

(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  
22. April 2021 (22.04.2021)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2021/073997 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation: *G05B 13/04* (2006.01) *G05B 19/418* (2006.01) 49525 Lengerich (DE). **EDERLEH, Lennart**; Münsterstr. 50, 49525 Lengerich (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/078235 (74) **Anwalt: BALS & VOGEL PATENTANWÄLTE**; Universitätsstraße 142, 44799 Bochum (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 08. Oktober 2020 (08.10.2020) (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, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2019 127 548.2 14. Oktober 2019 (14.10.2019) DE
- (71) Anmelder: **WINDMÖLLER & HÖLSCHER KG** [DE/DE]; Münsterstr. 50, 49525 Lengerich (DE).
- (72) Erfinder: **BACKMANN, Martin**; Münsterstr. 50, 49525 Lengerich (DE). **BUSSMANN, Markus**; Münsterstr. 50, 49525 Lengerich (DE). **SCHUH, Melanie**; Münsterstr. 50, (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,

(54) Title: MONITORING METHOD FOR MONITORING AT LEAST ONE PART OF A PRODUCTION PROCESS OF A FILM EXTRUSION SYSTEM

(54) Bezeichnung: KONTROLLVERFAHREN FÜR DIE KONTROLLE WENIGSTENS EINES TEILS EINES PRODUKTIONSPROZESSES EINER FOLIENEXTRUSIONSANLAGE

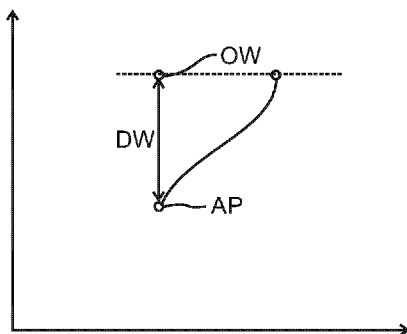


Fig. 5

(57) Abstract: The invention relates to a monitoring method for monitoring at least one part of a production process of a film extrusion system (10) using a production model (PM), having the following steps: – detecting at least one model parameter (MP) in the form of an output parameter (AP) of the production model (PM) in order to detect a film product situation, – determining a differential value (DW) between the at least one detected output parameter (AP) and a correlating set-point value (OW), – forming a parameter relationship between the determined differential value (DW) and at least one model parameter (MP) in the form of an input parameter (EP) of the production model (PM), and – generating at least one control value (TW) as a specification for the at least one input parameter (EP) of the formed parameter relationship.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Kontrollverfahren für eine Kontrolle wenigstens eines Teils eines Produktionsprozesses einer Folienextrusionsanlage (10) mittels eines Produktionsmodells (PM), aufweisend die folgenden Schritte: – Erfassen von wenigstens einem Modellparameter (MP) in Form eines Ausgangsparameters (AP) des Produktionsmodells (PM) zur Erfassung einer Folienproduktsituation, – Bestimmen eines Differenzwertes (DW) zwischen dem wenigstens einen erfassten Ausgangsparameter (AP) und einem korrelierenden Sollwert (OW), – Ausbilden einer Parameterbeziehung zwischen dem bestimmten Differenzwert (DW) und wenigstens einem Modellparameter (MP) in Form eines Eingangsparameters (EP) des Produktionsmodells (PM), – Erzeugen wenigstens eines Stellwertes (TW) als Vorgabe für den wenigstens einen Eingangsparameter (EP) der ausgebildeten Parameterbeziehung.



WO 2021/073997 A1

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, 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).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

## **Kontrollverfahren für die Kontrolle wenigstens eines Teils eines Produktionsprozesses einer Folienextrusionsanlage**

### **B e s c h r e i b u n g**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kontrollverfahren für eine Kontrolle  
5 wenigstens eines Teils eines Produktionsprozesses einer Folienextrusionsanlage  
sowie ein entsprechendes Computerprogrammprodukt.

Es ist bekannt, dass Folienextrusionsanlagen anhand von Eingangsparametern  
und Ausgangsparametern hinsichtlich einer Produktionssituation und/oder  
10 hinsichtlich einer Folienproduktsituation bewertet werden können. Dies gilt  
insbesondere für die Einstellung, also die Steuerung und/oder die Regelung der  
Folienextrusionsanlage. So ist beispielsweise eine Vielzahl von  
Eingangsparametern notwendig, um die Folienextrusionsanlage so einzustellen,  
dass sie eine definierte Folienproduktsituation erzeugt. Solche  
15 Eingangsparameter können zum Beispiel Parameter der Rohstoffe, Parameter

der Rezeptur, aber auch Parameter der Folienextrusionsanlage selbst sein. Auch die Bewertung der Qualität des Folienproduktes hängt an einer Vielzahl von Parametern. Beispielsweise kann hier als Ausgangsparameter der Nutzungsparameter, also die tatsächliche Erfüllung einer Funktion der Folie, aber auch messbare Folienparameter wie  
5 Reißfestigkeit oder Stretchfähigkeit darstellen.

Bekannte Lösungen basieren bei der Steuerung und/oder Regelung der Folienextrusionsanlage zu einem großen Teil auf der Erfahrung und dem Wissen des Bedienpersonals. So ist dem Bedienpersonal aufgrund der Erfahrungen der Betriebsweise  
10 der Folienextrusionsanlagen bekannt, welche Einstellungen vorzunehmen sind, um ein definiertes Folienprodukt zu erzielen bzw. einzelne Ergebnisparameter in der Folienproduktsituation zu verändern, insbesondere zu verbessern. Dies führt jedoch dazu, dass bei unterschiedlichem Bedienpersonal auch unterschiedliche und vor allem nicht nacharbeitbare Prozesse dazu führen, dass unterschiedliche Folienproduktsituationen sich  
15 einstellen. Zwar reicht dies üblicherweise grundsätzlich trotzdem aus, um ein ausreichendes Maß an Qualität für das Folienprodukt zu gewährleisten, jedoch wird im Fehlerfall ein hoher Ausschuss erzielt. Insbesondere bei der Umstellung zwischen unterschiedlichen Folienprodukten, aber auch beim Wechsel des Bedienpersonals besteht also ein hohes Risiko, dass das Folienprodukt sich hinsichtlich der Produktionsqualität verändert.

20 Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung die voranstehend beschriebenen Nachteile zumindest teilweise zu beheben. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, in kostengünstiger und einfacher Weise Einflussmöglichkeiten für die Kontrolle einer Folienextrusionsanlage zu finden.

25 Die voranstehende Aufgabe wird gelöst durch ein Kontrollverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie ein Computerprogrammprodukt mit den Merkmalen des Anspruchs 10. Weitere Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im  
30 Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Kontrollverfahren beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Computerprogrammprodukt und jeweils umgekehrt, sodass bezüglich der Offenbarung zu

den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird bzw. werden kann.

Ein erfindungsgemäßes Kontrollverfahren dient der Kontrolle wenigstens eines Teils eines Produktionsprozesses einer Folienextrusionsanlage mittels eines Produktionsmodells. Ein solches Kontrollverfahren weist die folgenden Schritte auf:

- Erfassen von wenigstens einem Modellparameter in Form eines Ausgangsparameters des Produktionsmodells zur Erfassung einer Folienproduktsituation,
- Bestimmen eines Differenzwertes zwischen dem wenigstens einen erfassten Ausgangsparameter und einem korrelierenden Sollwert,
- Ausbilden einer Parameterbeziehung zwischen dem bestimmten Differenzwert und wenigstens einem Modellparameter in Form eines Eingangsparameters des Produktionsmodells,
- Erzeugen wenigstens eines Stellwertes als Vorgabe für den wenigstens einen Eingangsparameter der ausgebildeten Parameterbeziehung.

Ein erfindungsgemäßes Kontrollverfahren dient also dazu, eine Folienextrusionsanlage und den darauf stattfindenden Produktionsprozess zu beeinflussen, insbesondere in steuernder oder regelnder Weise. Die Kontrolle erfolgt dabei auf einer generell bekannten Logik eines Soll-Ist-Vergleichs. Hierfür wird ein Modellparameter in Form eines Ausgangsparameters des Produktionsmodells erfasst. Damit kann die Folienproduktsituation erfasst werden. Dies können zum Beispiel Folienparameter sein, aber auch Stabilitätsparameter der Folienbahn, welche durch die Folienextrusionsanlage produziert wird. Das Erfassen kann dabei direkt oder indirekt sowie inline aber auch offline erfolgen. Insbesondere ist der Schritt des Erfassens in einen Regelungsprozess integriert, sodass eine geschlossene Regelungsschleife ausgebildet werden kann.

In einem zweiten Schritt wird ein Differenzwert bestimmt, also eine Abweichung, zwischen dem erfassten Ausgangsparameter und einem mit diesem Ausgangsparameter korrelierenden Sollwert. Dieser Sollwert kann ein statischer Sollwert, aber auch ein sich regelmäßig variierender Sollwert sein. Insbesondere kann der Sollwert auch zusätzliche

Abhängigkeiten aufweisen, zum Beispiel von der aktuell auf der Folienextrusionsanlage produzierten Rezeptur.

5 Einer der Kerngedanken der vorliegenden Erfindung liegt nun im nächsten Schritt, bei welchem eine Ausbildung einer Parameterbeziehung erfolgt, nämlich zwischen dem bestimmten Differenzwert und wenigstens einem Modellparameter in Form eines Eingangsparameters des Produktionsmodells. Ein solches Produktionsmodell kann zum Beispiel ein algorithmisches Modell, ein empirisches Modell und/oder ein Modell auf Basis einer sogenannten künstlichen Intelligenz sein. So können hier zum Beispiel sogenannte  
10 neuronale Netzwerke eingesetzt werden, welche mit entsprechenden Trainingsdaten die einzelnen Modellparameter, welche in realer Weise an der Folienextrusionsanlage vorliegen, abbildet und miteinander in Beziehung setzt. Erfindungsgemäß wird nun eine solche Parameterbeziehung durch das Produktionsmodell zwischen dem Differenzwert und wenigstens einem Eingangsparameter erstellt. Es wird also festgestellt, in welcher Weise  
15 und mit welcher Parameterbeziehung die erkannte und bestimmte Differenz mit einem oder mehreren Eingangsparametern des Produktionsmodells zusammenspielt. Im finalen Schritt wird nun wenigstens ein Stellwert als Vorgabe für den wenigstens einen Eingangsparameter der ausgebildeten Parameterbeziehung erzeugt. Dieser Stellwert basiert auf der Parameterbeziehung und erlaubt es nun, die Differenz auszugleichen. Ziel eines erfindungsgemäßen Kontrollverfahrens ist es also, unerwünschte Abweichungen von Sollwerten werden durch Regeleingriff bzw. Stelleingriff auszugleichen und zu reduzieren. Hierfür findet eine Kombination von Bestimmungen an der Folienextrusionsanlage einerseits und der Verwendung eines digitalen Produktionsmodells andererseits statt. Der erfindungsgemäße Kerngedanke liegt dabei darauf, dass nicht nur auf der Basis einer  
25 Erfahrung des Bedienpersonals oder der tatsächlichen Kenntnisse von der speziellen Folienextrusionsanlage eine solche Regelung stattfinden muss. Vielmehr kann vorhersagbar und nacharbeitbar eine automatisierte oder teilautomatisierte Kontrolle der Folienextrusionsanlage sowie des Produktionsprozesses stattfinden. Erfindungsgemäß ist dies dadurch ermöglicht, dass ein Produktionsmodell nun die Parameterbeziehung zwischen  
30 dem Differenzwert und wenigstens einem Eingangsparameter zur Verfügung stellt. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei der Folienextrusionsanlage um jede beliebige Form einer Folienextrusionsanlage handeln kann. Insbesondere sind darunter Blasfolienmaschinen, wie auch Flachfolienmaschinen zu verstehen. Je komplexer die

Parameterbeziehungen zwischen den einzelnen Modellparametern im Produktionsmodell sind, umso vorteilhafter ist es, wenn das Produktionsmodell zumindest eine künstliche Intelligenz aufweist. Selbstverständlich sind jedoch auch Kombinationen zwischen klassischen algorithmischen Modellen, empirischen Modellen und neuronalen Netzwerken in Form einer künstlichen Intelligenz im Rahmen der vorliegenden Erfindung denkbar.

Dabei ist in einem erfindungsgemäßen Verfahren grundsätzlich unerheblich, was mit dem erzeugten Stellwert passiert. So kann der Stellwert zum Beispiel in einfachster Weise einfach abgespeichert werden, sodass sozusagen eine nachhaltige Überwachung des Produktionsprozesses, also ein sogenanntes Monitoring stattfinden kann. Darüber hinaus ist auch eine Ausgabe des erzeugten Stellwertes denkbar, im Prinzip als Hinweis für das Bedienpersonal, mit welcher Parameterbeziehung ein Stellwert für eine Regelung einer Maschine bzw. ein manuelles Eingreifen an der Maschine sinnvoll wäre. Nicht zuletzt ist auch ein aktiver Stelleingriff in Form einer automatisierten Regelung mit dem erzeugten wenigstens einen Stellwert im Sinne der vorliegenden Erfindung denkbar.

Unter einem Modellparameter ist im Sinne der vorliegenden Erfindung jeder Parameter zu verstehen, welcher im Produktionsmodell eingesetzt werden kann. Insbesondere können solche Modellparameter aufgeteilt werden in Eingangsparameter und Ausgangsparameter der Folienextrusionsanlage.

Neben dem verbesserten Kontrollverfahren und der verbesserten Regelung einer Folienextrusionsanlage sind hier zusätzliche Vorteile beim Folienprodukt erzielbar. Insbesondere kann eine Vorhersage von Folieneigenschaften erfolgen, da durch die Parameterbeziehung des Produktionsmodells eine definierte Korrelation zwischen dem Produktionsergebnis und dem Produktionsprozess der Folienextrusionsanlage hergestellt werden kann. Mit anderen Worten ist es möglich, sozusagen ein Qualitätsversprechen zu geben, welche insbesondere aus Haftungsgründen, aber auch aus Qualitätsgründen in der Kundenbeziehung große Vorteile mit sich bringt.

Es kann Vorteile mit sich bringen, wenn bei einem erfindungsgemäßen Kontrollverfahren der erzeugte Stellwert als Hinweis an das Bedienpersonal ausgegeben wird. Der erzeugte Stellwert in Form eines Hinweises kann zum Beispiel als optische Anzeige erfolgen. Auch ist

die Ausgabe sowohl als einzeln erzeugter Stellwert, aber auch als Stellwertkorridor denkbar. Auch die grundsätzliche Ausgabe, in welche Richtung und bei welchem Eingabeparameter eine Verstellung bzw. ein manueller Eingriff sinnvoll wäre, kann als Ausgabe des Stellwertes zur Verfügung gestellt werden. Beispielsweise wäre die Ausgabe einer falschen  
5 Positionierung der Frostlinie bei einer Flachfolienproduktion. Als Hinweis würde der erzeugte Stellwert dem Bedienpersonal ausgeben, dass eine größere Kühlleistung zu erzeugen ist. Somit ist bereits durch die reine Erzeugung des Stellwertes und die entsprechende Ausgabe als Hinweis an das Bedienpersonal eine Verbesserung des Produktionsprozesses möglich.

10 Ebenfalls Vorteile bringt es mit sich, wenn bei einem erfindungsgemäßen Kontrollverfahren der erzeugte Stellwert direkt oder indirekt einen Eingangsparameter, insbesondere in Form eines Maschinenparameters, der Folienextrusionsanlage gezielt verändert. Ein solcher Eingriff kann auch als automatische Kontrolle bzw. automatische Regelung verstanden werden. Das gezielte Eingreifen bzw. die direkte Anpassung des Maschinenparameters kann  
15 zum Beispiel ein Eingriff in die Schmelztemperatur bei einem direkten Eingangsparameter sein. Auch eine indirekte Anpassung, wenn zum Beispiel bei falscher Schmelztemperatur eine Kühlleistung angepasst wird, ist hier denkbar. Hier ist sozusagen eine verbesserte oder optimierte Regelungen mithilfe des erfindungsgemäßen Kontrollverfahrens für die Folienextrusionsanlage möglich.

20 Weitere Vorteile kann es mit sich bringen, wenn bei einem erfindungsgemäßen Kontrollverfahren die Schritte des Erfassens, des Bestimmens, des Ausbildens und des Erzeugens wenigstens teilweise, insbesondere vollständig oder im Wesentlichen vollständig vor dem Beginn eines Produktionsprozesses der Folienextrusionsanlage durchgeführt  
25 werden für eine Ausbildung einer Startkonfiguration des wenigstens einen Eingangsparameters. Auf diese Weise wird es also möglich, mit einem erfindungsgemäßen Kontrollverfahren sozusagen eine Voreinstellung für die Folienextrusionsanlage einzunehmen, um den Produktionsprozess anzufahren. Dabei können insbesondere Startbedingungen, zum Beispiel eine kalte Folienextrusionsanlage, noch nicht belegte  
30 Strömungskanäle für Extrusionsmaterial oder Ähnliches berücksichtigt werden. Auf diese Weise wird ein erfindungsgemäßes Kontrollverfahren für einen verbesserten und einen stabilisierten Anlauf der Folienextrusionsanlage eingesetzt.

Weitere Vorteile können erzielt werden, wenn bei einem erfindungsgemäßen Kontrollverfahren die Schritte des Erfassens, des Bestimmens, des Ausbildens und des Erzeugens wenigstens teilweise, insbesondere vollständig oder im Wesentlichen vollständig, nach dem Beginn eines Produktionsprozesses der Folienextrusionsanlage durchgeführt werden. Insbesondere handelt es sich dabei um eine Durchführung des Kontrollverfahrens während des Betriebs des Produktionsprozesses der Folienextrusionsanlage. Mit anderen Worten kann hier eine laufende Regelung und/oder Steuerung im Betrieb der Folienextrusionsanlage möglich sein. Selbstverständlich kann ein solches Betriebskontrollverfahren mit einem Anlaufkontrollverfahren gemäß dem voranstehenden Absatz kombiniert werden.

Weitere Vorteile bringt es mit sich, wenn bei einem erfindungsgemäßen Kontrollverfahren auf Basis des erzeugten Stellwertes ein Ergebnis eines Stelleingriffs in Form eines veränderten, erfassten Ausgangsparameters erfasst und insbesondere gespeichert wird. Ein solches Ergebnis gibt also die Rückkopplung, wie erfolgreich der erzeugte Stellwert tatsächlich sich ausgewirkt hat. Eine solche Rückkopplung und Speicherung der Rückkopplung erlaubt es, in Zukunft eine entsprechend angepasste Regelung durchzuführen. Führt beispielsweise der auf dem erfindungsgemäßen Kontrollverfahren basierte erzeugte Stellwert nicht zu dem gewünschten qualitativen oder quantitativen Stelleingriff, so kann entweder die Parameterbeziehung spezifisch oder aber sogar das komplette Produktionsmodell durch diese Rückkopplung verändert werden. Dies ist selbstverständlich auch bei zwei oder mehr Modellparametern möglich. Mit anderen Worten wird es auf diese Weise möglich, ein selbstlernendes Produktionsmodell bzw. ein selbstlernendes Kontrollverfahren zu gewährleisten.

Weitere Vorteile kann es mit sich bringen, wenn bei einem erfindungsgemäßen Kontrollverfahren für den veränderten, erfassten Ausgangsparameter wieder ein Differenzwert, insbesondere mit dem gleichen Sollwert, bestimmt wird, sodass ein Stellerfolg definiert und insbesondere in das Produktionsmodell integriert wird. Ein solcher Speicher des Stellerfolges oder eine Ausgabe des Stellerfolges führt die Vorteile gemäß dem voranstehenden Absatz weiter. Ein selbstlernendes System wird über die einzelnen Parameterbeziehungen hinaus nun das Produktionsmodell weiterbilden und dieses insbesondere verändern. Ausgehend von einem Basisproduktionsmodell wird das

Produktionsmodell durch diese Rückkopplungen spezifisch auf die jeweilige Folienextrusionsanlage angelernt. Selbstverständlich ist es auch möglich, über die einzelne Folienextrusionsanlage übergeordnet solche Lernerfolge, zum Beispiel mithilfe eines Cloudsystems, auch für andere Folienextrusionsanlagen eines Maschinenparks zur  
5 Verfügung zu stellen.

Vorteilhaft ist es weiter, wenn bei einem erfindungsgemäßen Kontrollverfahren auf Basis des wenigstens einen erzeugten Eingangsparameters eine spezifische Folienextrusionsanlage aus einer Menge an vorhandenen Folienextrusionsanlagen zur Produktion ausgewählt wird.  
10 Auch hier handelt es sich beim Kontrollverfahren wieder um eine dem Produktionsprozess vorgelagerte Vorgehensweise. So ist es beispielsweise denkbar, dass unterschiedliche Produktionsmodelle, aber auch unterschiedliche Folienextrusionsanlagen in unterschiedlicher Weise besser oder schlechter auf einen jeweiligen Produktionsauftrag  
15 passen. Durch ein Kontrollverfahren wird es nun möglich, automatisiert und/oder unterstützt den für den jeweiligen Produktionsauftrag am besten passenden Teil des Maschinenparks, also eine exakte, spezifische, am besten passende Folienextrusionsanlage auszuwählen. Dabei können unterschiedlichste Prioritäten gewählt werden. Beispielsweise kann die Auslastung einer Folienextrusionsanlage, der Durchsatz oder aber auch Qualitätsanforderungen des Folienproduktes mit entsprechender Priorität versehen werden.  
20 Dabei kann diese Auswahl entweder automatisiert oder als Hinweis für eine manuelle Auswahl der entsprechenden spezifischen Folienextrusionsanlage eingesetzt werden.

Weiter von Vorteil ist es, wenn bei einem erfindungsgemäßen Kontrollverfahren die Erzeugung des Stellwertes eine Absicherung einer Mindestqualität, insbesondere in Form  
25 einer Obergrenze für den bestimmten Differenzwert, erfolgt. Damit kann sozusagen ein Qualitätsversprechen gegeben werden, dass die maximale Abweichung von der geforderten Produktionsqualität vorgegeben werden kann. Dies kann auch durch Überwachung, insbesondere über den Verlauf der Regelung und die Einstellung der Trägheit bzw. der erlaubten Regelausschläge noch weiter optimiert werden.

30 Ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, die bei einer Ausführung des Programms auf einem Computer diesen dazu veranlassen, die Schritte eines erfindungsgemäßen Verfahrens durchzuführen. Damit

bringt ein erfindungsgemäßes Computerprogrammprodukt die gleichen Vorteile mit sich, wie sie ausführlich mit Bezug auf ein erfindungsgemäßes Verfahren erläutert worden sind.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der  
5 nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung im Einzelnen beschrieben sind. Dabei können die in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich. Es zeigen schematisch:

- 10 Figur 1 eine Ausführungsform einer Folienextrusionsanlage,  
Figur 2 eine weitere Ausführungsform einer Folienextrusionsanlage,  
Figur 3 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Parameterbeziehung,  
15 Figur 4 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Parameterbeziehung,  
Figur 5 eine Möglichkeit eines Einsatzes eines Kontrollverfahrens,  
20 Figur 6 eine weitere Möglichkeit einer Durchführung eines erfindungsgemäßen Kontrollverfahrens und  
Figur 7 eine weitere Durchführungsmöglichkeit eines erfindungsgemäßen  
25 Kontrollverfahrens.

In den Figuren 1 und 2 sind beispielhaft Folienextrusionsanlagen 10 dargestellt. In der Figur 1 handelt es sich dabei um eine Flachfolienextrusionsanlage, welche hier schematische mit zwei Extrudern 20 für unterschiedliche Rezepturen ausgestattet ist. Aus der Düse 30 wird  
30 eine Folienbahn 40 ausgegeben, welche auf einer Kühlwalze abkühlt und anschließend auf einer Wickelrolle 50 aufgewickelt wird. In gleicher Weise kann ein erfindungsgemäßes Kontrollverfahren jedoch auch bei einer Flachfolien- bzw. bei einer Blasfolienextrusionsanlage gemäß der Figur 2 eingesetzt werden. Auch hier sind

schematisch zwei Extruder 20 vorgesehen, wobei die Düse 30 als ringförmige Blasdüse ausgebildet ist. Die Folienbahn 40 wird flachgelegt und ebenfalls oben über eine Wickelrolle nach links abgewickelt bzw. aufgewickelt.

5 Die Figuren 3 und 4 zeigen schematisch, wie ein Produktionsmodell, zum Beispiel in Form künstlicher Intelligenz, Eingangsparameter EP und Ausgangsparameter AP miteinander verknüpft. In der Figur 3 sind dabei drei Eingangsparameter EP als Modellparameter MP mit zwei Ausgangsparameter AP verknüpft. Die Eingangsparameter EP werden dabei in das Produktionsmodell eingegeben, und als Ausgabe kommen zwei Ausgangsparameter AP  
10 heraus. Die Ausführungsform der Figur 4 funktioniert in umgekehrter Reihenfolge. Dabei ist es unerheblich, ob es sich beim Produktionsmodell PM um ein rein empirisches oder algorithmisches Modell oder um eine künstliche Intelligenz handelt.

Anhand der Figuren 5 bis 8 wird näher erläutert, wie die Stellfunktionalität erfolgt. So zeigt  
15 die Figur 5 eine Situation, bei welcher ein Ausgangsparameter AP gemessen wird. Hier ist gut zu erkennen, dass eine Differenz zum Sollwert OW besteht, wobei über das Produktionsmodell PM ein Differenzwert DW ermittelt werden kann. Über die Zeit in Figur 5 nach rechts kann nun über einen entsprechenden Stelleingriff der Ausgangsparameter AP sich in Richtung des Sollwertes OW bewegen.

20

In der Figur 6 ist dargestellt, wie sich der Stellwert TW auswirken kann. So ist hier eine andere Situation dargestellt, nämlich ein Eingangsparameter EP, der durch einen Stelleingriff SE einen Stellwert überwinden soll. Vom gemessenen bzw. erfassten Eingangsparameter EP soll dieser über die Zeit nach rechts unten bewegt werden, also mit einem negativen  
25 Stellwert TW. Inwieweit der Erfolg dieses Stelleingriffs gegeben ist, wird anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

Figur 7 zeigt nun, wie ein entsprechender Stellwert dazu führt, dass der Ausgangsparameter AP sich in Richtung des Sollwertes OW bewegt. Jedoch erreicht dieser zumindest in der  
30 ersten Regelungsiteration nicht vollständig den Sollwert OW, sondern nähert sich diesem nur an. Die Differenz kann hier als Stellerfolg SG bezeichnet werden, welcher hier nur zum Teil gelungen ist. Es verbleibt also eine Restgröße an Unterschied, welche für eine nachfolgende

Iteration als neuer und damit reduzierter Differenzwert für die folgende Iterationsschleife der Regelung eingesetzt wird.

5 Die voranstehende Erläuterung der Ausführungsformen beschreibt die vorliegende Erfindung ausschließlich im Rahmen von Beispielen. Selbstverständlich können einzelne Merkmale der Ausführungsformen, sofern technisch sinnvoll, frei miteinander kombiniert werden, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

**Bezugszeichenliste**

|    |    |                        |
|----|----|------------------------|
|    | 10 | Folienextrusionsanlage |
| 5  | 20 | Extruder               |
|    | 30 | Düse                   |
|    | 40 | Folienbahn             |
|    | 50 | Wickelrolle            |
| 10 | PM | Produktionsmodell      |
|    | MP | Modellparameter        |
|    | EP | Eingangsparameter      |
|    | AP | Ausgangsparameter      |
| 15 |    |                        |
|    | DW | Differenzwert          |
|    | OW | Sollwert               |
|    | TW | Stellwert              |
| 20 | SE | Stelleingriff          |
|    | SG | Stellerfolg            |
| 25 |    |                        |

### P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Kontrollverfahren für eine Kontrolle wenigstens eines Teils eines Produktionsprozesses einer Folienextrusionsanlage (10) mittels eines Produktionsmodells (PM), aufweisend die folgenden Schritte:
- 5
- Erfassen von wenigstens einem Modellparameter (MP) in Form eines Ausgangsparameters (AP) des Produktionsmodells (PM) zur Erfassung einer Folienproduktsituation,
  - Bestimmen eines Differenzwertes (DW) zwischen dem wenigstens einen erfassten Ausgangsparameter (AP) und einem korrelierenden Sollwert (OW),
  - 10 – Ausbilden einer Parameterbeziehung zwischen dem bestimmten Differenzwert (DW) und wenigstens einem Modellparameter (MP) in Form eines Eingangsparameters (EP) des Produktionsmodells (PM),
  - Erzeugen wenigstens eines Stellwertes (TW) als Vorgabe für den wenigstens
  - 15 einen Eingangsparameter (EP) der ausgebildeten Parameterbeziehung.
2. Kontrollverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erzeugte Stellwert (TW) als Hinweis an das Bedienpersonal ausgegeben wird.
- 20 3. Kontrollverfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erzeugte Stellwert (TW) direkt oder indirekt einen Eingangsparameter (EP), insbesondere in Form eines Maschinenparameters der Folienextrusionsanlage (10), gezielt verändert.
- 25 4. Kontrollverfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schritte des Erfassens, des Bestimmens, des Ausbildens und des Erzeugens wenigstens teilweise, insbesondere vollständig oder im Wesentlichen vollständig, vor dem Beginn eines Produktionsprozesses der Folienextrusionsanlage (10) durchgeführt werden für eine Ausbildung einer
- 30 Startkonfiguration des wenigstens einen Eingangsparameters (EP).

5. Kontrollverfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schritte des Erfassens, des Bestimmens, des Ausbildens und des Erzeugens wenigstens teilweise, insbesondere vollständig oder im Wesentlichen vollständig, nach dem Beginn eines Produktionsprozesses der Folienextrusionsanlage (10) durchgeführt werden.
6. Kontrollverfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf Basis des erzeugten Stellwertes (TW) ein Ergebnis eines Stelleingriffs (SE) in Form eines veränderten, erfassten Ausgangsparameters (AP) erfasst und insbesondere gespeichert wird.
7. Kontrollverfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** für den veränderten, erfassten Ausgangsparameter (AP) wieder ein Differenzwert (DW), insbesondere mit dem gleichen Sollwert (OW), bestimmt wird, so dass ein Stellerfolg (SG) definiert und insbesondere in das Produktionsmodell (PM) integriert wird.
8. Kontrollverfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf Basis des wenigstens einen erzeugten Eingangsparameters (EP) eine spezifische Folienextrusionsanlage (10) aus einer Menge an vorhandenen Folienextrusionsanlagen (10) zur Produktion ausgewählt wird.
9. Kontrollverfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Erzeugung des Stellwertes (TW) eine Absicherung einer Mindestqualität, insbesondere in Form einer Obergrenze für den bestimmten Differenzwert (DW), erfolgt.
10. Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, die bei einer Ausführung des Programms auf einem Computer diesen dazu veranlassen die Schritte eines Verfahrens mit den Merkmalen eines der Ansprüche 1 bis 9 durchzuführen.

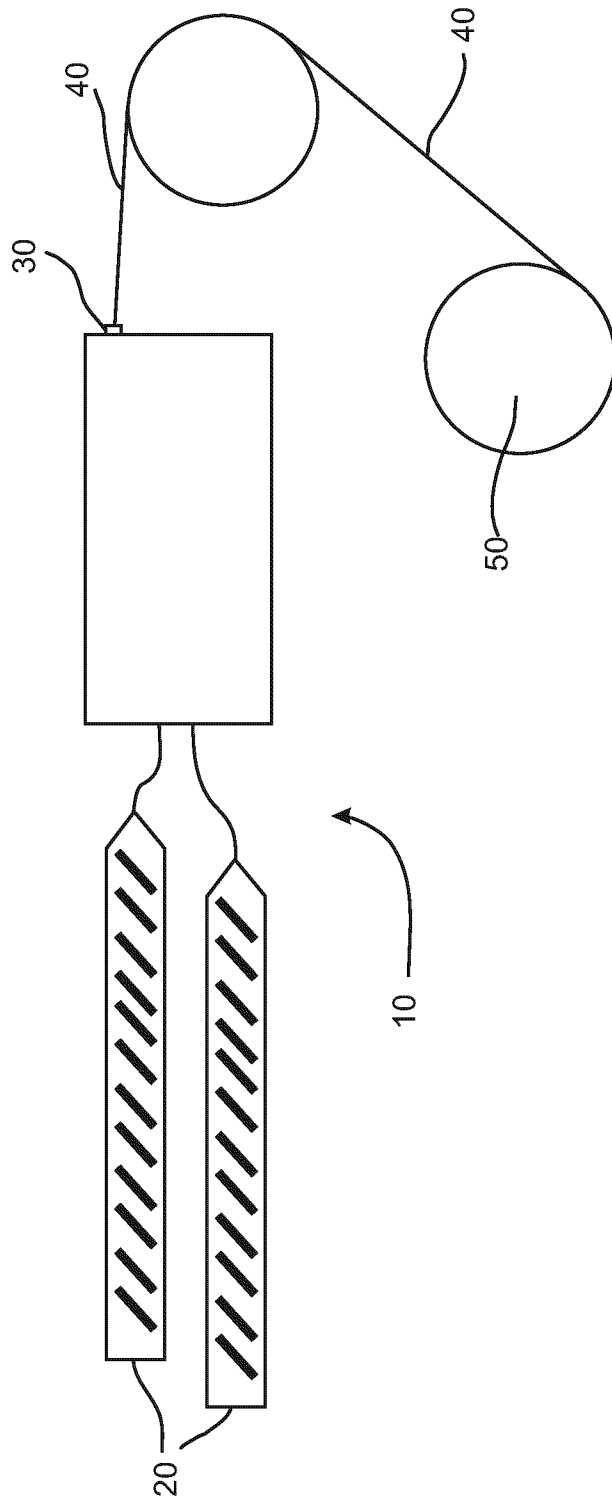


Fig. 1

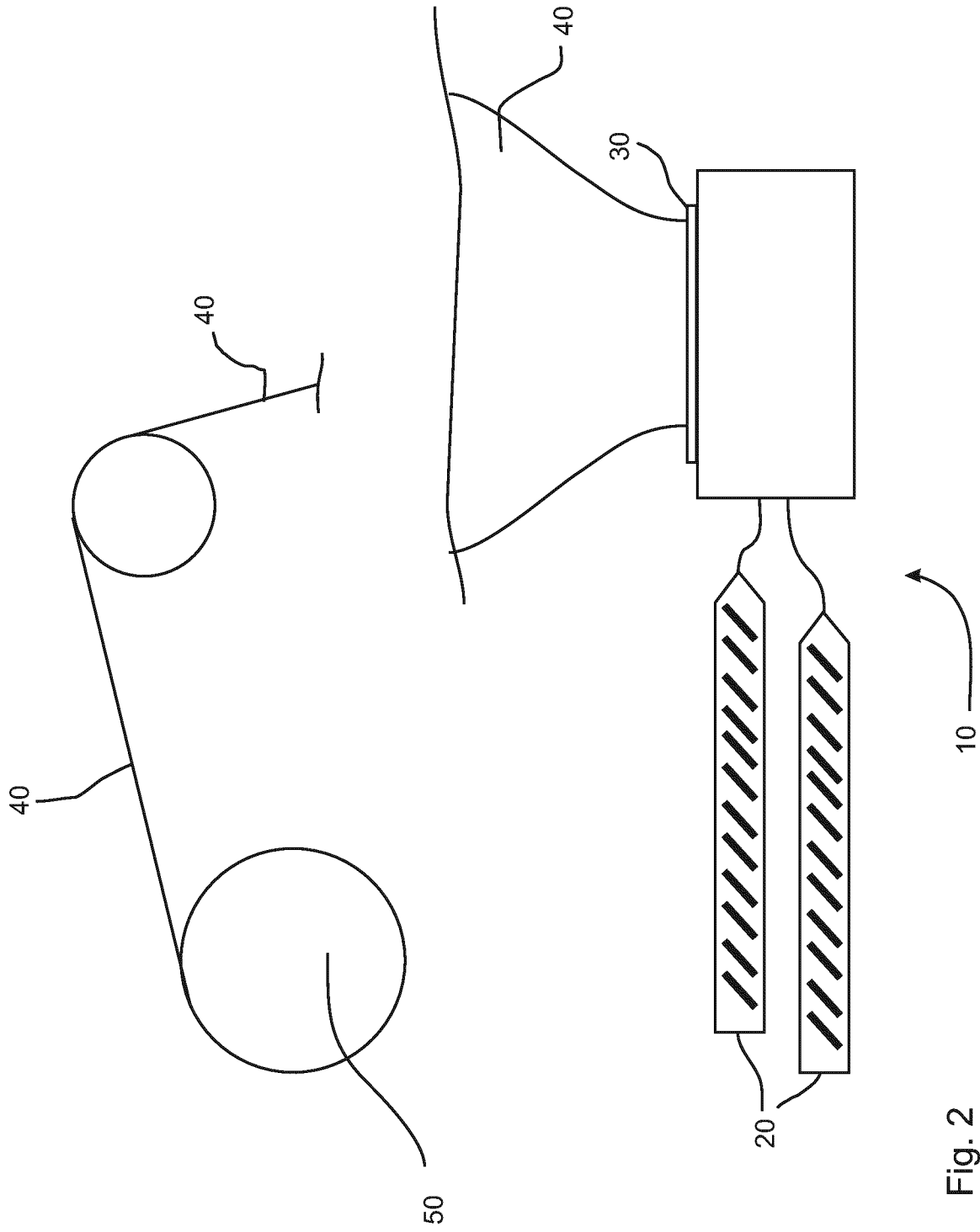


Fig. 2

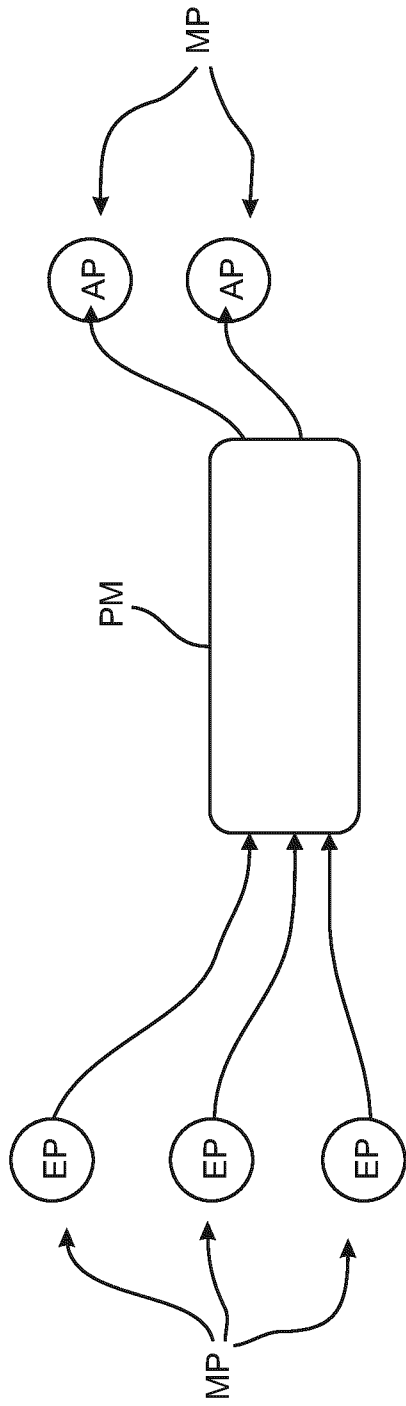


Fig. 3

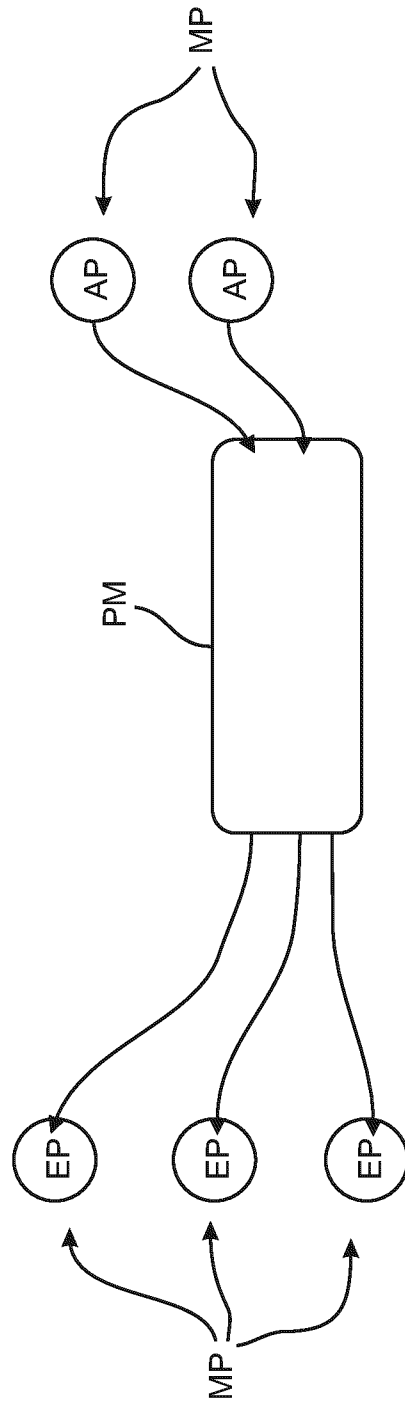


Fig. 4

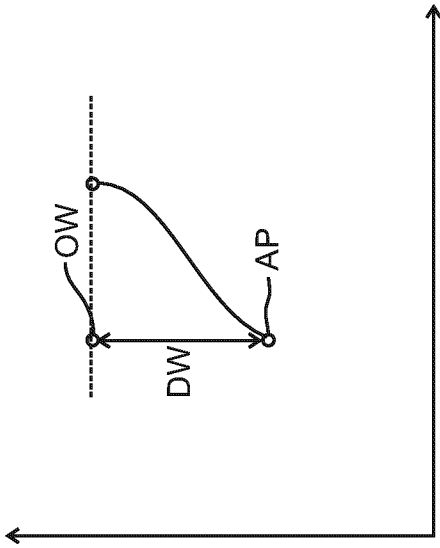


Fig. 5

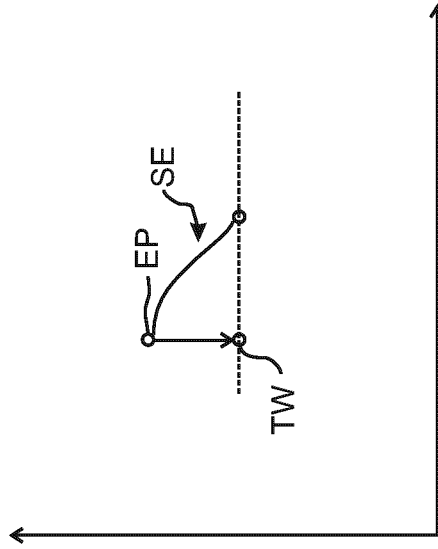


Fig. 6

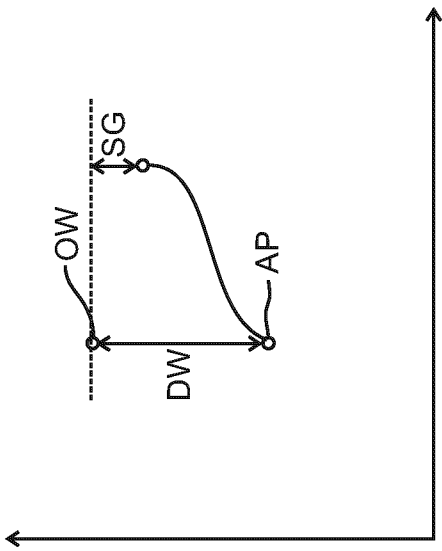


Fig. 7

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/078235

| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br><i>G05B 13/04</i> (2006.01)i; <i>G05B 19/418</i> (2006.01)i<br><br>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC  |  |  |
|---|--|--|
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b><br><br>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>G05B<br><br>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched<br><br>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)<br>EPO-Internal   |  |  |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>   |  |  |
| Category*   | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No.  |
| Y   | Erich Kleiner. "DHBW Mannheim Automatisierungssysteme Regelung"<br>01 August 2009 (2009-08-01),<br>Retrieved from the Internet:<br><a href="http://www.kleiner-ma.de/download/ASA_Regelung.pdf">http://www.kleiner-ma.de/download/ASA_Regelung.pdf</a><br>[retrieved on 2020-12-16]<br>XP055760763<br>image 6.3.2, page 11 | 1-10   |
| Y   | WO 2018072773 A2 (REIFENHAEUSER MASCH [DE]) 26 April 2018 (2018-04-26)<br>claims 1,4,9,19, 30-31   | 1-10   |
| A   | DE 102016119110 A1 (WINDMÖLLER & HÖLSCHER KG [DE]) 12 October 2017<br>(2017-10-12)<br>paragraphs [0008], [0009], [0013], [0033] - [0042], [0075]; claims 1, 11-14  | 1-10   |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.  |  |  |
| <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p> |  |  |
| Date of the actual completion of the international search<br><b>15 January 2021</b>   |  | Date of mailing of the international search report<br><b>25 January 2021</b> |
| Name and mailing address of the ISA/EP<br><b>European Patent Office<br/>p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk<br/>Netherlands</b><br>Telephone No. (+31-70)340-2040<br>Facsimile No. (+31-70)340-3016   |  | Authorized officer<br><b>Frey, Richard</b><br><br>Telephone No.              |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2020/078235**

| Patent document cited in search report |              |    | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) |              |    | Publication date (day/month/year) |
|--|--------------|----|-----------------------------------|-------------------------|--------------|----|-----------------------------------|
| WO                                     | 2018072773   | A2 | 26 April 2018                     | BR                      | 112019007548 | A2 | 02 July 2019                      |
|  |              |    |                                   | CN                      | 109195769    | A  | 11 January 2019                   |
|  |              |    |                                   | DE                      | 112017005258 | A5 | 27 June 2019                      |
|  |              |    |                                   | EA                      | 201990942    | A1 | 30 September 2019                 |
|  |              |    |                                   | EP                      | 3529039      | A2 | 28 August 2019                    |
|  |              |    |                                   | JP                      | 2019537783   | A  | 26 December 2019                  |
|  |              |    |                                   | KR                      | 20190070914  | A  | 21 June 2019                      |
|  |              |    |                                   | US                      | 2020047391   | A1 | 13 February 2020                  |
|  |              |    |                                   | WO                      | 2018072773   | A2 | 26 April 2018                     |
| <hr/>                                  |              |    |                                   |                         |              |    |                                   |
| DE                                     | 102016119110 | A1 | 12 October 2017                   | DE                      | 102016119110 | A1 | 12 October 2017                   |
|  |              |    |                                   | EP                      | 3439848      | A1 | 13 February 2019                  |
|  |              |    |                                   | US                      | 2019054677   | A1 | 21 February 2019                  |
|  |              |    |                                   | WO                      | 2017174232   | A1 | 12 October 2017                   |
| <hr/>                                  |              |    |                                   |                         |              |    |                                   |

| A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES<br>INV. G05B13/04 G05B19/418<br>ADD.   |  |   |
|--|--|---|
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC  |  |   |
| B. RECHERCHIERTE GEBIETE   |  |   |
| Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )<br>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)<br>EPO-Internal  |  |   |
| C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN  |  |   |
| Kategorie*   | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Betr. Anspruch Nr.                                  |
| Y  | Erich Kleiner: "DHBW Mannheim Automatisierungssysteme Regelung",<br>1. August 2009 (2009-08-01), XP055760763,<br>Gefunden im Internet:<br>URL: <a href="http://www.kleiner-ma.de/download/ASA_Regelung.pdf">http://www.kleiner-ma.de/download/ASA_Regelung.pdf</a><br>[gefunden am 2020-12-16]<br>Bild 6.3.2, Seite 11 | 1-10  |
| Y  | WO 2018/072773 A2 (REIFENHAEUSER MASCH [DE]) 26. April 2018 (2018-04-26)<br>Ansprüche 1,4,9,19, 30-31  | 1-10  |
| A  | DE 10 2016 119110 A1 (WINDMÖLLER & HÖLSCHER KG [DE])<br>12. Oktober 2017 (2017-10-12)<br>Absätze [0008], [0009], [0013], [0033]<br>- [0042], [0075]; Ansprüche 1, 11-14  | 1-10  |
| <input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie  |  |   |
| <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> |  |   |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche  |  | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts |
| 15. Januar 2021  |  | 25/01/2021  |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016   |  | Bevollmächtigter Bediensteter<br><br>Frey, Richard  |

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/078235

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| WO 2018072773 A2                                   | 26-04-2018                    | BR 112019007548 A2                | 02-07-2019                    |
|  |                               | CN 109195769 A                    | 11-01-2019                    |
|  |                               | DE 112017005258 A5                | 27-06-2019                    |
|  |                               | EA 201990942 A1                   | 30-09-2019                    |
|  |                               | EP 3529039 A2                     | 28-08-2019                    |
|  |                               | JP 2019537783 A                   | 26-12-2019                    |
|  |                               | KR 20190070914 A                  | 21-06-2019                    |
|  |                               | US 2020047391 A1                  | 13-02-2020                    |
|  |                               | WO 2018072773 A2                  | 26-04-2018                    |
| -----  |                               |                                   |                               |
| DE 102016119110 A1                                 | 12-10-2017                    | DE 102016119110 A1                | 12-10-2017                    |
|  |                               | EP 3439848 A1                     | 13-02-2019                    |
|  |                               | US 2019054677 A1                  | 21-02-2019                    |
|  |                               | WO 2017174232 A1                  | 12-10-2017                    |
| -----  |                               |                                   |                               |