

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50940/2016
(22) Anmeldetag: 18.10.2016
(43) Veröffentlicht am: 15.07.2018

(51) Int. Cl.: **B25J 9/16** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102012104194 A1
EP 0985989 A2

(71) Patentanmelder:
ENGEL AUSTRIA GmbH
4311 Schwertberg (AT)

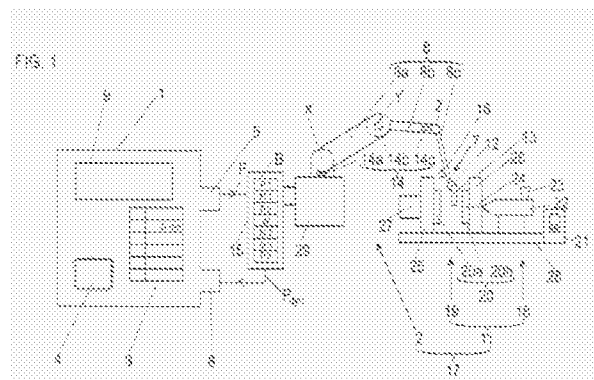
(72) Erfinder:
Höglinger Wolfgang Dipl.Ing.
4063 Hörsching (AT)

(74) Vertreter:
Torggler Paul Mag. Dr.
6020 Innsbruck (AT)

(54) **Regelvorrichtung für ein Handlinggerät**

(57) Regeleinrichtung (1) für ein Handlinggerät (2), mit einem Speichermedium (3), einem Prozessor (4), einem Ausgang (5) zur Ausgabe von Signalen und einem Eingang (6) zum Erhalten von Signalen des Handlinggeräts (2), wobei bei Erreichen eines Grenzwerts (G) von der Regeleinrichtung (1) das Ende einer Wartephase (W) festlegbar ist, wobei die Wartephase (W) einer Betätigung eines an einem End-of-Arm (7) eines Handlingarms (8) angebrachten End-of-Arm-Tools (12) vorgelagert ist und dem Abklingen lassen von Schwingungen des End-of-Arms (7) des Handlingarms (8) des Handlinggeräts (2) dient, wobei die über den Eingang (6) erhaltenen Signale einen dynamischen Parameter (P_{dyn}) des End-of-Arms (7) des Handlingarms (8) repräsentieren und der Grenzwert (G_{dyn}) einem im Speichermedium hinterlegten, bestimmten dynamischen Parameter (P_{dyn}) des End-of-Arms (7) entspricht, wobei von einer Vergleichseinheit (9) der Regelvorrichtung (1) die eingegangenen Signale mit dem Grenzwert (G_{dyn}) vergleichbar sind und bei Erreichen des Grenzwerts (G_{dyn}) das Ende der Wartephase (W) festlegbar ist,

oder wobei im Speichermedium (3) mehrere Ausschwingprofile des End-of-Arms (7) mit jeweils einem Verlauf (V_{dyn}) eines dynamischen Parameters (P_{dyn}) des End-of-Arms (7) hinterlegt sind, wobei in Abhängigkeit des Verlaufs (V_{dyn}) des dynamischen Parameters (P_{dyn}) der Grenzwert (G_t), welcher einem Zeitlimit entspricht, festlegbar und bei Erreichen des Grenzwerts (G_t) das Ende der Wartephase (W) festlegbar ist.



Zusammenfassung

Regeleinrichtung (1) für ein Handlinggerät (2), mit einem Speichermedium (3), einem Prozessor (4), einem Ausgang (5) zur Ausgabe von Signalen und einem Eingang (6) zum Erhalten von Signalen des Handlinggeräts (2), wobei bei Erreichen eines Grenzwerts (G) von der Regeleinrichtung (1) das Ende einer Wartephase (W) festlegbar ist, wobei die Wartephase (W) einer Betätigung eines an einem End-of-Arm (7) eines Handlingarms (8) angebrachten End-of-Arm-Tools (12) vorgelagert ist und dem Abklingen lassen von Schwingungen des End-of-Arms (7) des Handlingarms (8) des Handlinggeräts (2) dient, wobei die über den Eingang (6) erhaltenen Signale einen dynamischen Parameter (P_{dyn}) des End-of-Arms (7) des Handlingarms (8) repräsentieren und der Grenzwert (G_{dyn}) einem im Speichermedium hinterlegten, bestimmten dynamischen Parameter (P_{dyn}) des End-of-Arms (7) entspricht, wobei von einer Vergleichseinheit (9) der Regeleinrichtung (1) die eingegangenen Signale mit dem Grenzwert (G_{dyn}) vergleichbar sind und bei Erreichen des Grenzwerts (G_{dyn}) das Ende der Wartephase (W) festlegbar ist, oder wobei im Speichermedium (3) mehrere Ausschwingprofile des End-of-Arms (7) mit jeweils einem Verlauf (V_{dyn}) eines dynamischen Parameters (P_{dyn}) des End-of-Arms (7) hinterlegt sind, wobei in Abhängigkeit des Verlaufs (V_{dyn}) des dynamischen Parameters (P_{dyn}) der Grenzwert (G_t), welcher einem Zeitlimit entspricht, festlegbar und bei Erreichen des Grenzwerts (G_t) das Ende der Wartephase (W) festlegbar ist.

(Fig. 1)

Die Erfindung betrifft eine Regelvorrichtung für ein Handlinggerät, mit einem Speichermedium, einem Prozessor, einem Ausgang zur Ausgabe von Signalen und einem Eingang zum Erhalten von Signalen des Handlinggeräts, wobei bei Erreichen eines Grenzwerts von der Regeleinrichtung das Ende einer Wartephase festlegbar ist, wobei die Wartephase einer Betätigung eines an einem End-of-Arm eines Handlingsarms angebrachten End-of-Arm-Tools vorgelagert ist und dem Abklingen lassen von Schwingungen des End-of-Arms des Handlingarms des Handlinggeräts dient. Weiters betrifft die Erfindung ein Handlinggerät für eine Formgebungsmaschine, mit einem Handlingarm, welcher einen End-of-Arm aufweist, einem am Handlingarm angebrachten End-of-Arm-Tool zum Manipulieren eines Formteils oder eines Halbzeugs, zumindest einer Antriebsvorrichtung für den Handlingarm und einer solchen Regeleinrichtung. Darüber hinaus betrifft die Erfindung eine Formgebungsanlage mit einer Formgebungsmaschine und einem solchen Handlinggerät.

Im Bereich der Automatisierungstechnik werden bereits seit vielen Jahrzehnten diverse Arten von Maschinen eingesetzt, die diverse Gegenstände bei der Produktion eines Gegenstands von einem Ort zu einem anderen bringen. Dazu werden sehr oft Roboter oder sogenannte Handlinggeräte eingesetzt. Diese Handlinggeräte sind meist an einer bestimmten Stelle der Produktionshalle fix verankert und weisen zumindest einen Handlingarm auf, mit welchen räumliche Bewegungen durchgeführt werden können. Dafür weist das Handlinggerät meist mehrere lineare (typischerweise mit X, Y und Z bezeichnet) und/oder rotatorische (typischerweise mit A, B und C bezeichnet) Bewegungsachsen auf. Ein spezieller Bereich beim Handlingarm ist das Ende des Armes (also das Ende der linearen XYZ-Achsen), welches im Folgenden als End-of-Arm bezeichnet wird. Manchmal wird auch noch der Begriff End-of-ABC verwendet, wobei dann das Ende der auf den End-of-Arm folgenden Drehachsen (ABC) gemeint ist. An diesem End-of-Arm ist meist ein Manipulator oder Übernahmekopf (im Folgenden End-of-Arm-Tool genannt) angeordnet. Dieser weist an den zu bewegenden Gegenstand bzw. an den auszuführenden Prozess angepasste Manipulationselemente (z. B. Greifer, Sauger, Magnete, usw.) auf. Bei auszuführenden Prozessen kommt der Position und/oder der Orientierung der Spitze des Übernahmekopfes/Werkzeugs eine besondere

Bedeutung zu und wird mit Tool-Center-Point (TCP) bezeichnet. Einfache Ausführungen von Handlinggeräten haben nur Linearachsen oder pneumatische Drehachsen, welche typischerweise nur zwei durch die Endlagen von pneumatischen Aktoren vorgegebene Positionen einnehmen können. Es gibt auch Mischvarianten mit pneumatischen und servomotorischen Drehachsen – oft wird bei solchen einfachen Handlinggeräten der End-of-Arm auch als TCP bezeichnet, wohlwissend dass die Greiferposition davon abweicht. Im Folgenden wird auf eine genauere Unterscheidung zwischen End-of-Arm, End-of-ABC und Tool-Center-Point verzichtet und End-of-Arm als Synonym verwendet.

Nicht nur bei der Produktion von Formteilen in Formgebungsmaschinen, wie beispielsweise Spritzgießmaschinen oder Spritzpressen, ist es so, dass die Geschwindigkeit der vom Handlinggerät durchgeführten Bewegungen möglichst hoch sein sollte, um eine möglichst kurze Produktionszeit pro hergestelltem Stück zu erreichen. Je schneller aber die Bewegungen des Handlingsarms sind und je länger die Handlingarme auskragen (bzw. je länger der vom End-of-Arm zurückgelegte Weg ist), desto stärker sind die Ausschwingbewegungen des End-of-Arms bei einem starken Abbremsen bei Erreichen des zu manipulierenden Gegenstands oder Ort des durchzuführenden Prozesses.

Aus diesem Grund gab es bereits diverse Bestrebungen, dieses Ausschwingverhalten positiv zu beeinflussen bzw. zu optimieren. Dazu kann beispielsweise auf die DE 10 2009 040 434 A1 verwiesen werden, welche ein Handlingteil für eine Spritzgießmaschine mit aktiver Dämpfung zeigt. Im Speziellen geht es darum, eine exakte und schnelle Positionierung und damit eine geringe Zykluszeit zu erlauben, dabei aber die Schwingungen des Handlinggeräts zu minimieren. Durch Berücksichtigung der elastischen Eigenschaften zumindest einer beweglichen Komponente des Handlinggeräts, in dem dieses elastische Verhalten zumindest näherungsweise mittels eines mathematischen Modells beschrieben wird und durch Abänderung bzw. Erzeugung der Sollbahn des Endstücks gemäß dieses Modells, werden die elastischen bzw. dynamischen Abweichungen der Position der Endstücks von der ursprünglich vorgegebenen Sollposition verringert und die angeregten Schwingungen vermieden oder zumindest reduziert. Anders ausgedrückt

wird durch gezielte Einflussnahme auf die Sollbahn versucht, die auftretenden Schwingung zu verringern.

In ähnlicher Weise zeigt auch die EP 1 920 892 B1 eine Robotersteuerungsvorrichtung, wobei dynamische Eigenschaften des Roboters und einer Komponente berücksichtigt werden. Dazu wird ein erstes Teilmodell und ein zweites Teilmodell erstellt. Im Speziellen gibt es modellierte Federdämpferelemente, welche jeweils einem der Teilmodelle zugeordnet sind. Es geht darum, dass der Roboter und die am Roboter befestigte Komponente z. B. durch einen Stoß in Schwingung versetzt werden und das Ausschwingen messtechnisch beobachtet wird. Der Ausschwingvorgang wird dabei modelliert. Daraus wird wieder ein Signal ermittelt, das dem Winkel dieser Achse während des Ausschwingens insbesondere als Funktion der Zeit zu diskreten Zeitpunkten entspricht. Durch Minimierung des Fehlers wird die Schwingungsfrequenz und die daraus resultierende Steifigkeit des Gesamtsystems ermittelt. Als Messvorrichtungen sind beispielsweise Beschleunigungssensoren am Flansch des Roboters oder ein Kamerasystem, das den sogenannten Tool-Center-Point (TCP) des Roboters beobachtet, erwähnt. Alternativ kann der Ausschwingvorgang auch mit dem am elektrischen Antrieb angeordneten Positionssensor oder durch eine Analyse des elektrischen Stroms des Antriebs beobachtet werden. Dieser Ausschwingvorgang ergibt dann ein Signal als Funktion der Zeit zu diskreten Zeitpunkten. Es wird somit zwar das Ausschwingen beobachtet, jedoch erfolgt daraus keine direkte Beeinflussung des Roboterablaufs zur Verkürzung der Produktionszeit.

Auf das Problem der Zykluszeitverkürzung wird zwar in der EP 2 560 802 B1 eingegangen, jedoch geht es darin nicht um das Ausschwingverhalten eines Handlingarms. Vielmehr geht es bei der Entnahme von Spritzgießartikeln aus einer Spritzgießmaschine mit einem Handhabungsautomaten darum, dass die Stellung des Formwerkzeugs erkannt wird. In Abhängigkeit einer Flanke eines Signals eines Signalgebers wird der über die Steuer- und Regeleinheit vorgegebene Bewegungsablauf des Handhabungsautomaten nach jedem Entnahmezyklus neu berechnet. Im Speziellen wird der Handhabungsautomat zum nächsten Entnahmezyklus über einen Zeitgeber, dem der neu berechnete Startzeitpunkt zugrunde liegt, aus seiner Startposition bewegt. Ziel ist es bei dieser Erfindung

insgesamt, die Zeitdauer von der positiven Flanke des Signals der Formoffenstellung bis zum Erreichen der Entnahmeposition zu verkürzen. Damit wird eine Einsparung der Gesamtzeit für einen Herstellungszyklus möglich, wodurch eine Produktivitätssteigerung gegeben ist.

Die angeführten Schriften dienen hauptsächlich der Erläuterung bereits bekannter Ideen zu den Themen Verbesserung des Ausschwingverhaltens und Verkürzung der Zykluszeit. Diese Schriften zeigen aber allesamt keine gattungsbildende Regelvorrichtung. Eine derartige Regelvorrichtung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 ermöglicht es, dass das Ausschwingverhalten des End-of-Arms keinen negativen Einfluss auf die Manipulation des zu manipulierenden Gegenstands hat. Wenn nämlich das Ausschwingen noch nicht ausreichend abgeklungen ist, befindet sich der End-of-Arm und das End-of-Arm-Tool nicht an der eigentlich geplanten Stelle, wodurch der Gegenstand (Formteil oder Halbzeug) falsch gegriffen wird oder im schlimmsten Fall das Formteil bzw. Halbzeug, das Formwerkzeug oder das Handlinggerät beschädigt wird. Um dies zu vermeiden wird im Speichermedium ein Grenzwert in Form eines Zeitlimits vorgegeben. Dieser Grenzwert wurde empirisch ermittelt und gibt an, zu welchem Zeitpunkt nach Erreichen der Position für die Manipulation die eigentliche Manipulation auch tatsächlich gestartet werden darf. Für die Festlegung dieses Grenzwerts wurde empirisch ermittelt, wie lange es bei Versuchen dauert, bis das Ausschwingen ausreichend abgeklungen ist. Dieses Zeitlimit wird dann ausreichend groß gewählt, sodass auch ein unerwartet längeres Ausschwingen keine negativen Auswirkungen hat. Deswegen ist in diesen fix vorgegebenen Grenzwert auch ein gewisser zusätzlicher Puffer enthalten. Beispielsweise kann das Zeitlimit des Grenzwerts zwischen 0,3 und 2 Sekunden betragen.

Nachteilig bei dieser gattungsbildenden Regelvorrichtung ist, dass die Wartezeit unnötigerweise zu lang sein kann, obwohl die tatsächliche Ausschwingung eigentlich schon ausreichend abgeklungen wäre. Somit wird wertvolle Zykluszeit vergeudet. Selbst wenn der Grenzwert der Wartezeit nur um 0,1 Sekunde pro Zyklus zu lang ist, so somit sich dies bei 600 Zyklen bereits auf 1 Minute unnötiger Wartezeit.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, eine verbesserte Regeleinrichtung und ein verbessertes Handlinggerät zu schaffen und die angeführten Nachteile des gattungsbildenden Stands der Technik zu vermeiden. Insbesondere soll vermieden werden, Zykluszeit durch Warten zu vergeuden.

Dies wird gelöst durch eine Regeleinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Eine erste erfindungsgemäße Variante sieht demnach vor, dass die über den Eingang erhaltenen Signale einen dynamischen Parameter des End-of-Arms des Handlingarms repräsentieren und der Grenzwert einem im Speichermedium hinterlegten, bestimmten dynamischen Parameter des End-of-Arms entspricht, wobei von einer Vergleichseinheit der Regelvorrichtung die eingegangenen Signale mit dem Grenzwert vergleichbar sind und bei Erreichen des Grenzwerts das Ende der Wartephase festlegbar ist. Somit wird kein fix vorgegebener zeitlicher Grenzwert als Ende der Wartephase bzw. als Ausgangspunkt für das Fortsetzen verwendet, sondern es wird ein aktuelles Signal, welches das Ausschwingverhalten des End-of-Arms in Form eines dynamischen Parameters beschreibt, mit einem entsprechenden Grenzwert verglichen. Dieser Grenzwert wird also nicht durch einen Zeitwert gebildet, sondern durch einen das Ausschwingen repräsentierenden Wert. Dieser wird so gewählt, dass ein negativer Einfluss auf das gleich darauf folgende Manipulieren praktisch ausgeschlossen wird. Zum Beispiel wird er so gewählt, dass er bei 5 % der maximalen Ausschwingung zum Zeitpunkt des Erreichens der Manipulationsposition liegt. Das heißt, dass nur mehr ein geringes Vibrieren vorliegt, welches aber die Manipulation nicht wesentlich negativ beeinflussen kann. Je sensibler das zu manipulierende Teil, desto geringer kann natürlich dieser, einen dynamischen Parameter repräsentierende Grenzwert sein. Sobald das über den Eingang eingelangte Signal des aktuell vorliegenden dynamischen Parameters den Grenzwert erreicht oder in vorgegebener Richtung überschreitet, ist das Ende der Wartephase erreicht.

Eine zweite und alternative erfindungsgemäße Variante sieht demnach vor, dass im Speichermedium mehrere Ausschwingprofile des End-of-Arms mit jeweils einem Verlauf eines dynamischen Parameters des End-of-Arms hinterlegt sind, wobei in Abhängigkeit des Verlaufs des, vorzugsweise berechneten, dynamischen

Parameters der Grenzwert, welcher einem Zeitlimit entspricht, festlegbar und bei Erreichen des Grenzwerts das Ende der Wartephase festlegbar ist. Bei dieser Variante wird also nicht auf den aktuellen dynamischen Wert Rücksicht genommen, sondern es erfolgt zunächst eine Modellierung des Ausschwingverhaltens auf Basis bekannter Werte des End-of-Arms wie Bewegungsgeschwindigkeit, Bewegungsweg, Abbremsverhalten, Gewicht der beteiligten Komponenten, Auslenkung, Spannungszustand, usw. Auf Basis dieses modellierten Ausschwingverhaltens wird der Grenzwert in Form eines Zeitlimits festgelegt. Es erfolgt somit keine empirische Festlegung des zeitlichen Grenzwerts, sondern eine Berechnung auf Basis tatsächlicher Parameter des Handlingarms. Auch dies führt zu einer Verkürzung der Zykluszeit, da der zeitliche Grenzwert sehr nahe an einen ausreichend niedrigen Ausschwing-Wert des Verlaufs des dynamischen Parameters gelegt werden kann.

Prinzipiell kann das Handlinggerät oder eine Steuerung des Handlinggeräts selbständig aus der Regeleinrichtung das festgelegte Ende der Wartephase auslesen bzw. abfragen. Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist allerdings vorgesehen, dass von der Regeleinrichtung in Abhängigkeit des festgelegten Endes der Wartephase ein Fortsetzungssignal ausgebar ist bzw. ausgegeben wird. Das Ende der Wartephase kann beispielsweise in Form eines vom Einrichter einstellbaren Grenzwerts hinterlegt sein.

Allgemein ist bevorzugt vorgesehen, dass der dynamische Parameter ein auf Basis der Geschwindigkeit, der Beschleunigung, der Auslenkung, des Spannungszustands und/oder der Position des End-of-Arms ermittelter, vorzugsweise gemessener oder berechneter, Schwingungswert ist. „Dynamisch“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass der tatsächliche zeitliche Verlauf der Ausschwingbewegung – also die Dynamik des End-of-Arms – in diesem dynamischen Parameter berücksichtigt ist. Die Ermittlung, vorzugsweise Messung, des Schwingungswerts erfolgt an wenigstens einer vorbestimmten Stelle des Handlingarms einschließlich des End-of-Arm-Tools. Diese erlaubt einen Rückschluss auf die Dynamik des End-of-Arms, End-of-ABC oder des End-of-Arm-Tools.

Der bei der ersten Variante verwendete dynamische Grenzwert kann konkret ein Wert sein, der als g-Kraft (Kraft pro Masse) oder als Beschleunigung (m/s^2)

ausgedrückt ist. Der Grenzwert wird dann beispielsweise als ein Prozentanteil von einer beim Ausschwingen maximal auftretenden g-Kraft oder Beschleunigung angegeben. Bevorzugt liegt der dynamische Grenzwert zwischen 0,5 und 10 %, besonders bevorzugt zwischen 1,5 und 7 %, der bei der Maximalausschwingung gegebenen g-Kraft oder Beschleunigung.

Der bei der zweiten Variante verwendete Verlauf kann in einer Testfahrt des Handlingarms oder in mehreren Testfahrten mit unterschiedlichen Gewichten und Geschwindigkeiten erfasst werden. Bevorzugt ist allerdings vorgesehen, dass der Verlauf des dynamischen Parameters von einer Recheneinheit auf Basis bekannter Werte des Handlinggeräts ermittelt bzw. berechnet wird. Auch eine Mischvariante ist möglich, bei der in Abhängigkeit zumindest einer Testfahrt und zusätzlicher Berechnungen über die Recheneinheit der Verlauf des dynamischen Parameters festgelegt wird.

Schutz wird auch begehrt für ein Handlinggerät mit den Merkmalen des Anspruchs 4. Dieses weist einen Handlingarm, ein End-of-Arm-Tool, eine Antriebsvorrichtung für den Handlingarm und eine erfindungsgemäße Regeleinrichtung auf.

Die Regeleinrichtung kann dabei als separate Baueinheit vorliegen und signaltechnisch mit den wesentlichen Komponenten des Handlinggeräts verbunden sein, sodass die Regeleinrichtung die Bewegung des Handlinggeräts direkt steuert oder regelt. So kann das Fortsetzungssignal von der Regeleinrichtung direkt an die zumindest eine Antriebsvorrichtung des Handlingarms ausgebar sein. Bevorzugt ist allerdings vorgesehen, dass das Handlinggerät eine eigenständige Handlingsteuerung aufweist, wobei die Regeleinrichtung mit der Handlingsteuerung signaltechnisch verbunden ist. In diesem Fall wird also das Fortsetzungssignal indirekt über die Handlingsteuerung an die zumindest eine Antriebsvorrichtung ausgegeben. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass die Regeleinrichtung in die Handlingsteuerung integriert ist. Diese Regeleinrichtung kann also als zusätzliches Programm bei einer bereits existierenden Handlingsteuerung nachgerüstet werden.

Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass im Speichermedium der Regeleinrichtung oder in der Handlingsteuerung zumindest eine

Ablaufsequenz zur Bewegung des End-of-Arms entlang zumindest einer Bewegungsachse gespeichert ist. Im Speziellen werden aus Basis dieser Ablaufsequenz die entsprechenden Antriebsvorrichtungen der einzelnen Bewegungsachsen des Handlinggeräts so angesteuert, dass sich der End-of-Arm entlang einer bestimmten Sollbahn mit bestimmten Geschwindigkeiten bewegt.

Im Detail ist dazu bevorzugt vorgesehen, dass die zumindest eine Ablaufsequenz eine Bewegungsphase für die Bewegung des End-of-Arms von einer Startposition zu einer Manipulationsposition, die Wartephase, eine durch das Fortsetzungssignal initiierte Manipulationsphase und eine Transportphase für die Bewegung des End-of-Arms von der Manipulationsposition in eine Endposition aufweist. Natürlich können je nach Anwendung und Komplexität auch noch zusätzliche Phasen vorhanden sein.

Wenn das Handlinggerät nicht nur für einen immer gleichbleibenden Bewegungsablauf eingesetzt werden soll und im Speichermedium der Regelvorrichtung oder in der Handlingsteuerung eine oder mehrere gespeicherte Ablaufsequenzen beispielsweise durch Anwenden einer zusätzlichen Geschwindigkeitsvorgabe (Override) sich zumindest in den Geschwindigkeiten des End-of-Arms in der Bewegungsphase voneinander unterscheiden, ist bevorzugt vorgesehen, dass zu jeder Ablaufsequenz ein von der jeweiligen Geschwindigkeit des End-of-Arms in der Bewegungsphase unabhängiger Grenzwert im Speichermedium gespeichert ist. So kann sich der notwendige Zeitbedarf je nach Abbremsgeschwindigkeit unterscheiden. Wenn das Handlinggerät nicht für eine immer gleichbleibende Manipulationsaufgabe eingesetzt werden soll, ist bevorzugt vorgesehen, mehrere Ablaufsequenzen mit zumindest unterschiedlichen Manipulationsphasen zu speichern, wobei zu jeder Manipulationsphase ein eigener Grenzwert im Speichermedium gespeichert ist. Dieser Grenzwert muss also nicht bei 5 % der Maximalausschwingung liegen, sondern kann bei einer Manipulationsphase mit einem hinsichtlich der Genauigkeit sehr anspruchsvollen Prozess und dadurch sehr geringer vorausgesetzter Maximalausschwingung auch nur bei 2 % oder darunter liegen. Bevorzugt vorgesehen wäre auch das zentrale Festlegen von mehreren Grenzwerten, welche zu verschiedenen Manipulationsaufgaben wie Aufnehmen, Ablegen, Einlegen von Halbzeugen oder Formteilen oder Bearbeitungsprozesse zugeordnet sind, und die Verwendung der Grenzwerte

entsprechend der in der Manipulationsphase in der Ablaufsequenz ausgewählten Tätigkeit.

Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass zumindest ein mit der Regeleinrichtung in signaltechnische Verbindung bringbarer Sensor vorgesehen ist, wobei die vom Sensor gemessenen Werte als den dynamischen Parameter repräsentierende Signale an den Eingang der Regeleinrichtung übermittelbar sind. Dieser zumindest eine Sensor kann als Beschleunigungssensor, vorzugsweise Drei-Achs-Beschleunigungssensor, ausgebildet sein. Der Beschleunigungssensor kann auch redundant ausgebildet sein, um die Position des End-of-Arms absolut zu erfassen. Der Sensor kann auch als optischer Sensor (z. B. als auf eine Referenzposition gerichtete Kamera, als Stereokamera, als Abstandssensor usw.) ausgebildet sein, mit welchem die Position des End-of-Arms relativ zur Umgebung erfasst wird. Auch die Verwendung eines Dehnmessstreifens, eines Lagesensors oder eines Funksensors ist möglich. Für die Anordnung des Sensors ist es theoretisch möglich, dass dieser mit dem vom Handlinggerät transportierten Teil mittransportiert wird. Der zumindest eine Sensor kann in einem Basisbereich des Handlinggeräts oder überhaupt an einer Formgebungsmaschine angeordnet sein. Zum Beispiel kann der Sensor in Form einer Kamera ausgebildet sein und auf den End-of-Arm „blicken“. Dadurch können Relativbewegung zu einem feststehenden Hintergrund erfasst werden. Bevorzugt ist allerdings vorgesehen, dass der zumindest eine Sensor im Bereich des End-of-Arms angeordnet ist. Dadurch kann die Schwingung direkt dort erfasst werden, wo sie auch auftritt.

Auch für die zweite erfindungsgemäße Variante können für die Berechnung Werte herangezogen werden, die aus zumindest einem solchen Sensor stammen. Bei diesem modellbasierten Ansatz ist es aber auch möglich, dass mittels anderer Sensoren (beispielsweise mit den bereits vorhandenen Drives) der Verlauf des dynamischen Parameters (Ablaufsequenz) berechnet wird.

Prinzipiell ist es möglich, dass die Regeleinrichtung nur für das Festlegen des Endes der Wartephase und gegebenenfalls für die passende Ausgabe des Fortsetzungssignals zuständig ist. Bevorzugt wird aber auch die Aufgabe übernommen, dass in jeder Phase der Ablaufsequenz von der Regelvorrichtung über

den Ausgang entsprechende Signale an die zumindest eine Antriebsvorrichtung übermittelbar sind.

Die Zeit bis zum Ende der Wartephase kann für eine statistische Auswertung genutzt werden. Zum Beispiel kann die minimal, die maximal und die durchschnittlich aufgetretene Wartezeit ermittelt werden. Zudem kann die variable Wartezeit auch zum Verringern/Erhöhen eines Geschwindigkeit-Overrides oder zur Visualisierung des Zustands des Handlinggeräts für den nächsten Zyklus genutzt werden.

Eine weitere statistische Auswertung der Wartezeit ist bevorzugt die Auswertung aller Wartezeiten bei einer oder mehrerer Ablaufsequenzen, welche der Roboter warten muss, bis der Manipulator das Fortsetzungssignal von der Regelvorrichtung bekommt. Dieser statistische Wert - sei es nun als Summe, Mittelwert oder andere statistische Funktion - stellt, ausgewertet für einen Produktionszyklus bzw. die Zykluszeit, für die Produktion eines Fertigteiles durch die Formgebungsmaschine ein Qualitätsmerkmal des Prozesses dar und kann über die fortlaufende Produktionsdauer eines Produktes oder auch über die Produktion verschiedener Produkte aufgezeichnet, auf der Anlage oder offline auf einer Auswerteeinheit (z. B. auf einem PC usw.) dargestellt und im Sinne von Machine Diagnose und Condition Monitoring ausgewertet werden.

Schutz wird auch begehrt für eine Formgebungsanlage mit einer Formgebungsmaschine, insbesondere einer Spritzgießmaschine oder Spritzpresse, und einem Handlinggerät samt erfindungsgemäßer Regelvorrichtung.

Hierzu ist bevorzugt vorgesehen, dass die Formgebungsmaschine eine Einspritzeinheit und eine Schließeinheit mit einem Formwerkzeug aufweist, wobei vom Handlinggerät ein Halbzeug in das Formwerkzeug bringbar ist oder ein im Formwerkzeug hergestelltes Formteil in der Manipulationsphase manipulierbar, vorzugsweise aufnehmbar, ablegbar, übergebbar und/oder einlegbar, ist.

Diese Formgebungsmaschine weist eine Maschinensteuerung auf, wobei die Regeleinrichtung auch direkt mit dieser Maschinensteuerung signaltechnisch verbunden sein kann. Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Handlingsteuerung mit der

Maschinensteuerung signaltechnisch verbunden ist oder in die Maschinensteuerung integriert ist.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren zum Regeln eines Handlinggeräts, ist bei der ersten Variante zunächst der Schritt Vergleichen von über einen Eingang eingegangenen Signalen des Handlinggeräts (gegebenenfalls nach einer signaltechnischen Weiterverarbeitung wie Filterung, statistischer Auswertung etc.), welche einen dynamischen Parameter des End-of-Arms des Handlingarms repräsentieren, mit einem in einem Speichermedium hinterlegten Grenzwert, welcher einem bestimmten dynamischen Parameter des End-of-Arms entspricht, vorgesehen.

Bei der zweiten Variante sind zunächst die Schritte Festlegen, vorzugsweise Berechnen, von Verläufen eines dynamischen Parameters des End-of-Arms, Hinterlegen mehrerer Ausschwingprofile des End-of-Arms auf Basis der festgelegten Verläufe und Festlegen eines einem Zeitlimit entsprechenden Grenzwerts zu jedem Ausschwingprofil in Abhängigkeit des jeweiligen Verlaufs des dynamischen Parameters des End-of-Arms vorgesehen.

Danach erfolgt der Schritt Festlegen des Endes einer Wartephase, wobei die Wartephase einer Betätigung eines an einem End-of-Arm eines Handlingarms angebrachten End-of-Arm-Tools vorgelagert ist und dem Abklingen lassen von Schwingungen des End-of-Arms des Handlingarms des Handlinggeräts dient. Bevorzugt kann in Abhängigkeit dieses festgelegten Endes der Wartephase der Schritt Ausgeben eines Fortsetzungssignals über einen Ausgang durchgeführt werden, wobei das Fortsetzungssignal die Beendigung einer Wartephase zum Abklingen lassen von Schwingungen eines End-of-Arms eines Handlingarms des Handlinggeräts repräsentiert. Im Extremfall kann die Wartephase auch entfallen bzw. 0 werden, sofern das Fortsetzungssignal bereits zum Zeitpunkt des Beginns der Wartephase gegeben werden kann. Dies impliziert, dass die Kriterien für das Geben des Fortsetzungssignals schon vor dem Beginn der Wartephase überprüft bzw. berechnet werden.

Bei einem Verfahren zum Bewegen eines Handlingarms eines Handlinggeräts auf Basis einer Ablaufsequenz sind die Schritte Bewegen eines End-of-Arms des

Handlingarms von einer Startposition zu einer Manipulationsposition, Warten gemäß einer Wartephase der Ablaufsequenz, Beendigung der Wartephase in Abhängigkeit eines gemäß einem Verfahren nach Anspruch 14 festgelegten Endes der Wartephase, vorzugsweise durch Ausgeben eines Fortsetzungssignals, Manipulieren eines Formteils oder eines Halbzeugs mit einem am Handlingarm angebrachten End-of-Arm-Tool und Bewegen des End-of-Arms in eine Endposition vorgesehen.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der Figurenbeschreibung unter Bezugnahme auf die in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele im Folgenden näher erläutert. Darin zeigen:

- Fig. 1 schematisch eine Formgebungsanlage mit Regeleinrichtung, Handlinggerät und Formgebungsmaschine,
- Fig. 2 schematisch eine zweite Variante der erfindungsgemäßen Regeleinrichtung,
- Fig. 3 eine Handlinggerät in einer perspektivischen Darstellung,
- Fig. 4 ein Detail der Fig. 3,
- Fig. 5 einen beispielhaften Programmcode nach dem Stand der Technik,
- Fig. 6 einen beispielhaften Programmcode nach der Erfindung,
- Fig. 7 einen beispielhaften Programmcode mit einer zusätzlichen maximalen Wartezeit,
- Fig. 8 die Handlingarmbewegung anhand eines TCP,
- Fig. 9 ein Diagramm des Geschwindigkeit/Zeit-Verlaufs der Endpunktbeschleunigung und
- Fig. 10 ein Diagramm des Geschwindigkeit/Zeit-Verlaufs der Endpunktbeschleunigung bei geringerer Vorgabegeschwindigkeit.

Fig. 1 zeigt auf der rechten Seite schematisch eine Formgebungsanlage 17. Diese besteht aus einer Formgebungsmaschine 11 und einem Handlinggerät 2. Die Formgebungsmaschine 11 wiederum weist eine Schließeinheit 19 und eine Einspritzeinheit 18 auf. Auch eine Maschinensteuerung 21 mit einer Anzeige und einer Eingabe (Touchscreen und/oder Tastatur) ist vorhanden. In einem Einspritzaggregat 22 der Einspritzeinheit 18 wird über einen Einfülltrichter 23 eingebrachtes, vorzugsweise granulatförmiges, Ausgangsmaterial aufgeschmolzen.

Über den strichliert dargestellten Einspritzkanal 24 wird die Schmelze in eine im Formwerkzeug 20, bestehend aus den beiden Formhälften 20a und 20b, gebildete Kavität eingebracht. Die beiden Formhälften 20a und 20b sind an der bewegbaren Formaufspannplatte 25 und an der feststehenden Formaufspannplatte 26 angebracht. Die bewegbare Formaufspannplatte 25 ist durch eine Antriebsvorrichtung 27, zum Beispiel in Form eines Kniehebelsystems, entlang dem Rahmen 28 bewegbar.

Das Handlinggerät 2 weist einen Sockel 29 auf. Mit diesem Sockel 29 kann das Handlinggerät 2 auch auf oder an der Formgebungsmaschine 11 montiert sein. Der Handlingarm 8 weist in diesem Fall drei Teilarme 8a, 8b und 8c auf. Diese sind entlang bzw. um die Bewegungsachsen X, Y und Z relativ zueinander bewegbar. Diese Bewegungsachsen X, Y und Z können rotatorisch oder linear ausgebildet sein. Jeder Teilarm 8a, 8b und 8c ist von einer zugehörigen Antriebsvorrichtung 14a, 14b und 14c antreibbar. Diese drei Teil-Antriebsvorrichtungen bilden die Antriebsvorrichtung 14 für den Handlingarm 8. Der Handlingarm 8 weist ein Endstück auf, welches als End-of-Arm 7 bezeichnet wird. Am Ende des Handlingarms 8 ist eine End-of-Arm-Tool 12 angebracht. Dieses kann auch als Manipulator oder als Übernahmekopf bezeichnet werden. Im dargestellten Fall ist das End-of-Arm-Tool 12 als zangenartiger Greifer ausgebildet. Von diesem wird ein Formteil 13 gerade aus der Kavität des Formwerkzeugs 20 entnommen. Natürlich kann auf diese Weise auch ein, vorzugsweise faserverstärktes, Halbzeug (z. B. ein Preform, ein Organoblech oder ein Roving) in die Kavität eingebracht werden. In einer signaltechnisch mit dem Handlinggerät 2 verbundenen Handlingsteuerung 15 ist eine Ablaufsequenz B für den Handlingarm 8 des Handlinggeräts 2 hinterlegt. Ausgehend von dieser Ablaufsequenz B werden die einzelnen Antriebsvorrichtungen 14a, 14b und 14c angesteuert. Gemäß der Bewegungsphase M1 wird der End-of-Arm 7 von einer Startposition P1 in eine Manipulationsposition P2 bewegt. Danach folgt die Wartephase W. Sobald diese beendet ist folgt die Manipulationsphase M2 durch das End-of-Arm-Tool 12. Abschließend folgt die Transportphase M3. Nach abgefahrener Ablaufsequenz B befindet sich der End-of-Arm 7 in der Endposition P3. Im Bereich des End-of-Arms 7 ist auch ein Sensor 16 angebracht. Von diesem Sensor 16 wird ein Wert gemessen, welcher einen dynamischen Parameter P_{dyn} , z. B. ein Beschleunigungssignal, des End-of-Arms 7 repräsentiert.

In Fig. 1 ist linksseitig schematisch eine mit dem Handlinggerät 2 signaltechnisch verbundene Regeleinrichtung 1 dargestellt. Diese Regeleinrichtung 1 kann in die Handlingsteuerung 15 integriert sein. Im dargestellten Fall sind sie als separate Baueinheiten ausgebildet. Die Regeleinrichtung 1 weist einen Prozessor 4 und ein Speichermedium 3 auf. Zudem ist ein Eingang 6 zum Erhalten von Signalen und ein Ausgang 5 zur Ausgabe von Signalen vorhanden. Über den Eingang 6 erhält die Regeleinrichtung 1 ein vom Sensor 16 stammendes Signal, welches den dynamischen Parameter P_{dyn} des End-of-Arms 7 repräsentiert. Dieser Wert wird – bei der ersten erfindungsgemäßen Variante – in einer Vergleichseinheit 9 der Regeleinrichtung 1 mit dem im Speichermedium 3 gespeicherten Grenzwert G , welcher einen mit dem dynamischen Parameter P_{dyn} vergleichbaren dynamischen Grenzwert G_{dyn} entspricht, verglichen. Sobald der vom Sensor 16 übermittelte dynamische Parameter P_{dyn} den dynamischen Grenzwert G_{dyn} erreicht oder in vorgegebener Richtung überschreitet, ist das Ende einer Wartephase W erreicht. Davon abhängig wird dann ein Fortsetzungssignal F ausgegeben. Dadurch ist die Wartephase W einer, vorzugsweise in der Handlingsteuerung 15 hinterlegten, Ablaufsequenz B beendet. Dieses Fortsetzungssignal F kann direkt von der Regeleinrichtung 1 an die entsprechende Antriebsvorrichtung 14 des Handlinggeräts 2 ausgegeben werden. Bevorzugt ist vorgesehen, dass dies indirekt erfolgt, indem – wie dargestellt – dieses Fortsetzungssignal F an die Handlingsteuerung 15 übermittelt wird, wodurch die Ablaufsequenz B von der Wartephase W in die Manipulationsphase $M2$ geschaltet wird. In dieser Manipulationsphase $M2$ wird ein Signal an das End-of-Arm-Tool 12 ausgegeben, welches entsprechend das Formteil 12 (bzw. das Halbzeug) manipuliert.

In Fig. 2 ist schematisch die zweite erfindungsgemäße Variante der Regeleinrichtung 1 dargestellt. In einer Recheneinheit 10 der Regeleinrichtung 1 werden Ausschwingprofile berechnet. Diese basieren auf eingegangenen dynamischen Parametern P_{dyn} , aus welchen jeweils ein Verlauf V_{dyn} des dynamischen Parameters P_{dyn} erstellt. Diese errechneten Verläufe $V_{\text{dyn}1}$ bis $V_{\text{dyn}x}$ werden im Speichermedium 3 gespeichert. Zu jedem der Verläufe $V_{\text{dyn}1}$ bis $V_{\text{dyn}x}$ wird auch ein zugehöriger zeitlicher Grenzwert G_{t1} bis G_{tx} festgelegt und gespeichert. Von der Regeleinrichtung 1 wird die Wartephase W beendet, vorzugsweise ein Fortsetzungssignal F

ausgegeben, sobald bei der Abarbeitung einer Ablaufsequenz B des Handlinggeräts 2 in der Wartephase W das als Grenzwert G gespeicherte Zeitlimit erreicht ist. Dabei wird (automatisch oder manuell) berücksichtigt, welcher der gespeicherten Verläufe V_{dyn} der aktuellen Ablaufsequenz B und/oder den aktuellen Eigenschaften des Handlinggeräts 2 entspricht. Es wird somit jener Grenzwert G_t herangezogen, welcher zu jenem gespeicherten Ausschwingprofil hinterlegt ist, der dem tatsächlichen Ausschwingverhalten entspricht bzw. diesem am nächsten kommt. Bei einem Verlauf V_{dyn} mit einem starken Ausschwingverhalten wird also ein Grenzwert G_t mit einem späteren Zeitlimit für die Ausgabe des Fortsetzungssignals F hinterlegt sein.

Fig. 3 zeigt ein Handlinggerät 2 in einer perspektivischen Darstellung. Auf dem Sockel 29 ist ein länglicher Träger 30 montiert. Entlang diesem Träger 30 ist der Teilarm 8a des Handlingarm 8 von der Antriebsvorrichtung 14a linear verfahrbar. Entlang diesem Teilarm 8a wiederum ist der Teilarm 8b von der Antriebsvorrichtung 14b linear verfahrbar. Der Teilarm 8c, bestehend aus den Teilen 8c1 und 8c2, ist in vertikaler Richtung relativ zum Teilarm 8b, angetrieben von der Antriebsvorrichtung 14 c, bewegbar. Am Endstück (End-of-Arm 7) ist das End-of-Arm-Tool 12 befestigt. In diesem Fall ist das End-of-Arm-Tool 12 über eine Drehachse ABC mit dem End-of-Arm 7 verbunden. Es können auch mehrere Drehachsen ABC vorhanden sein.

Das End-of-Arm-Tool 12 ist in Fig. 4 detailliert dargestellt. Dieses weist vier Saugemente 31 und vier Stangen 32 auf, über welche ein flächiges Formteil 13 gut gehalten werden kann. Im Bereich des End-of-Arms 7 ist ein Sensor 16 in Form eines Beschleunigungssensors angebracht. Dieser erfasst die auftretenden Beschleunigungen an dieser Position und ermöglicht damit eine direkte oder modellbasierte Ermittlung der Beschleunigung des End-of-Arm-Tools 12 in der Regeleinrichtung 1.

Generell ist es so, dass das Positionieren des Manipulators (End-of-Arm-Tool 12) mit hoher Dynamik erfolgt, sodass insbesondere auskragende Konstruktionsweisen im Anschluss an den Positioniervorgang einen Ausschwingvorgang nach sich ziehen. Die Dauer des Ausschwingvorgangs ist von vielen Parametern wie Position, Gewichtsverteilung, Stellung der Handachsen, verwendete Dynamik, etc. sowie den

Anforderungen des Prozesses an die Genauigkeit abhängig. Daher wird nach dem Stand der Technik die Wartezeit für ein Abklingen der Restschwingung empirisch ermittelt und mit Toleranzen versehen, damit die gewünschte Prozesssicherheit erreicht wird. Im nachfolgenden sei mit Verweis auf Fig. 5 der Stand der Technik eines Programmcodes einer Regeleinrichtung eines Handlinggeräts beim Aufnehmen oder Einlegen eines Formteils bzw. Halbzeugs gezeigt. Typischerweise ist dabei ein Ablauf in folgender Form zielführend:

- Ausgeben eines Kommandos zum Bewegen auf eine Vorbereitungsposition (Startposition P1) mit hoher Geschwindigkeit (MOVE Pos1)
- Ausgeben eines Kommandos zum Bewegen zur Zielposition (Manipulationsposition P2) zur Teilemanipulation mit reduzierter Geschwindigkeit und Ausgeben eines Kommandos zum Warten bis die Positionsvorgabe der Zielposition entspricht (WARTE MOVE Pos2)
- Warten bis die Restschwingung abgeklungen ist (WARTE Wartezeit 1)
- Ausgabe eines Steuersignals zur Freigabe oder Aufnahme von Teilen mit dem End-of-Arm-Tool 12 und warten bis die Manipulation erfolgreich beendet ist (Prozess)
- Ausgabe eines Signals zur Bewegung in die nächste Position, z. B. in die Endposition P3 (MOVE Pos3)

Insbesondere beim dritten Kommandoschritt wird meist eine fixe Zeit verwendet, da die Informationen über den Zustand des Handlingarms in Form von Schwingungen nicht vorhanden sind.

Durch den Einsatz von Sensorik (Sensor 16) am Ende des Handlingarms 8 oder in dessen Nähe ist möglich, den Zustand des Handlingarms 8 in Form von Dynamik (Beschleunigung, Geschwindigkeit, Auslenkung, Spannungszustand, Visionssysteme, etc.) zu erfassen. Wenn man nun eine oder mehrere solche dynamisch Größen (oder daraus ermittelte Größen) als Entscheidungsmerkmal für das Überleiten von der letzten Roboterpositionierbewegung auf das Ansteuern des Manipulators verwendet, kann die bisher fest vorgegebene Zeit entfallen.

Insbesondere kann der neuen Wartebedingung ein Parameter in Form einer Schranke für das Entscheidungsmerkmal mitgegeben werden. Durch das Verwenden von Sensorik wird also einerseits eine höhere Prozesssicherheit und andererseits auch ein schnellerer Prozessdurchlauf erreicht. Dadurch könnte der neue

Programmcode mit Roboter-Kommandos so wie in Fig. 6 aussehen. Der Unterschied zu Fig. 5 liegt demgemäß nur im dritten Schritt. Demnach wird gewartet, bis die Restschwingung ein bestimmtes Limit (Grenzwert G) unterschreitet. Anders ausgedrückt kommt anstelle der empirische ermittelten Wartezeit¹ gemäß Fig. 5 ein neuer Wartebefehl, welcher auf das Unterschreiten einer für die Endpunktbeschleunigung repräsentativen Schranke wartet. Zudem kann die Schranke so gewählt werden, dass sie den Anforderungen des Prozesses entspricht und bei Änderungen in der Bahnplanung (Positionen, Dynamik) oder gar des Manipulators noch immer gültig ist, keine Schäden verursacht werden und sogar eine Zykluszeitverkürzung erreicht wird.

In Fig. 7 ist beispielhaft ein weiterer Programmcode gezeigt. Bei dieser Realisierung wurde der Wartebefehl um die Auswertung einer maximalen Wartezeit (Timeout) ergänzt. Ist die maximale Wartezeit abgelaufen und das Restschwingungs-Limit aber noch nicht erfüllt, dann wird auf einen alternativen Prozess verzweigt. Dieser kann einen weiteren Versuch des ursprünglichen Prozesses darstellen oder in einen Fehlerbehandlungszweig laufen. Selbstverständlich können auch mehrere Versuche, vorzugsweise in einer Schleife, vorgesehen sein und die Anzahl der Versuche wiederum limitiert werden. Alle diese Erweiterungen haben das Ziel, die Prozessstabilität bzw. Fehlertoleranz weiter zu erhöhen.

In Fig. 8 ist eine idealisierte Bewegung des TCP (Tool Center Point) ohne Schwingungen desselben bei Programmierung wie in Fig. 6 ersichtlich. Auch die drei Bewegungsachsen X, Y und Z sind dargestellt.

Fig. 9 zeigt in einem Diagramm den Zeitverlauf der Endpunktbeschleunigung. Dazu wird am Handlingarm 8 ein Schnittstellenmodul um einen Beschleunigungssensor (Sensor 16) erweitert. Dieser ermöglicht die direkte oder modellierte Erfassung der Beschleunigung des Endpunktes (End-of-Arm) und die Auswertung des Signals in der Regeleinrichtung 1. Im Ablaufsequenz B ist die Beschleunigung relativ zur Zeit hinterlegt (siehe strichlierte Linie „Vorgabe“). Die tatsächlich vom Sensor 16 gemessene Beschleunigung weicht von dieser Vorgabe ab (siehe durchgehende Linie „Kinematik“). Diese gesteuerte Bewegung des Handlingarms 8 entspricht der Bewegungsphase M1. An diese Bewegungsphase M1 schließt die Wartephase W

an. Durch das vorgegebene abrupte Abbremsen der Bewegung des Handlingarms 8 kommt es zum Ausschwingen, welches mit der Zeit von selbst oder durch eine in das Antriebssystem eingebrachte Dämpfung abklingt. Um in die anschließende Manipulationsphase M2 überzugehen, wurde bis jetzt eine feste Wartezeit vorgegeben (siehe strichlierter Pfeil). Dadurch wurde aber eine unnötige Zykluszeitverzögerung in Kauf genommen. Demgegenüber sind jetzt Grenzwerte G (limit1, limit2) vorgegeben, welche sich direkt auf das tatsächliche Ausschwingverhalten beziehen. Sobald also dieser Grenzwert G erreicht bzw. unterschritten ist, wird das Fortsetzungssignal F ausgegeben und dadurch die Manipulationsphase M2 gestartet. Da nun die Ausgabe des Fortsetzungssignals F abhängig von einem gemessenen bzw. berechneten Ausschwingverhalten ist, verkürzt das Schalten die nächste Phase des Bewegungsablaufs erheblich (siehe kürzere Wartezeit1 bzw. Wartezeit2).

Ändert man gemäß Fig. 10 die Roboterbeschleunigungsvorgabe, beispielsweise beim Anfahren eines neuen Produkts oder legt man geänderte Grenzwerte fest, so ändern sich auch die Wartezeiten zwischen der eigentlichen Positionierung des Roboters und der Möglichkeit den darauf folgenden Prozessschritt zu starten. Die genauen Anforderungen sind abhängig vom jeweiligen Prozess, sodass dieser mit einem ausgeschwungenen Manipulator durchgeführt werden kann. Gemäß Fig. 10 ist die Maximalbeschleunigung der Vorgabe geringer als in Fig. 9, woraus sich auch die niedrigeren Ausschwingamplituden ergeben. Aus diesem Grund ist bei der direkt vom Ausschwingverhalten abhängigen Fortsetzungssignalausgabe ein noch größerer Zeitgewinn gegenüber der fest vorgegebenen Wartezeit gegeben.

Bezugszeichenliste:

- | | |
|---|------------------|
| 1 | Regelvorrichtung |
| 2 | Handlinggerät |
| 3 | Speichermedium |
| 4 | Prozessor |
| 5 | Ausgang |
| 6 | Eingang |
| 7 | End-of-Arm |
| 8 | Handlingarm |

8a - 8c	Teilarme
8c1, 8c2	Teile des Teilarms 8c
9	Vergleichseinheit
10	Recheneinheit
11	Formgebungsmaschine
12	End-of-Arm-Tool
13	Formteil
14 – 14c	Antriebsvorrichtungen
15	Handlingsteuerung
16	Sensor
17	Formgebungsanlage
18	Einspritzeinheit
19	Schließeinheit
20	Formwerkzeug
20a, 20b	Formhälften
21	Maschinensteuerung
22	Einspritzaggregat
23	Einfülltrichter
24	Einspritzkanal
25	bewegbare Formaufspannplatte
26	feststehenden Formaufspannplatte
27	Antriebsvorrichtung
28	Rahmen
29	Sockel
30	Träger
31	Saugelemente
32	Stangen
G	Grenzwert
G_{dyn}	Grenzwert auf Basis eines dynamischen Parameters
G_t	Grenzwert auf Basis eines Zeitlimits
F	Fortsetzungssignal
W	Wartephase
P_{dyn}	dynamischer Parameter
V_{dyn}	Verlauf eines dynamischen Parameters

B	Ablaufsequenz
X, Y, Z	Bewegungsachsen
M1	Bewegungsphase
M2	Manipulationsphase
M3	Bewegungs- oder Transportphase
P1	Startposition
P2	Manipulationsposition
P3	Endposition
ABC	Drehachsen

Innsbruck, am 17. Oktober 2016

Patentansprüche

1. Regeleinrichtung (1) für ein Handlinggerät (2), mit
 - einem Speichermedium (3),
 - einem Prozessor (4),
 - einem Ausgang (5) zur Ausgabe von Signalen und
 - einem Eingang (6) zum Erhalten von Signalen des Handlinggeräts (2),
 wobei bei Erreichen eines Grenzwerts (G) von der Regeleinrichtung (1) das Ende einer Wartephase (W) festlegbar ist, wobei die Wartephase (W) einer Betätigung eines an einem End-of-Arm (7) eines Handlingarms (8) angebrachten End-of-Arm-Tools (12) vorgelagert ist und dem Abklingen lassen von Schwingungen des End-of-Arms (7) des Handlingarms (8) des Handlinggeräts (2) dient, dadurch gekennzeichnet,
 - dass die über den Eingang (6) erhaltenen Signale einen dynamischen Parameter (P_{dyn}) des End-of-Arms (7) des Handlingarms (8) repräsentieren und der Grenzwert (G_{dyn}) einem im Speichermedium hinterlegten, bestimmten dynamischen Parameter (P_{dyn}) des End-of-Arms (7) entspricht, wobei von einer Vergleichseinheit (9) der Regelvorrichtung (1) die eingegangenen Signale mit dem Grenzwert (G_{dyn}) vergleichbar sind und bei Erreichen des Grenzwerts (G_{dyn}) das Ende der Wartephase (W) festlegbar ist, oder
 - dass im Speichermedium (3) mehrere Ausschwingprofile des End-of-Arms (7) mit jeweils einem Verlauf (V_{dyn}) eines dynamischen Parameters (P_{dyn}) des End-of-Arms (7) hinterlegt sind, wobei in Abhängigkeit des Verlaufs (V_{dyn}) des dynamischen Parameters (P_{dyn}) der Grenzwert (G_t), welcher einem Zeitlimit entspricht, festlegbar und bei Erreichen des Grenzwerts (G_t) das Ende der Wartephase (W) festlegbar ist.
2. Regeleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass von der Regeleinrichtung (1) in Abhängigkeit des festgelegten Endes der Wartephase (W) ein Fortsetzungssignal (F) ausgebbar ist.
3. Regeleinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der dynamische Parameter (P_{dyn}) ein auf Basis der Geschwindigkeit, der

Beschleunigung, der Auslenkung, des Spannungszustands und/oder der Position des End-of-Arms (7) ermittelter, vorzugsweise gemessener oder berechneter, Schwingungswert ist.

4. Handlinggerät (2) für eine Formgebungsmaschine (11), mit
 - einem Handlingarm (8), welcher einen End-of-Arm (7) aufweist,
 - einem am Handlingarm (8) angebrachten End-of-Arm-Tool (12) zum Manipulieren eines Formteils (13) oder eines Halbzeugs,
 - zumindest einer Antriebsvorrichtung (14) für den Handlingarm (8) und
 - einer Regeleinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3.
5. Handlinggerät nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Handlinggerät (2) eine Handlingsteuerung (15) aufweist, wobei die Regeleinrichtung (1) mit der Handlingsteuerung (15) signaltechnisch verbunden ist oder in die Maschinensteuerung (15) integriert ist.
6. Handlinggerät nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass im Speichermedium (3) der Regeleinrichtung (1) oder in der Handlingsteuerung (15) zumindest eine Ablaufsequenz (B) zur Bewegung des End-of-Arms (7) entlang zumindest einer Bewegungsachse (X, Y, Z) gespeichert ist.
7. Handlinggerät nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Ablaufsequenz (B)
 - eine Bewegungsphase (M1) für die Bewegung des End-of-Arms (7) von einer Startposition (P1) zu einer Manipulationsposition (P2),
 - die Wartephase (W),
 - eine durch das Fortsetzungssignal (F) initiierte Manipulationsphase (M2) und
 - eine Bewegungs- oder Transportphase (M3) für die Bewegung des End-of-Arms (7) von der Manipulationsposition (P2) in eine Endposition (P3) aufweist.
8. Handlinggerät nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass im Speichermedium (3) der Regeleinrichtung (1) oder in der Handlingsteuerung

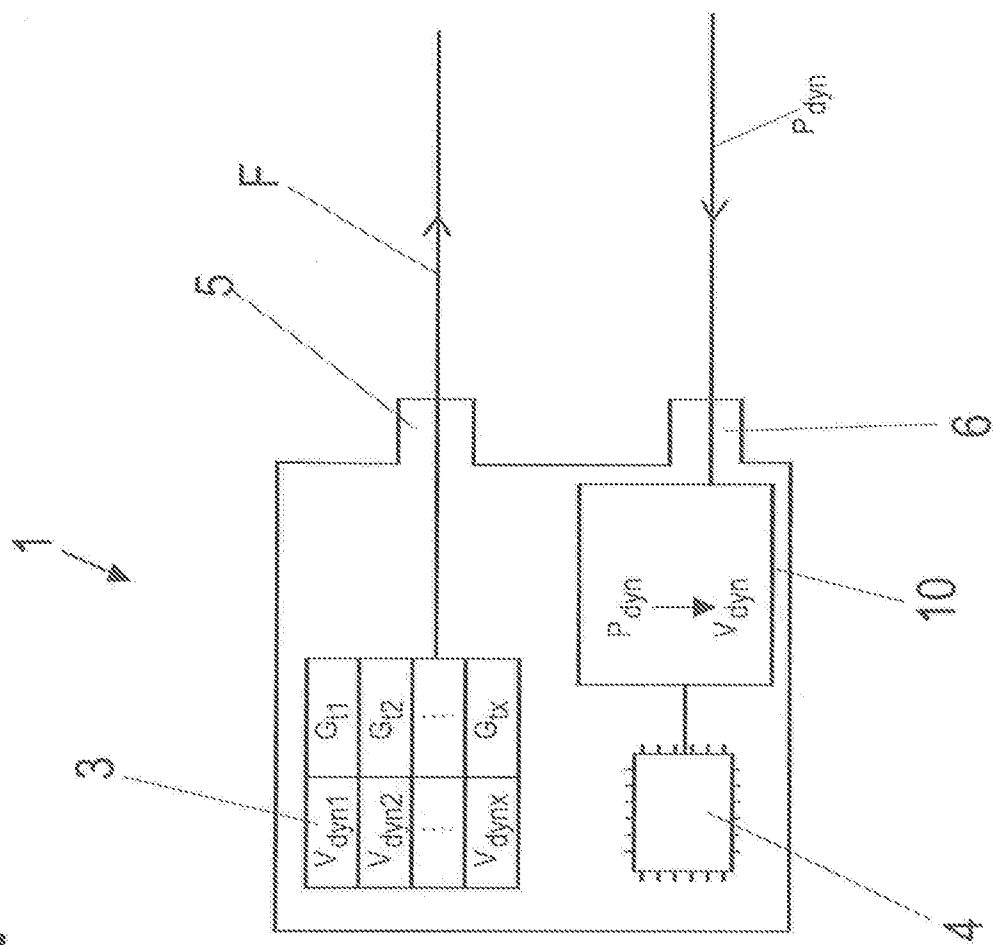
- (15) mehrere Ablaufsequenzen (B) gespeichert sind, die sich zumindest in den Geschwindigkeiten des End-of-Arms (7) in der Manipulationsphase (M2) voneinander unterscheiden, wobei zu jeder Ablaufsequenz (B) ein von der jeweiligen Manipulationsphase (M2) ausgeführten Aktion des End-of-Arms-Tools (12) abhängiger Grenzwert (G) im Speichermedium (3) gespeichert ist.
9. Handlinggerät nach einem der Ansprüche 4 bis 8, gekennzeichnet durch zumindest einen, vorzugsweise im Bereich des End-of-Arms (7) oder im Bereich des End-of-Arm-Tools (12) angeordneten, Sensor (16), vorzugsweise einen Beschleunigungssensor, wobei die vom Sensor (16) gemessenen Werte als den dynamischen Parameter (P_{dyn}) repräsentierende Signale an den Eingang (6) der Regeleinrichtung (1) übermittelbar sind.
 10. Handlinggerät nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass in jeder Phase der Ablaufsequenz (B) von der Regelvorrichtung (1) über den Ausgang (5) entsprechende Signale an die zumindest eine Antriebsvorrichtung (14) übermittelbar sind.
 11. Formgebungsanlage (17) mit einer Formgebungsmaschine (11), insbesondere einer Spritzgießmaschine, und einem Handlinggerät (2) nach einem der Ansprüche 4 bis 10.
 12. Formgebungsanlage nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Formgebungsmaschine (11) eine Einspritzeinheit (18) und eine Schließeinheit (19) mit einem Formwerkzeug (20) aufweist, wobei vom Handlinggerät (2) ein im Formwerkzeug (20) hergestelltes Formteil (13) in der Manipulationsphase (M2) manipulierbar, vorzugsweise aufnehmbar, ablegbar, übergebbar und/oder einlegbar, ist oder ein Halbzeug in das Formwerkzeug (20) bringbar ist.
 13. Formgebungsanlage nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Formgebungsmaschine (11) eine Maschinensteuerung (21) aufweist, wobei die Handlingsteuerung (15) mit der Maschinensteuerung (21) signaltechnisch verbunden ist oder in die Maschinensteuerung (21) integriert ist.

14. Verfahren zum Regeln eines Handlinggeräts (2), wobei entweder zunächst der Schritt
- Vergleichen von über einen Eingang (6) eingegangenen Signalen des Handlinggeräts (2), welche einen dynamischen Parameter (P_{dyn}) des End-of-Arms (7) des Handlingarms (8) repräsentieren, mit einem in einem Speichermedium (3) hinterlegten Grenzwert (G_{dyn}), welcher einem bestimmten dynamischen Parameter (P_{dyn}) des End-of-Arms (7) entspricht, durchgeführt wird oder zunächst die Schritte
 - Festlegen, vorzugsweise Berechnen, von Verläufen (V_{dyn}) eines dynamischen Parameters (P_{dyn}) des End-of-Arms (7),
 - Hinterlegen mehrerer Ausschwingprofile des End-of-Arms (7) auf Basis der festgelegten Verläufe (V_{dyn}) und
 - Festlegen eines einem Zeitlimit entsprechenden Grenzwerts (G_t) zu jedem Ausschwingprofil in Abhängigkeit des jeweiligen Verlaufs (V_{dyn}) des dynamischen Parameters (P_{dyn}) des End-of-Arms (7)
- durchgeführt werden, jeweils gefolgt von dem Schritt
- Festlegen des Endes einer Wartephase (W) bei Erreichen des Grenzwerts (G_{dyn} , G_t), wobei die Wartephase (W) einer Betätigung eines an einem End-of-Arm (7) eines Handlingarms (8) angebrachten End-of-Arm-Tools (12) vorgelagert ist und dem Abklingen lassen von Schwingungen des End-of-Arms (7) des Handlingarms (8) des Handlinggeräts (2) dient.
15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit des festgelegten Endes der Wartephase (W) ein Fortsetzungssignal (F) ausgegeben wird.
16. Verfahren zum Bewegen eines Handlingarms (8) eines Handlinggeräts (2) auf Basis einer, insbesondere in einem Speichermedium (3) einer Regeleinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3 hinterlegten, Ablaufsequenz (B), mit den Schritten
- Bewegen eines End-of-Arms (7) des Handlingarms (8) von einer Startposition (P_1) zu einer Manipulationsposition (P_2),
 - Warten gemäß einer Wartephase (W) der Ablaufsequenz (B),

- Beendigung der Wartephase (W) in Abhängigkeit eines gemäß einem Verfahren nach Anspruch 14 festgelegten Endes der Wartephase (W), vorzugsweise durch Ausgeben eines Fortsetzungssignals (F),
- Manipulieren eines Formteils (13) oder eines Halbzeugs mit einem am Handlingarm (8) angebrachten End-of-Arm-Tool (12) und
- Bewegen des End-of-Arms (7) in eine Endposition (P3).

Innsbruck, am 17. Oktober 2016

FIG. 2



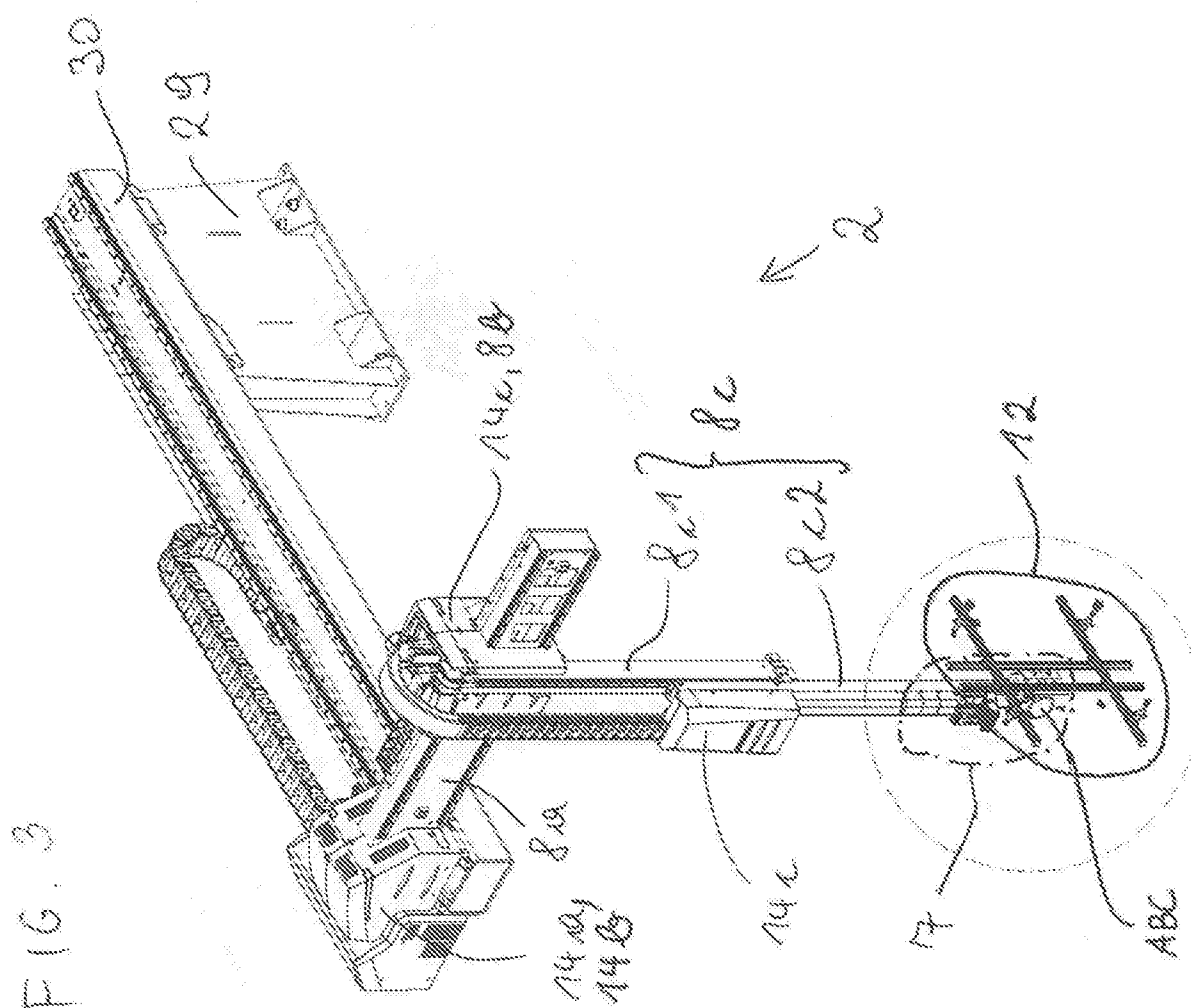
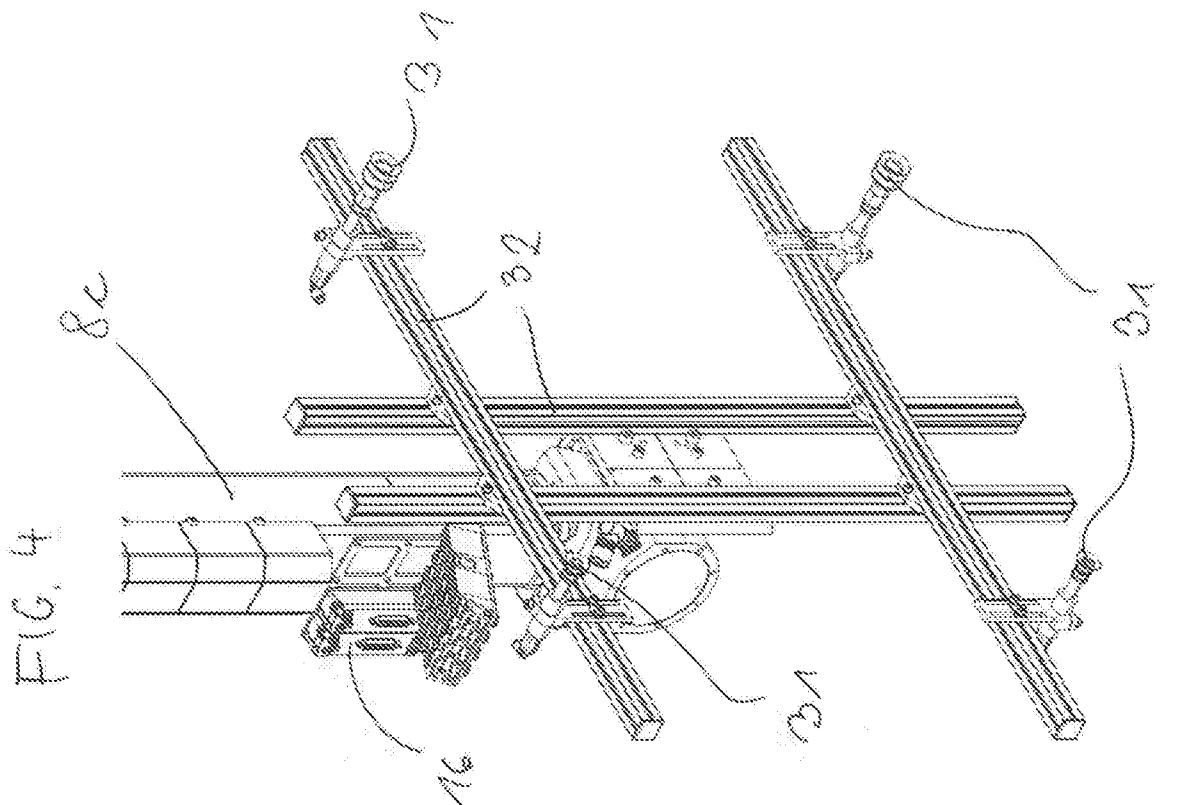


FIG. 5 (St.d.T.)

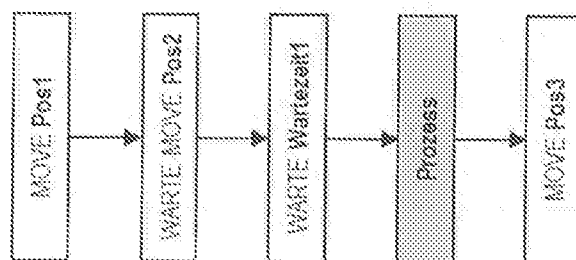


FIG. 6

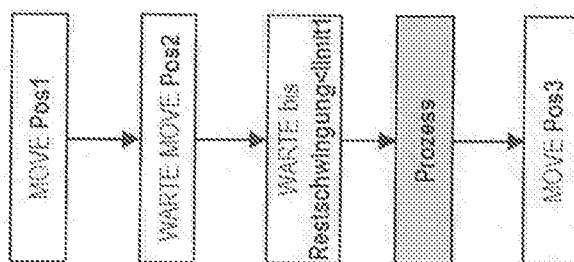


FIG. 7

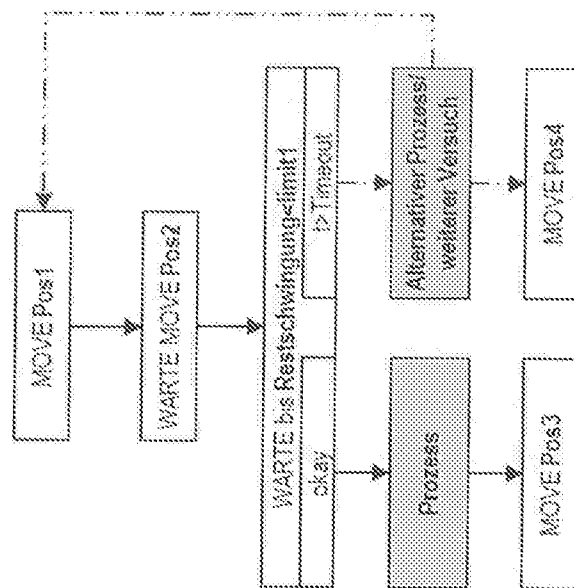


FIG. 8

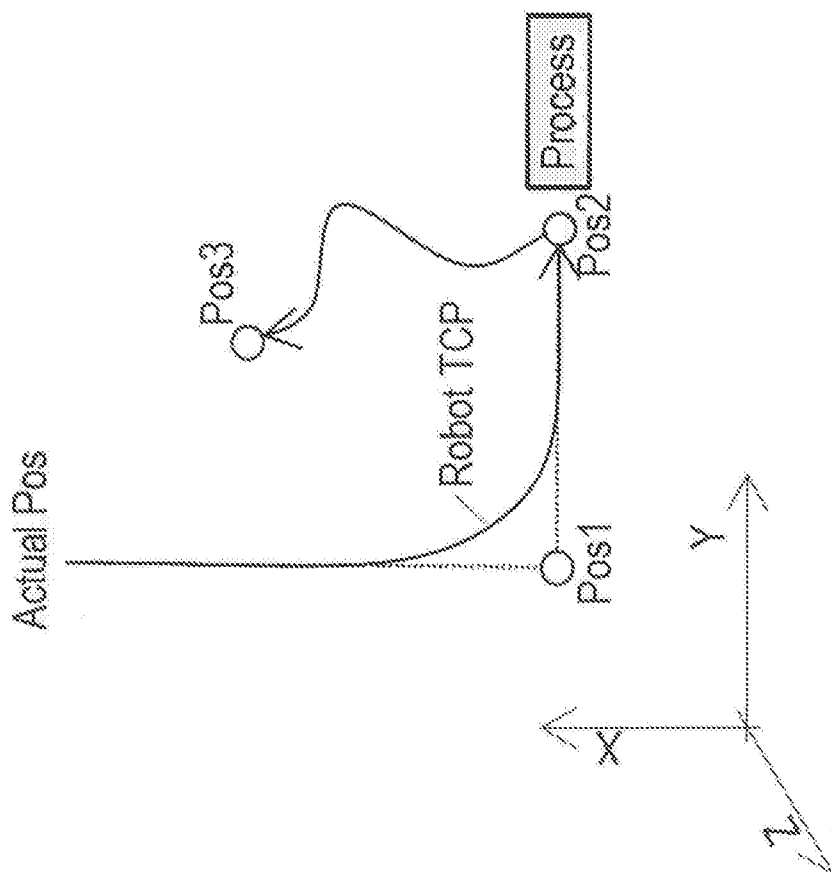


FIG. 9

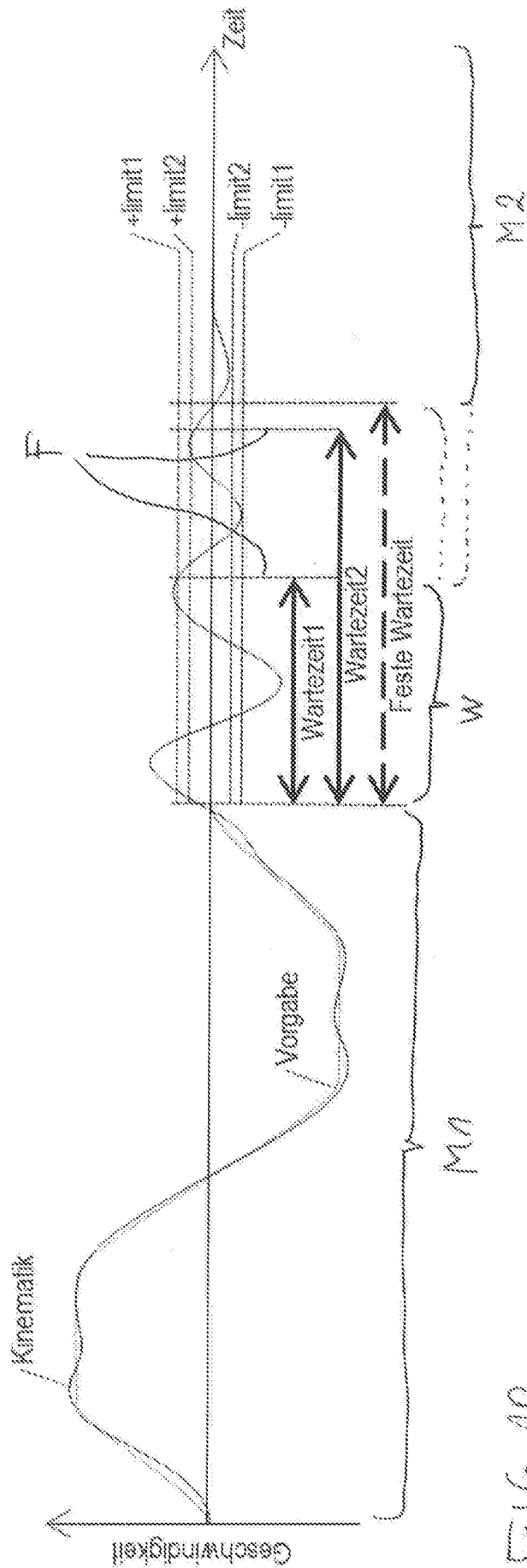
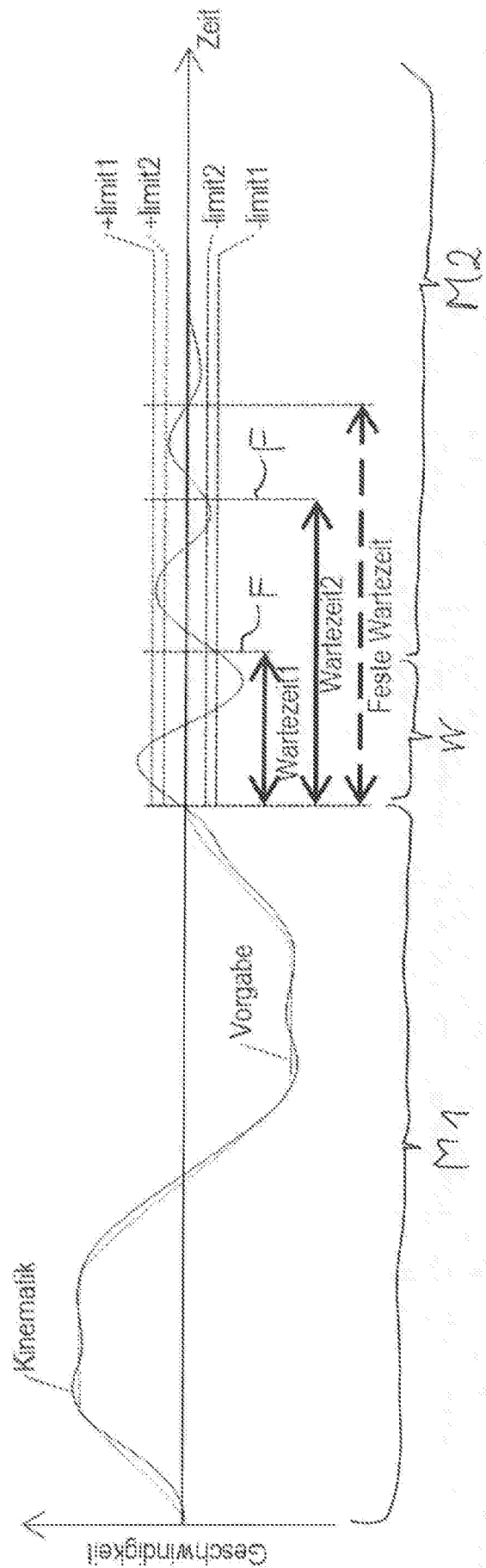


FIG. 10



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
B25J 9/16 (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
B25J 9/1633 (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
B25J

Konsultierte Online-Datenbank:
wpi, epodoc, Volltext-Datenbanken

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **18.10.2016** eingereichten Ansprüchen **1 - 16** erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	DE 102012104194 A1 (FANUC CORP) 22. November 2012 (22.11.2012) Zusammenfassung; Absätze [0002], [0019], [0203] - [0206]	1 - 16
A	EP 0985989 A2 (DEUTSCHES ZENTRUM LUFT & RAUMFAHRT) 15. März 2000 (15.03.2000) Zusammenfassung	1 - 16

Datum der Beendigung der Recherche:
22.08.2017

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

PAVDI Christian

^{*)} **Kategorien** der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Regeln eines Handlinggeräts (2), wobei der Schritt
 - Festlegen eines Endes einer Wartephase (W) bei Erreichen eines Grenzwerts (G_{dyn} , G_t) durchgeführt wird, wobei die Wartephase (W) einer Betätigung eines an einem End-of-Arm (7) eines Handlingarms (8) angebrachten End-of-Arm-Tools (12) vorgelagert ist und dem Abklingen lassen von Schwingungen des End-of-Arms (7) des Handlingarms (8) des Handlinggeräts (2) dient,dadurch gekennzeichnet, dass vor diesem Schritt entweder der Schritt
 - Vergleichen von über einen Eingang (6) eingegangenen Signalen des Handlinggeräts (2), welche einen dynamischen Parameter (P_{dyn}) des End-of-Arms (7) des Handlingarms (8) repräsentieren, mit einem in einem Speichermedium (3) hinterlegten Grenzwert (G_{dyn}), welcher einem bestimmten dynamischen Parameter (P_{dyn}) des End-of-Arms (7) entspricht, durchgeführt wirdoder die Schritte
 - Festlegen, vorzugsweise Berechnen, von Verläufen (V_{dyn}) eines dynamischen Parameters (P_{dyn}) des End-of-Arms (7),
 - Hinterlegen mehrerer Ausschwingprofile des End-of-Arms (7) auf Basis der festgelegten Verläufe (V_{dyn}) und
 - Festlegen eines einem Zeitlimit entsprechenden Grenzwerts (G_t) zu jedem Ausschwingprofil in Abhängigkeit des jeweiligen Verlaufs (V_{dyn}) des dynamischen Parameters (P_{dyn}) des End-of-Arms (7)durchgeführt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit des festgelegten Endes der Wartephase (W) ein Fortsetzungssignal (F) ausgegeben wird.
3. Verfahren zum Bewegen eines Handlingarms (8) eines Handlinggeräts (2) auf Basis einer Ablaufsequenz (B), mit den Schritten
 - Bewegen eines End-of-Arms (7) des Handlingarms (8) von einer Startposition (P1) zu einer Manipulationsposition (P2),

- Warten gemäß einer Wartephase (W) der Ablaufsequenz (B),
- Beendigung der Wartephase (W) in Abhängigkeit eines gemäß einem Verfahren nach Anspruch 1 festgelegten Endes der Wartephase (W), vorzugsweise durch Ausgeben eines Fortsetzungssignals (F),
- Manipulieren eines Formteils (13) oder eines Halbzeugs mit einem am Handlingarm (8) angebrachten End-of-Arm-Tool (12) und
- Bewegen des End-of-Arms (7) in eine Endposition (P3).

Innsbruck, am 27. September 2017