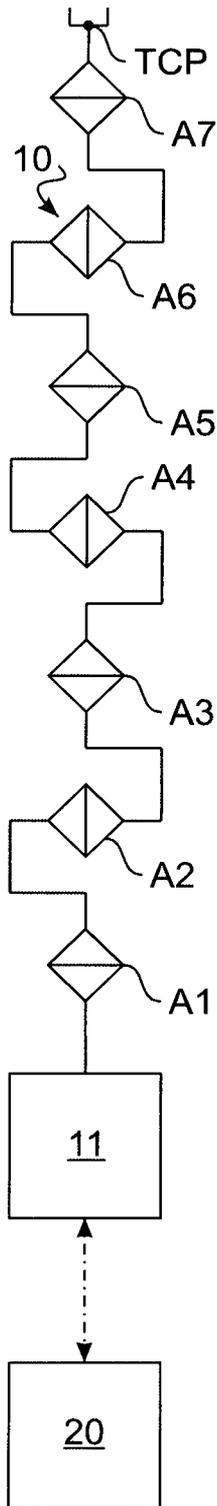
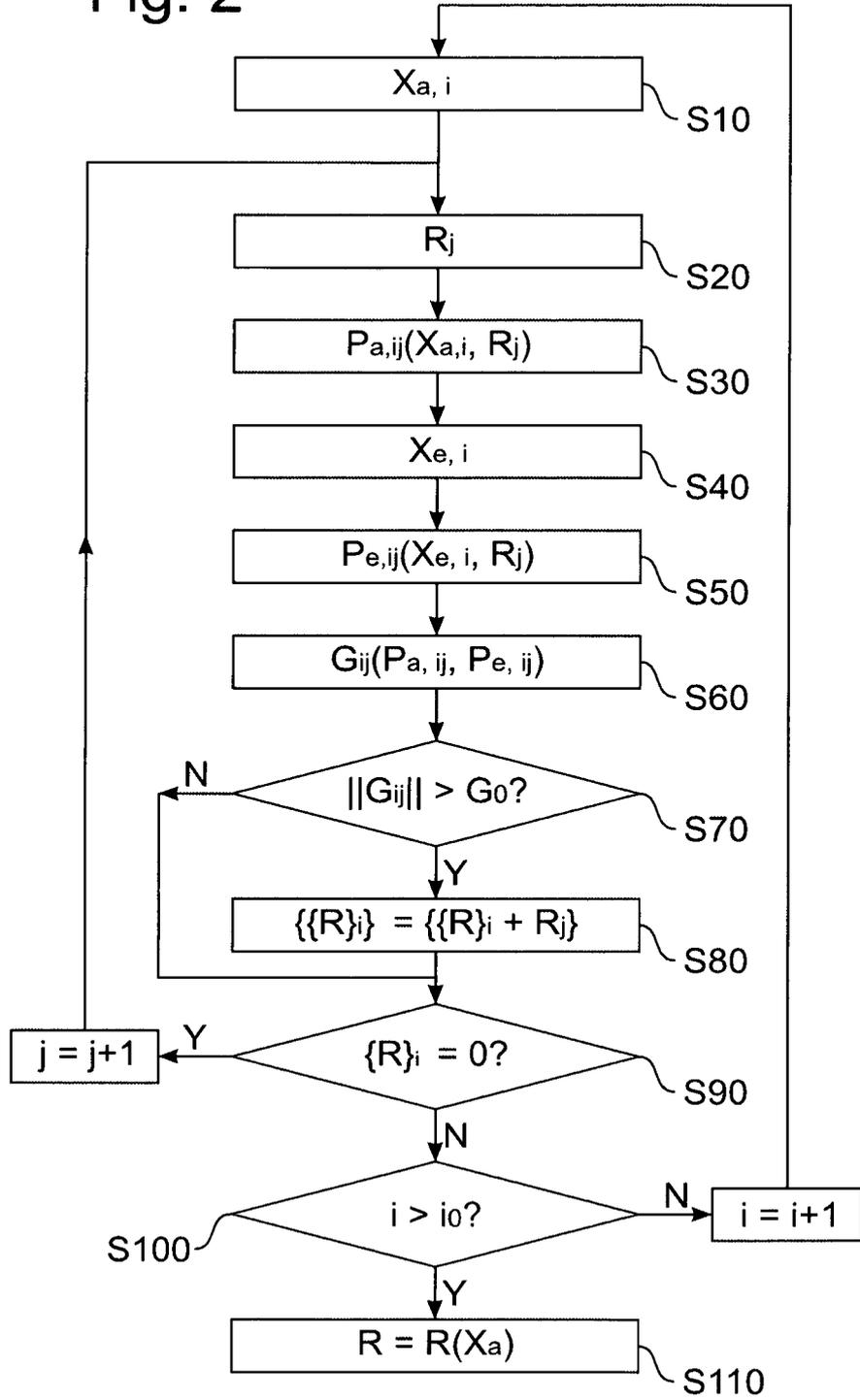


Fig. 2



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/EP2017/000716

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. B25J9/16  
ADD.

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

**B. FIELDS SEARCHED**

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 2011/106308 A1 (ELIASSON PER EMIL [SE]) 5 May 2011 (2011-05-05) paragraph [0024] - paragraph [0041] -----	1-7, 10-12 8,9
X	US 2013/013110 A1 (GORDON PETERSEN HENRIK [DK] ET AL) 10 January 2013 (2013-01-10) paragraph [0014] - paragraph [0038] -----	1,10-12
A	EP 2 979 825 A1 (SIEMENS INDUSTRY SOFTWARE LTD [IL]) 3 February 2016 (2016-02-03) paragraph [0018] - paragraph [0054] -----	1-12

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  23 August 2017	Date of mailing of the international search report  01/09/2017
---------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Cîrîc, George
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/000716

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2011106308	A1	05-05-2011	CN 102216037 A	12-10-2011
			EP 2355956 A1	17-08-2011
			US 2011106308 A1	05-05-2011
			WO 2010057528 A1	27-05-2010
-----				
US 2013013110	A1	10-01-2013	NONE	
-----				
EP 2979825	A1	03-02-2016	EP 2979825 A1	03-02-2016
			US 2016034613 A1	04-02-2016
-----				

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	US 2011/106308 A1 (ELIASSON PER EMIL [SE]) 5. Mai 2011 (2011-05-05) Absatz [0024] - Absatz [0041] -----	1-7, 10-12 8,9
X A	US 2013/013110 A1 (GORDON PETERSEN HENRIK [DK] ET AL) 10. Januar 2013 (2013-01-10) Absatz [0014] - Absatz [0038] -----	1,10-12
A	EP 2 979 825 A1 (SIEMENS INDUSTRY SOFTWARE LTD [IL]) 3. Februar 2016 (2016-02-03) Absatz [0018] - Absatz [0054] -----	1-12

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. August 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

01/09/2017

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

Ćirić, George

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/000716

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2011106308 A1	05-05-2011	CN 102216037 A	12-10-2011
		EP 2355956 A1	17-08-2011
		US 2011106308 A1	05-05-2011
		WO 2010057528 A1	27-05-2010
-----			
US 2013013110 A1	10-01-2013	KEINE	
-----			
EP 2979825 A1	03-02-2016	EP 2979825 A1	03-02-2016
		US 2016034613 A1	04-02-2016
-----			