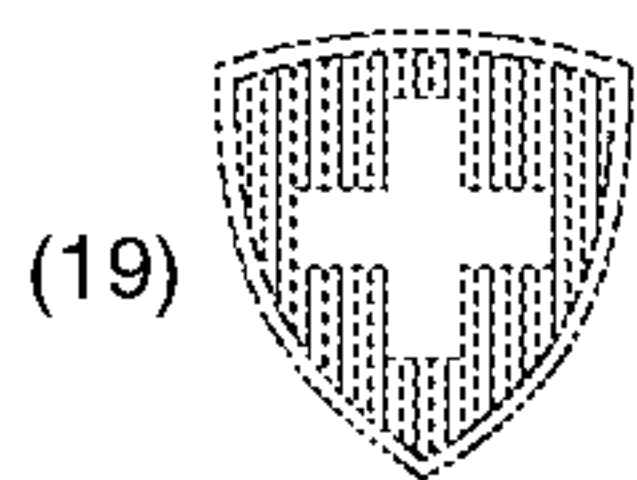




SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 716 122 A1

(51) Int. Cl.: G05D 27/02 (2006.01)
B29C 45/76 (2006.01)
B29C 49/78 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00567/19

(22) Anmeldedatum: 29.04.2019

(43) Anmeldung veröffentlicht: 30.10.2020

(71) Anmelder:
ALPLA Werke Alwin Lehner GmbH & Co. KG,
Allmendstrasse 81
6971 Hard (AT)

(72) Erfinder:
Christoph Nigl, 6922 Wolfurt (AT)

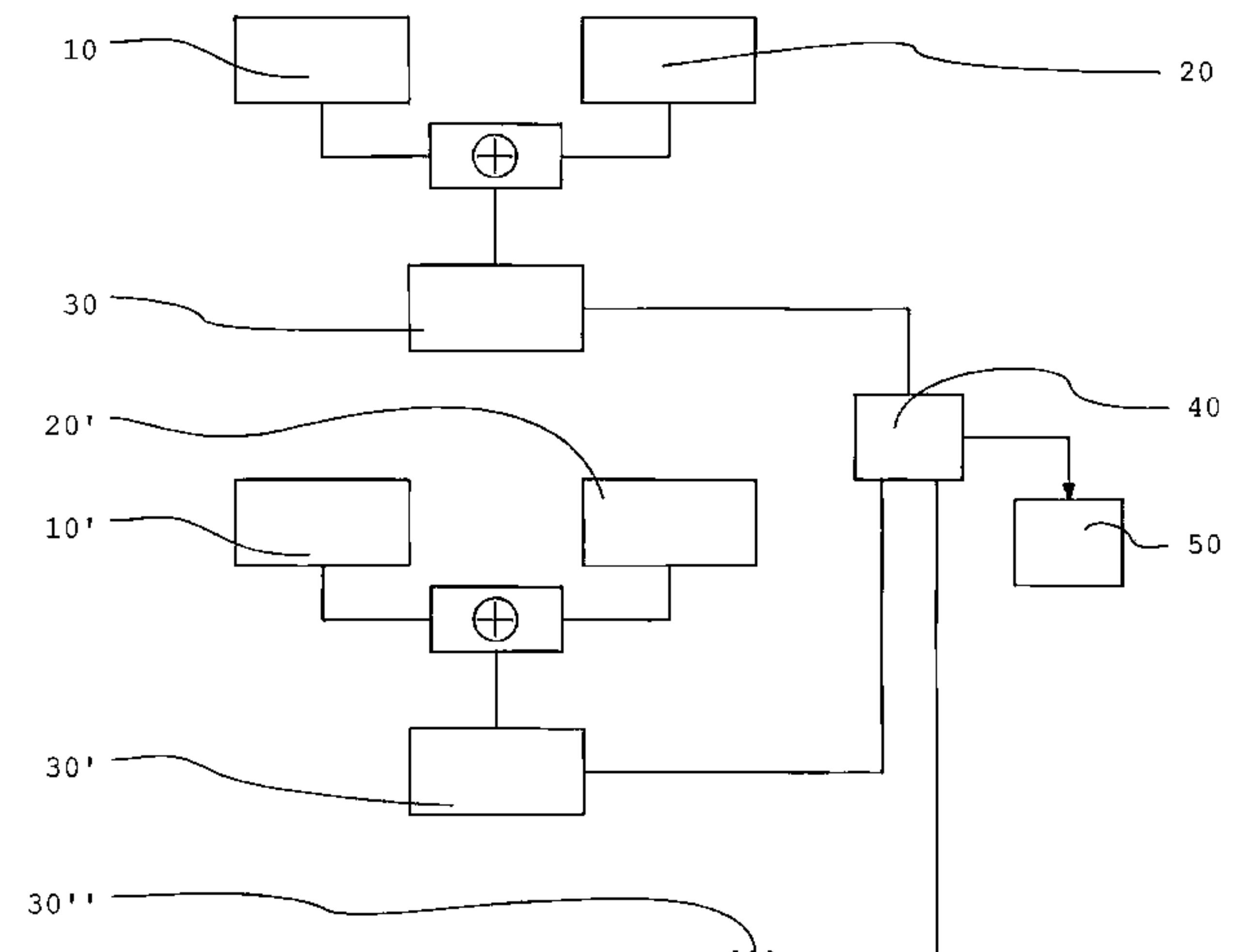
(74) Vertreter:
BOHEST AG,
Zweigniederlassung Ostschweiz Postfach 147
9471 Buchs (CH)

(54) Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung zur Herstellung eines Produktes, Computerprogrammprodukt und Vorrichtung zum Herstellen eines Produktes.

(57) Es ist ein Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung zur Herstellung eines Produktes beschrieben, welches die folgenden Schritte umfasst:

- Erfassen von zumindest einem Qualitätsdatensatz (10, 10') umfassend Messwerte eines oder mehrerer Qualitätsparameter, die je einer Eigenschaft des Produktes entsprechen;
- Erfassen von zumindest einem zugehörigen Maschinendatensatz (20, 20') umfassend Realwerte von einem oder mehreren Maschinenparametern der Vorrichtung;
- zeitliches Zuordnen des Qualitätsdatensatzes (10, 10') zum Maschinendatensatz (20, 20') und Generieren eines ersten Datensatzes (30) umfassend zeitlich korrelierte Messwerte und Realwerte;
- mindestens einmaliges Wiederholen der vorangegangenen Schritte zum Generieren wenigstens eines zweiten Datensatzes (30');
- Bestimmen einer Korrelation (40) zwischen dem oder den Qualitätsparametern und dem oder den Maschinenparametern durch Vergleich der erfassten Datensätze (30, 30') und
- Bereitstellen eines Sollwertes für zumindest einen Maschinenparameter anhand der bestimmten Korrelation (40), ausgehend von einem Sollwert des oder der Qualitätsparameter.

Es ist auch ein Computerprogrammprodukt zur Durchführung des Verfahrens und eine Vorrichtung umfassend dieses Computerprogrammprodukt beschrieben.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung zur Herstellung eines Produktes, insbesondere einer Vorrichtung zum Formen eines Hohlkörpers oder eines Spritzgiessteiles, ein Computerprogrammprodukt sowie eine Vorrichtung zur Herstellung eines Produktes gemäss dem Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind unterschiedliche Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung zur Herstellung eines Produktes bekannt. Typischerweise werden beim Betreiben einer Vorrichtung zur Herstellung eines Produktes vor dem eigentlichen Produktionsprozess eine Vielzahl an Parametern an der Vorrichtung eingestellt. Während des Herstellungsprozesses können sich diese Parameter verändern, sei es durch manuelles Justieren/Nachjustieren oder dadurch, dass sich im Verlauf des Prozesses Eigenschaften der Vorrichtung selbst ändern. So ändert sich beispielsweise das Verhalten einer Vorrichtung abhängig davon, in welcher Umgebung diese betrieben wird oder welches Material in der Vorrichtung verarbeitet wird. Äussere Parameter, wie Raumtemperatur oder Aussentemperatur oder Luftfeuchte haben einen Einfluss auf die Vorrichtung. Auch Eigenschaften der Vorrichtung selbst können sich ändern. Beispielsweise kann sich eine Vorrichtung während des Produktionsprozesses erwärmen, was beispielsweise zur Folge hat, dass sich gewisse Teile der Vorrichtung in ihrer Länge ändern oder Betriebsmittel, wie beispielsweise Hydrauliköl oder dergleichen, eine sich im Laufe des Betriebs ändernde Viskosität aufweisen. Alle diese Änderungen haben einen Einfluss auf das herzustellende Produkt. Es ist daher erforderlich, die Eigenschaften der Produkte laufend zu kontrollieren. In gewissen Prozessen genügt es, wenn beispielsweise jedes 100ste Produkt geprüft wird, andere Prozesse machen es erforderlich, dass jedes einzelne Produkt geprüft wird.

[0003] Derartige Prüfprozesse sind aufwändig und teuer. Zudem können nicht alle Produkte zerstörungsfrei geprüft werden.

[0004] Aus der WO 2011/023155 A1 ist ein Verfahren zur Blasformung von Behältern bekannt, bei dem basierend auf gemessenen, den Blasformungsvorgang charakterisierenden Parametern, mindestens eine Eigenschaft des fertig geblasenen Behälters errechnet und mit einem Sollwert verglichen wird. Basierend auf einer festgestellten Abweichung wird der den Blasformungsvorgang beeinflussende Parameter verändert. Die betreffenden Simulationen sollen mittels Expertenwissen durchgeführt werden.

[0005] Dieses bekannte Verfahren ist aufwändig und ungenau. Das Bereitstellen von Expertenwissen erfordert einen hohen Aufwand und basiert auf subjektiven Urteilen.

[0006] Es ist Aufgabe der Erfindung, einen oder mehreren Nachteilen des Standes der Technik abzuhelpfen. Insbesondere sollen ein Verfahren und eine Vorrichtung bereitgestellt werden, die es ermöglichen, Vorrichtungen zur Herstellung von Produkten im Wesentlichen automatisch zu betreiben und Produkte von möglichst gleichbleibender Qualität herzustellen, und dabei insbesondere den Aufwand zur Kontrolle der hergestellten Produkte zu reduzieren.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die in den unabhängigen Patentansprüchen definierten Vorrichtungen und Verfahren gelöst. Weitere Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

[0008] Ein erfindungsgemässes Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung zur Herstellung eines Produktes, insbesondere ein Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung zum Formen eines Hohlkörpers oder eines Spritzgiessteiles, umfasst die Schritte:

- Erfassen von zumindest einem Qualitätsdatensatz umfassend Messwerte eines oder mehrerer Qualitätsparameter, die je einer Eigenschaft des Produktes entsprechen;
- Erfassen von zumindest einem zugehörigen Maschinendatensatz umfassend Realwerte von einem oder mehreren Maschinenparametern der Vorrichtung;
- zeitliches Zuordnen des Qualitätsdatensatzes zum Maschinendatensatz und Generieren eines ersten Datensatzes umfassend zeitlich korrelierte Messwerte und Realwerte;
- mindestens einmaliges Wiederholen der vorhergehenden Schritte zum Generieren wenigstens eines zweiten Datensatzes;
- Bestimmen einer Korrelation zwischen dem oder den Qualitätsparametern und dem oder den Maschinenparametern durch Vergleich der erfassten Datensätze und
- Bereitstellen eines Sollwertes für zumindest einen Maschinenparameter anhand der bestimmten Korrelation, ausgehend von einem Sollwert des oder der Qualitätsparameter.

[0009] Bei den Qualitätsparametern des Produktes kann es sich beispielsweise um die Materialverteilung im fertigen Produkt, um die Kontur des fertigen Produkts, um Wanddicken des fertigen Produkts, um das Gewicht des fertigen Produktes, um die Temperaturverteilung des unmittelbar entformten Produktes oder auch um die Farb- und Oberflächenbeschaffenheit des fertigen Produktes handeln.

[0010] Bei dem Produkt kann es sich auch um ein Zwischenprodukt handeln. Entsprechend kann es sich bei dem Qualitätsparameter, der einer Eigenschaft des Produktes entspricht, auch um einen Parameter des Zwischenproduktes handeln, beispielsweise die Temperatur einer Kunststoffschmelze oder einen Durchmesser eines Schlauchvorformlings beim Extrusionsblasformen.

[0011] Sämtliche dieser Qualitätsparameter werden in der Regel mittels geeigneter Sensoren erfasst und als Messwerte insbesondere automatisiert zur Verfügung gestellt. Es ist jedoch auch möglich, dass Qualitätsparameter wie beispielsweise Farb- oder Oberflächenbeschaffenheit, die beispielsweise Indikatoren für die Oberflächenqualität sein können, durch einen Maschinenführer beurteilt werden und deren Grösse als Messwerte durch manuelle Eingaben dem System mitgeteilt werden.

[0012] Bei den Maschinenparametern der Vorrichtung kann es sich beispielsweise um die Temperatur eines Werkzeuges, um die Temperatur eines entsprechenden Betriebsmittels wie Hydrauliköl oder Druckluft oder Kühlwasser und dergleichen oder, im Falle beispielsweise einer Blasformmaschine, um die Temperatur eines Formwerkzeuges, um das Volumen eines Blasgasstroms oder dessen Temperatur, um Parameter des Reckverlaufs wie Reckgeschwindigkeit, um Temperaturen eines Vorformlings, um einen entsprechenden Massedruck in einer entsprechenden Kavität, um Geschwindigkeit einer Förderschnecke, um Volumen, Art oder Form von Ausgangsmaterial wie Kunststoffgranulat, welches gefördert wird, handeln.

[0013] Sämtliche dieser Maschinenparameter können insbesondere messtechnisch erfasst oder ausgelesen werden und als Realwerte zur Verfügung gestellt werden. Vorzugsweise werden mehrere Maschinenparameter gleichzeitig erfasst und in einem Maschinendatensatz bereitgestellt.

[0014] Bei einem zugehörigen Maschinendatensatz handelt es sich vorliegend um einen Datensatz der Vorrichtung, mit welcher das Produkt, von welchem der Qualitätsparameter stammt, hergestellt wird.

[0015] Durch das Erfassen eines Qualitätsdatensatzes sind mehrere Messwerte eines Qualitätsparameters eines Produktes umfasst. Vorzugsweise werden mehrere Messwerte von mehreren Qualitätsparameter gleichzeitig erfasst und in einem Qualitätsdatensatz bereitgestellt.

[0016] Durch das Erfassen eines Maschinendatensatzes sind mehrere Realwerte eines entsprechenden Maschinenparameters umfasst. Diese können einen zeitlichen Verlauf des entsprechenden Realwertes abbilden.

[0017] Der Maschinendatensatz wird dem Qualitätsdatensatz zeitlich zugeordnet, mit anderen Worten, mit diesem verknüpft, und es wird ein Datensatz generiert, der sowohl Messwerte als auch Realwerte enthält. Vorzugsweise wird hierbei jener Qualitätsdatensatz jenem Maschinendatensatz zugeordnet, der für die Herstellung des Produktes oder eines Vorproduktes und damit den damit verbundenen Qualitätsparametern relevant war.

[0018] Grundsätzlich ist es nicht notwendig zu einem bestimmten Zeitpunkt immer alle Qualitätsparameter zu erfassen; so könnte beispielsweise das Gewicht des fertigen Produktes immer erfasst werden während beispielsweise die Oberflächenqualität nur bei jedem zehnten Produkt erfasst wird. Durch Vergleich mehrerer solcher Datensätze kann eine Korrelation zwischen dem Qualitätsparameter oder den Qualitätsparametern und dem Maschinenparameter oder den Maschinenparametern bestimmt werden. Bei diesen Korrelationen kann es sich sowohl um kausale Zusammenhänge handeln, als auch um indirekte Korrelationen die beispielsweise über eine dritte Grösse miteinander verbunden sind.

[0019] Das Bereitstellen eines Sollwertes zumindest eines Maschinenparameters anhand der bestimmten Korrelation, ausgehend von einem Sollwert eines Qualitätsparameters oder mehrerer Qualitätsparameter ermöglicht es, eine Vorrichtung zum Herstellen eines Produktes präzise zu steuern. Insbesondere kann eine Kontrolle des Produktes nach dessen Herstellung überflüssig werden, da durch das vorgängige Erkennen der Zusammenhänge zwischen Qualitätsparametern und Maschinenparametern, mit anderen Worten, das Bestimmen der Korrelation zwischen den jeweiligen Maschinenparametern und Qualitätsparametern, und durch das entsprechende Einstellen der Maschinenparameter das Resultat, nämlich der zu erreichende Sollwert des Qualitätsparameters, voraussehbar ist. Vorzugsweise wird ausgehend von einem Sollwert eines Qualitätsparameters, wie beispielsweise eine Wanddicke eines Blaskörpers, eine Vielzahl von Sollwerten von Maschinenparametern bereitgestellt. Vorzugsweise werden sämtliche Sollwerte der Maschinenparameter, auf die steuerungs- und/oder regelungstechnisch Einfluss genommen werden kann, bereitgestellt.

[0020] Es kann auch vorgesehen sein, Korrelationen zwischen den Realwerten mehrere Maschinenparameter zu bestimmen, da es vorstellbar ist, dass sich mehrere Maschinenparameter ebenfalls gegenseitig beeinflussen.

[0021] Dadurch kann vorausgesagt werden, inwiefern sich das Ändern eines Maschinenparameters auf einen anderen Maschinenparameter auswirkt, und in weiterer Folge ebenfalls inwiefern sich ein Qualitätsparameter gegebenenfalls verändert.

[0022] Zusätzlich kann zumindest ein Umgebungsdatensatz erfasst werden. Der Umgebungsdatensatz umfasst Messwerte von einem oder mehreren Umgebungsparametern oder Umweltparametern. Dieser Umgebungsdatensatz wird zeitlich dem Maschinendatensatz zugeordnet und bildet damit einen Bestandteil der jeweiligen erfassten Datensätze.

[0023] Mit dem Erfassen eines Umgebungsdatensatzes ist es möglich, zusätzlich den Einfluss der Umweltbedingungen auf den entsprechenden Qualitätsparameter zu erfassen und in die Korrelation einzubeziehen.

[0024] Die Umgebungsparameter können Parameter wie beispielsweise Lufttemperatur oder Luftfeuchte umfassen.

[0025] So kann beispielsweise bei einem Blasvorgang die Lufttemperatur der Umgebung einen Einfluss auf die Abkühlgeschwindigkeit des Produktes haben was wiederum gegebenenfalls einen Einfluss auf eine entsprechende Wanddicke des Produktes haben kann, wenn beispielsweise das Material an gewissen Stellen langsamer erstarrt. Es versteht sich von

selbst, dass zum Erreichen eines bestimmten Sollwertes eines Qualitätsparameters mehrere voneinander unterschiedliche Kombinationen von Sollwerten von Maschinenparametern geeignet sein können.

[0026] Je nach Randbedingungen, wie beispielsweise der Umgebungstemperatur, müssen ein oder mehrere Maschinenparameter unterschiedlich eingestellt werden. Diese Zusammenhänge werden durch das Bestimmen der Korrelationen zwischen den Messwerten und Realwerten und, im Fall eines Umgebungsparameters als Randbedingung, den Messwerten der Umgebungsparameter, erfasst.

[0027] Die Datensätze können zumindest einmalig anhand von Testergebnissen der Vorrichtung zur Herstellung eines Produktes ermittelt und bereitgestellt werden.

[0028] Dies ermöglicht das Bereitstellen von Datensätzen in einer spezifischen Form. So ist es vorstellbar, dass einzelne Maschinenparameter über einen gewissen Zeitraum konstant gehalten werden und andere Maschinenparameter über diesen Zeitraum variiert werden. Über die Länge dieses Zeitraumes können einer oder mehrere Qualitätsparameter am Produkt gemessen werden, und entsprechend können die Messwerte der Qualitätsparameter und die entsprechenden Realwerte der Maschinenparameter in entsprechende Qualitätsdatensätze respektive Maschinendatensätze übergeben werden.

[0029] Zusätzlich oder alternativ kann es vorgesehen sein, eine Vielzahl von Messwerten und Realwerten aus Produktionsanlagen mit Vorrichtungen zum Herstellen von Produkten zu sammeln und beispielsweise in einer Datenbank zur Verfügung zu stellen. Aus diesen Messwerten und Realwerten kann eine Vielzahl von Qualitätsdatensätzen und Maschinendatensätzen erstellt werden, und aus diesen wiederum eine Vielzahl an Datensätzen generiert werden. Durch den Vergleich dieser Vielzahl von Datensätzen ist das Bestimmen von Korrelationen vereinfacht, und die entsprechenden Korrelationen sind präziser.

[0030] Die Datensätze können also durch Sammeln einer Vielzahl von Messwerten und Realwerten aus Produktionsanlagen ermittelt und bereitgestellt werden.

[0031] Die Verfahrensschritte, wie vorliegend beschrieben, entsprechen im Wesentlichen einer Lernphase. Das in diesem Verfahren beschriebene Bereitstellen eines Sollwertes für zumindest einen Maschinenparameter kann im Anschluss an diese Lernphase erfolgen.

[0032] Das Bereitstellen des vorgenannten Sollwertes oder mehrerer Sollwerte für Maschinenparameter kann in der Form einer Übergabe dieser Werte an eine Steuerung einer entsprechenden Vorrichtung zum Herstellen eines Produktes erfolgen. Die Steuerung kann Teil eines Computers sein und eines oder mehrere Computerprogrammprodukte aufweisen. Im Anschluss an die Übergabe kann die Vorrichtung zum Herstellen eines Produktes entsprechend dieser Vorgaben betrieben werden und einen entsprechenden Produktionsprozess oder Herstellprozess durchführen.

[0033] Es kann dabei vorgesehen sein, dass ein Istwert wenigstens eines der Maschinenparameter erfasst wird und mit dem jeweiligen Sollwert verglichen wird. Die Vorrichtung kann anhand einer Abweichung des Istwertes des Maschinenparameters vom entsprechenden Sollwert gesteuert, insbesondere geregelt werden.

[0034] Dabei kann vorgesehen sein, direkt einen Einfluss auf einen jeweiligen Wert eines Maschinenparameters, wie beispielsweise die Geschwindigkeit, mit welcher eine Form geöffnet oder geschlossen wird, zu nehmen. Andere Maschinenparameter können nicht direkt regelbar sein. Dies betrifft beispielsweise die Viskosität eines Betriebsmittels. Durch geeignete Kühlvorrichtungen kann aber beispielsweise Einfluss auf die Temperatur genommen werden, was wiederum einen Effekt auf die Viskosität hat. Dieser Effekt wiederum kann aus einer der vorab bestimmten Korrelationen hergeleitet werden.

[0035] Zudem kann es Parameter geben, die praktisch nicht beeinflussbar sind, wie beispielsweise Umweltparameter, welche naturgemäss kaum verändert werden können. Um deren Abweichungen von einem gewünschten Wert zu kompensieren, können entsprechend korrelierende Maschinenparameter gesteuert oder geregelt werden.

[0036] Eine Abweichung des Istwertes vom entsprechenden Sollwert des jeweiligen Maschinenparameters bedeutet, dass der entsprechende Sollwert des Qualitätsparameters, anhand dessen der Sollwert des Maschinenparameters bestimmt wurde, ebenfalls abweicht. Eine Steuerung oder Regelung des entsprechenden Maschinenparameters oder gegebenenfalls eines oder mehrerer Maschinenparameter die einen entsprechenden Einfluss auf diesen Maschinenparameter haben und/oder mit diesem korrelieren, ermöglicht es somit, den entsprechenden Sollwert des Qualitätsparameters zu erreichen.

[0037] Der jeweilige Istwert des Maschinenparameters kann während des Betriebes der Vorrichtung kontinuierlich erfasst werden.

[0038] Dadurch ist eine kontinuierliche Überwachung des Qualitätsparameters ermöglicht.

[0039] Alternativ kann vorgesehen sein, den Istwert des jeweiligen Maschinenparameters in vorgebbaren Zeitabständen (zyklisch) zu erfassen.

[0040] Dies kann insbesondere bei Parametern von Vorteil sein, die sich nur langsam verändern oder die nur einen sehr geringen Einfluss auf die Qualitätsparameter haben. So können die Datenmenge und der Aufwand zur Erfassung des jeweiligen Maschinenparameters verringert werden.

[0041] Es kann vorgesehen sein, dass ein Istwert wenigstens eines der Qualitätsparameter zyklisch mit dem Sollwert des Qualitätsparameters verglichen wird.

[0042] Dies Vergleiche sind insbesondere dann von Vorteil, wenn die Vorrichtung zur Herstellung eines Produktes im Testbetrieb, mit anderen Worten während der Lernphase, betrieben wird. Durch diese Vergleiche kann festgestellt werden, ob die Korrelationen, die bestimmt wurden, mit der Praxis übereinstimmen und/oder um weitere Messwerte zu erhalten.

[0043] Vorzugsweise können die Korrelation oder die Korrelationen zwischen dem oder den Qualitätsparametern und dem oder den Maschinenparametern mittels maschinellen Lernens bestimmt werden. Insbesondere können die Korrelation oder die Korrelationen mittels einer Implementierung von künstlicher Intelligenz, insbesondere mit einem neuronalen Netzwerk, bestimmt werden.

[0044] Dies erlaubt das Feststellen und Erkennen von Zusammenhängen, also von Korrelationen, unabhängig davon, ob zwischen einzelnen Messwerten und Realwerten ein direkter oder kausaler Zusammenhang besteht. Durch den Einsatz von maschinellern Lernen können weitreichende und/oder übergeordnete Muster einer Vielzahl von einzelnen Messwerten und Realwerten erkannt und/oder miteinander verglichen und/oder miteinander verknüpft werden.

[0045] Der Maschinendatensatz kann mehrere Maschinenparameter umfassen, insbesondere Realwerte von mehreren Maschinenparametern. Dabei kann jeder Maschinenparameter entsprechend seiner Korrelation mit dem einen oder den mehreren Qualitätsparametern des Qualitätsdatensatzes eine Gewichtung seines Einflusses auf jeden Qualitätsparameter zugeordnet werden.

[0046] Das heisst, je grösser oder besser die Korrelation zwischen einem Maschinenparameter und einem Qualitätsparameter, desto grösser ist der Einfluss einer Veränderung eines entsprechenden Maschinenparameters auf den jeweiligen Qualitätsparameter. Entsprechend kann vorgesehen sein, einem derartigen Maschinenparameter, mit anderen Worten der entsprechenden Korrelation zwischen dem jeweiligen Qualitätsparameter und dem jeweiligen Maschinenparameter, eine entsprechend hohe Gewichtung zuzuordnen.

[0047] Falls dieser Maschinenparameter jedoch beispielsweise auf einen weiteren Qualitätsparameter des Produktes einen Einfluss hat, der beispielsweise auch negativ sein kann, so kann vorgesehen sein, diesem Maschinenparameter eine etwas geringere Gewichtung zuzuordnen. Das heisst, der Maschinenparameter mit dem grössten Einfluss auf einen jeweiligen Qualitätsparameter ist nicht zwingend derjenige Maschinenparameter mit der höchsten Gewichtung. Die höchste Gewichtung kann beispielsweise ein Maschinenparameter aufweisen, der zwar einen entsprechend grossen Einfluss auf einen bestimmten Qualitätsparameter des Produktes hat, jedoch zeitgleich auf andere Qualitätsparameter und/oder auch auf andere Maschinenparameter einen sehr geringen Einfluss hat.

[0048] Es kann auch vorgesehen sein, mehrere Gewichtungen zu bestimmen, beispielsweise in Bezug auf eine schnelle Änderung und in Bezug auf einen möglichst geringen Einfluss auf weitere Maschinen- oder Qualitätsparameter.

[0049] Zum Erreichen des Sollwertes eines der Qualitätsparameter kann der jeweilige Maschinenparameter mit der jeweiligen Gewichtung in Bezug auf den Qualitätsparameter gesteuert oder geregelt werden.

[0050] Entsprechend sind ein genaues Eingreifen und eine präzise Steuerung oder Regelung ermöglicht.

[0051] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Computerprogrammprodukt. Das Computerprogrammprodukt umfasst Befehle, die bei der Ausführung auf einem Computer diesen dazu veranlassen, die Schritte des vorliegend beschriebenen Verfahrens durchzuführen.

[0052] Dies ermöglicht die Implementierung des vorliegend beschriebenen Verfahrens in einer Steuerung und/oder Regelung einer Vorrichtung zum Herstellen eines Produktes.

[0053] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Herstellung eines Produktes. Diese Vorrichtung ist insbesondere eine Vorrichtung zum Formen eines Hohlkörpers. Die Vorrichtung umfasst ein wie vorliegend beschriebenes Computerprogrammprodukt.

[0054] Diese ermöglicht das Bereitstellen einer Vorrichtung zur Herstellung eines Produktes, auf der sowohl ein Lernprozess/eine Lernphase als auch ein Produktionsprozess/eine Produktionsphase durchführbar ist. Mit anderen Worten, eine erfindungsgemäss ausgebildete Vorrichtung ermöglicht es, sämtliche Korrelationen zwischen der Vorrichtung selbst und dem herzustellenden Produkt zu bestimmen, und ermöglicht es in weiterer Folge, im späteren Produktionsprozess auf eine umfangreiche Prüfung der jeweilig hergestellten Produkte zu verzichten.

[0055] Die erfindungsgemässe Vorrichtung kann ein Bestandteil einer Vorrichtung zum Spritzgiessen oder zum Blasformen sein. Beispielsweise ist die Vorrichtung ein Extruder, ein Trockner für Ausgangsmaterial für die Herstellung des Produktes, eine Extrusionsblasvorrichtung oder eine Streckblasvorrichtung.

[0056] Anhand von schematischen Figuren, welche lediglich Ausführungsbeispiele darstellen, wird die Erfindung im Folgenden näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1: eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Herstellung eines Produktes

Figur 2: einen Ablaufschema eines erfindungsgemässen Verfahrens

[0057] Figur 1 zeigt eine vereinfachte schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Herstellung eines Produktes, die vorliegend beispielsweise als eine Blasformmaschine 100 ausgebildet ist. Die Blasformmaschine 100 weist eine Zuführung 110, einen Blasformbereich 120 und eine Abführung 130 auf. Mittels der Zuführung 120 werden in bekannter Weise Vorformlinge der Blasformmaschine zugeführt. Im Blasformbereich 120 werden diese mit Druckluft aufgeblasen und dabei mit Hilfe einer Reckstange gereckt. In der Abführung 130 werden die fertig aufgeblasenen Behälter gesammelt und/oder entnommen. Dieser Herstellprozess als solches ist bekannt und wird daher hier nicht näher erläutert.

[0058] Figur 1 zeigt zudem eine Steuerung 200. Die Steuerung 200 ist über hier gestrichelt angedeutete Verbindungen 102 mit Sensoren, die an der Blasformmaschine 100 angeordnet sind, verbunden. Die Steuerung 200 kann als separate Einheit ausgeführt sein, wird in der Regel aber integraler Bestandteil der Vorrichtung sein. Bei den Sensoren kann es sich um Temperaturfühler, Taktgeber, Positionssensoren und dergleichen handeln. Mit den Sensoren sind Realwerte von Maschinenparametern erfassbar. Die Sensoren sind hier nur schematisch angedeutet. Als Platzhalter für eine Vielzahl an Sensoren ist ein Temperatursensor 101 dargestellt.

[0059] Die Verbindungen 102 zwischen der Steuerung 200 und der Blasformmaschine sind im dargestellten Ausführungsbeispiel drahtgebunden über Kabel vorgesehen. Diese Verbindungen können aber auch drahtlos oder über Lichtwellenleiter verwirklicht sein.

[0060] Ausserdem ist in Figur 1 ein Human Machine Interface (HMI-Einheit), also eine Bedieneinheit 103 dargestellt. Über diese Bedieneinheit 103 kann ein Maschinenführer die Vorrichtung überwachen und beispielsweise einen Sollwert eines Qualitätsparameters vorgeben.

[0061] Figur 2 zeigt einen schematischen Ablauf eines Verfahrens zum Betreiben einer Vorrichtung zur Herstellung eines Produktes, beispielsweise ein Verfahren zum Betreiben der Blasformmaschine 100 aus der Figur 1.

[0062] In einem ersten Schritt wird ein Qualitätsdatensatz 10 erfasst. Der Qualitätsdatensatz 10 umfasst beispielsweise mehrere Messwerte von Wanddicken eines Behälters.

[0063] In einem zweiten Schritt wird ein Maschinendatensatz 20 erfasst. Der Maschinendatensatz 20 umfasst Realwerte des Temperatursensors 101 (siehe Figur 1).

[0064] Der Qualitätsdatensatz 10 und der Maschinendatensatz 20 sind gleichzeitig erfasst worden. Entsprechend kann der Qualitätsdatensatz 10 dem Maschinendatensatz 20 zeitlich zugeordnet werden und ein Datensatz 30 gebildet werden. Innerhalb des Datensatzes 30 werden die Messwerte und die Realwerte zeitlich korreliert.

[0065] Dieses zeitliche Korrelieren wird anhand des folgenden vereinfachten Beispiels näher erläutert. Zum Zeitpunkt t_1 wird beispielsweise die Wanddicke D_1 eines ersten Behälters B_1 in der Abführung 130 (siehe Figur 1) gemessen. Die Wanddicke D_1 entspricht einem Qualitätsparameter. Gleichzeitig wird die Temperatur K_1 der Kavität, in der ein zweiter Behälter B_2 zum gleichen Zeitpunkt t_1 aufgeblasen wird, im Blasformbereich 120 (siehe Figur 1) gemessen. Die Temperatur K_1 entspricht einem Maschinenparameter. Wiederum gleichzeitig wird die Temperatur V_1 eines Vorformlings eines dritten Behälters B_3 in der Zuführung 110 (siehe Figur 1) gemessen. Diese Temperatur V_1 kann als ein Maschinenparameter behandelt werden oder als ein Qualitätsparameter. Im vorliegenden Beispiel wird die Temperatur V_1 als Maschinenparameter behandelt.

[0066] In einem nächsten Schritt werden alle Behälter B_1 , B_2 und B_3 eine Station weiterbewegt. Das heisst, der Vorformling des dritten Behälter B_3 wird von der Zuführung 110 in den Blasformbereich 120 weiterbewegt und der aufgeblasene zweite Behälter B_2 wird vom Blasformbereich 120 in den Abföhrbereich 130 weiterbewegt, während der erste Behälter B_1 aus dem Abföhrbereich 130 entnommen wird. Ein neuer Vorformling eines vierten Behälters B_4 wird in der Zuführung 110 bereitgestellt.

[0067] Zum Zeitpunkt t_2 wird nun die Wanddicke D_2 des Behälters B_2 gemessen. Der Vorformling des Behälters B_3 befindet sich in der Kavität zum aufblasen des Behälters B_3 , wobei die Temperatur K_2 gemessen wird. Gleichzeitig wird wiederum die Temperatur V_2 des neuen Vorformling eines Behälters B_4 gemessen. Diese Vorgänge wiederholen sich nun für die weiteren Behälter B_2 , B_3 bis B_n .

[0068] Das heisst, die Temperatur K_1 des Behälters B_2 wird zum Zeitpunkt t_1 gemessen, die Auswirkung dieser Temperatur K_1 auf die Wanddicke D_2 des Behälters B_2 jedoch erst zum Zeitpunkt t_2 . Mit anderen Worten, für einen Messwert eines Qualitätsparameters, in diesem Beispiels D_2 , existieren eine Vielzahl an Realwerten, die zeitlich in unterschiedlichen Distanzen vor dem Zeitpunkt der Erfassung des Messwertes des Qualitätsparameters liegen. Im Datensatz 30 sind diese zeitlichen Korrelationen erstellt.

[0069] Im Anschluss an die Erstellung des Datensatzes 30 wird ein zweiter Datensatz 30' erstellt. Dieser umfasst das Erfassen eines zweiten Maschinendatensatzes 20' und das Erfassen eines zweiten Qualitätsdatensatzes 10' und entsprechend das Generieren eines Datensatzes 30' wie oben beschrieben.

[0070] Die Qualitätsdatensätze 10 und 10' können weitere Qualitätsparameter umfassen, die vorzugsweise alle gleichzeitig erfasst werden. So kann ein weiterer Qualitätsparameter, nebst der Wanddicke beispielsweise die Opazität einer Wandung des Behälters oder die Konzentrität eines Verschlusses in Bezug auf einen Behälterboden sein.

[0071] Ebenfalls können die Maschinendatensätze 20 und 20' Messwerte von weiteren Maschinenparametern aufweisen.

[0072] Im nächsten Schritt werden die Datensätze 30 und 30' zusammengeführt und eine Korrelation 40 zwischen den Messwerten und den Realwerten bestimmt.

[0073] Anhand dieser Korrelationen können für jeden Sollwert eines Qualitätsparameters ein Sollwert 50 des erfassten Maschinenparameters, oder im Fall von mehreren Maschinenparametern in den jeweiligen Maschinendatensätzen 20, 20', Sollwerte 50 für jeden erfassten Maschinenparameter bestimmt werden. Wie bereits ausgeführt, kann es mehrere Kombinationen von Sollwerten 50 der Maschinenparameter geben, die zum gleichen Sollwert des Qualitätsparameters führen. Für den Fall, dass beispielsweise ein Maschinenparameter unveränderlich ist (oder gegebenenfalls ein unveränderlicher Umweltparameter in das Verfahren einbezogen ist), müssen die Sollwerte anhand von zwei Fixwerten (Sollwert des Qualitätsparameters und unveränderlicher Wert der Vorrichtung/Umwelt) bestimmt werden, was die möglichen Kombinationen reduziert.

[0074] Da zweckmässigerweise eine Vielzahl an Datensätzen 30, 30', dargestellt als Datensätze 30'', generiert wird, wird zur Bestimmung der Korrelationen 40 maschinelles Lernen eingesetzt. Dies ermöglicht es, eine Vielzahl an Werten miteinander zu vergleichen und Ähnlichkeiten oder Muster und dergleichen festzustellen und miteinander zu verknüpfen, auch wenn die Zusammenhänge nicht mehr offensichtlich sind.

[0075] In einem nachfolgenden Schritt des Verfahrens wird ein Sollwert des Qualitätsparameters ausgewählt und werden entsprechende Sollwerte 50 von Maschinenparametern an die Steuerung 200 (siehe Figur 1) übergeben, um die Blasformmaschine 100 (siehe Figur 1) entsprechend zu betreiben. Sobald die gemessenen Realwerte der Blasformmaschine 100 (siehe Figur 1) von den Sollwerten 50 abweichen, kann die Steuerung diese nachregulieren. Sollten sich beispielsweise Werte verändern, auf die die Steuerung keinen Einfluss nehmen kann (bspw. Aussentemperatur), so können die Sollwerte 50 gemäss einer Vorgabe für den entsprechenden unbeeinflussbaren Wert angepasst. Dazu sind die Sollwerte 50 in einer Datenmatrix verankert, die als Teil des Sollwertes 50 des Qualitätsparameters an die Steuerung 200 (siehe Figur 1) übergeben worden ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung zur Herstellung eines Produktes, insbesondere einer Vorrichtung zum Formen eines Hohlkörpers oder eines Spritzgiessteils, umfassend die Schritte:
 - Erfassen von zumindest einem Qualitätsdatensatz (10, 10') umfassend Messwerte eines oder mehrerer Qualitätsparameter, die je einer Eigenschaft des Produktes entsprechen;
 - Erfassen von zumindest einem zugehörigen Maschinendatensatz (20, 20') umfassend Realwerte von einem oder mehreren Maschinenparametern der Vorrichtung;
 - zeitliches Zuordnen des Qualitätsdatensatzes (10, 10') zum Maschinendatensatz (20, 20') und Generieren eines ersten Datensatzes (30) umfassend zeitlich korrelierte Messwerte und Realwerte;
 - mindestens einmaliges Wiederholen der vorhergehenden Schritte zum Generieren wenigstens eines zweiten Datensatzes (30');
 - Bestimmen einer Korrelation (40) zwischen dem oder den Qualitätsparametern und dem oder den Maschinenparametern durch Vergleich der erfassten Datensätze (30, 30') und
 - Bereitstellen eines Sollwertes 50 für zumindest einen Maschinenparameter anhand der bestimmten Korrelation (40), ausgehend von einem Sollwert des oder der Qualitätsparameter.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zumindest ein Umgebungsdatensatz umfassend Messwerte von einem oder mehreren Umgebungsparametern erfasst wird und dieser zeitlich dem Maschinendatensatz (10, 10') zugeordnet wird, um damit einen Bestandteil der jeweiligen erfassten Datensätze (30, 30') zu bilden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Datensätze (30, 30') zumindest einmalig anhand von Testergebnissen der Vorrichtung zur Herstellung eines Produktes ermittelt und bereitgestellt werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Datensätze (30, 30') durch Sammeln einer Vielzahl von Messwerten und Realwerten aus Produktionsanlagen ermittelt und bereitgestellt werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein Istwert wenigstens eines der Maschinenparameter erfasst und mit dem Sollwert 50 verglichen wird und die Vorrichtung anhand einer Abweichung des Istwertes des Maschinenparameters vom Sollwert 50 gesteuert, insbesondere geregelt, wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Istwert des Maschinenparameters während des Betriebes der Vorrichtung kontinuierlich erfasst wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Istwert des Maschinenparameters während des Betriebes der Vorrichtung zyklisch erfasst wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrelation zwischen dem oder den Qualitätsparametern und dem oder den Maschinenparametern mittels maschinellen Lernens, insbesondere mittels einer Implementierung von künstlicher Intelligenz, insbesondere mit einem neuronalen Netzwerk, bestimmt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Maschinendatensatz (20, 20') mehrere Maschinenparameter umfasst und jedem Maschinenparameter entsprechend seiner Korrelation (40) mit dem einen oder den mehreren Qualitätsparametern des Qualitätsdatensatzes eine Gewichtung seines Einflusses auf jeden Qualitätsparameter zugeordnet wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass zum Erreichen des Sollwertes eines der Qualitätsparameter der jeweilige Maschinenparameter mit der jeweiligen Gewichtung in Bezug auf den Qualitätsparameter geregelt wird.
11. Computerprogrammprodukt umfassend Befehle, die bei der Ausführung auf einem Computer diesen dazu veranlassen, die Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10 auszuführen.
12. Vorrichtung zur Herstellung eines Produktes, insbesondere einer Vorrichtung zum Formen eines Hohlkörpers, umfassend ein Computerprogrammprodukt nach Anspruch 11.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung ein Bestandteil einer Vorrichtung zum Spritzgiessen oder zum Blasformen, insbesondere ein Extruder, ein Trockner für Ausgangsmaterial für die Herstellung des Produktes, eine Extrusionsblasvorrichtung oder eine Streckblasvorrichtung, ist.

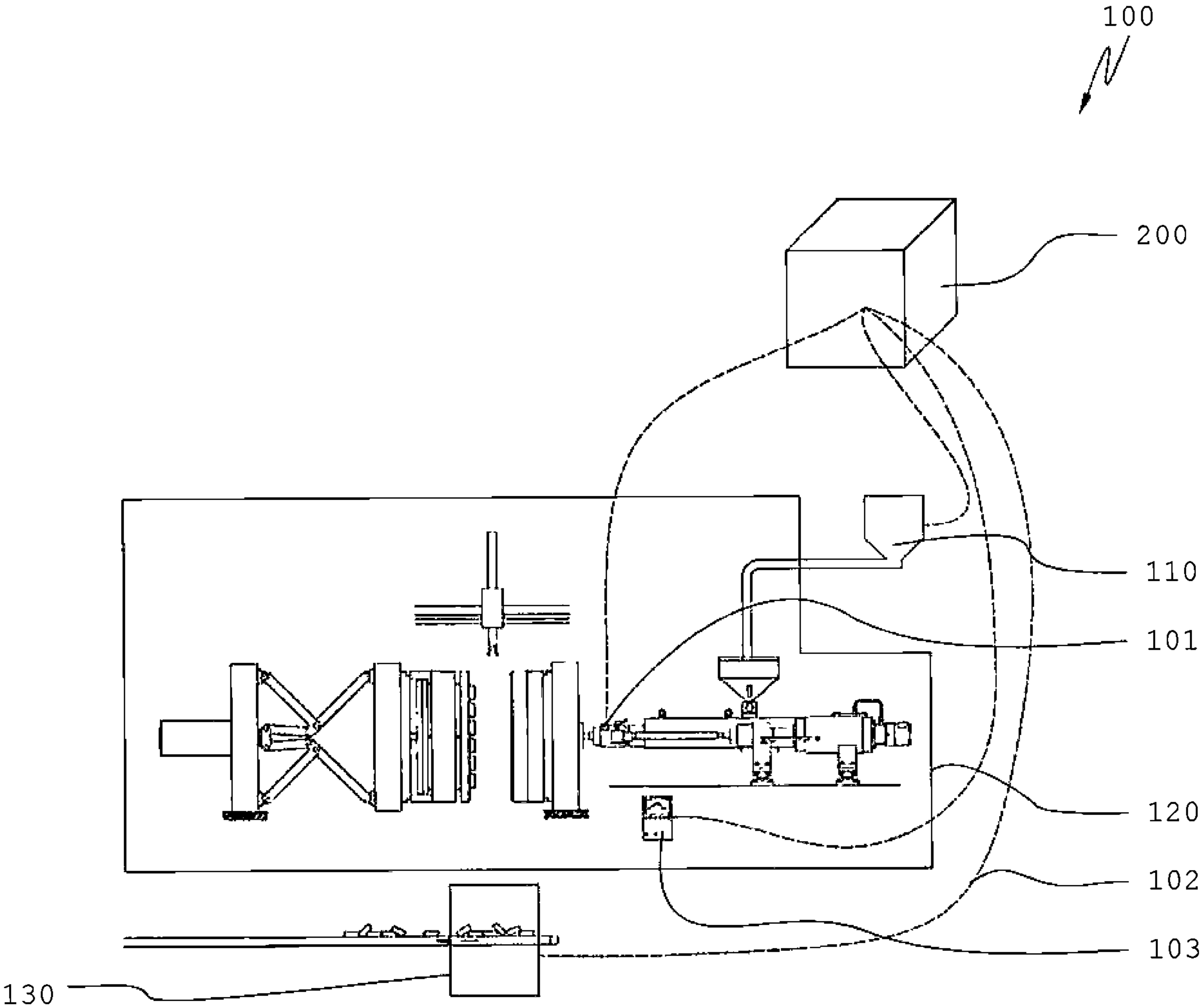


FIG. 1

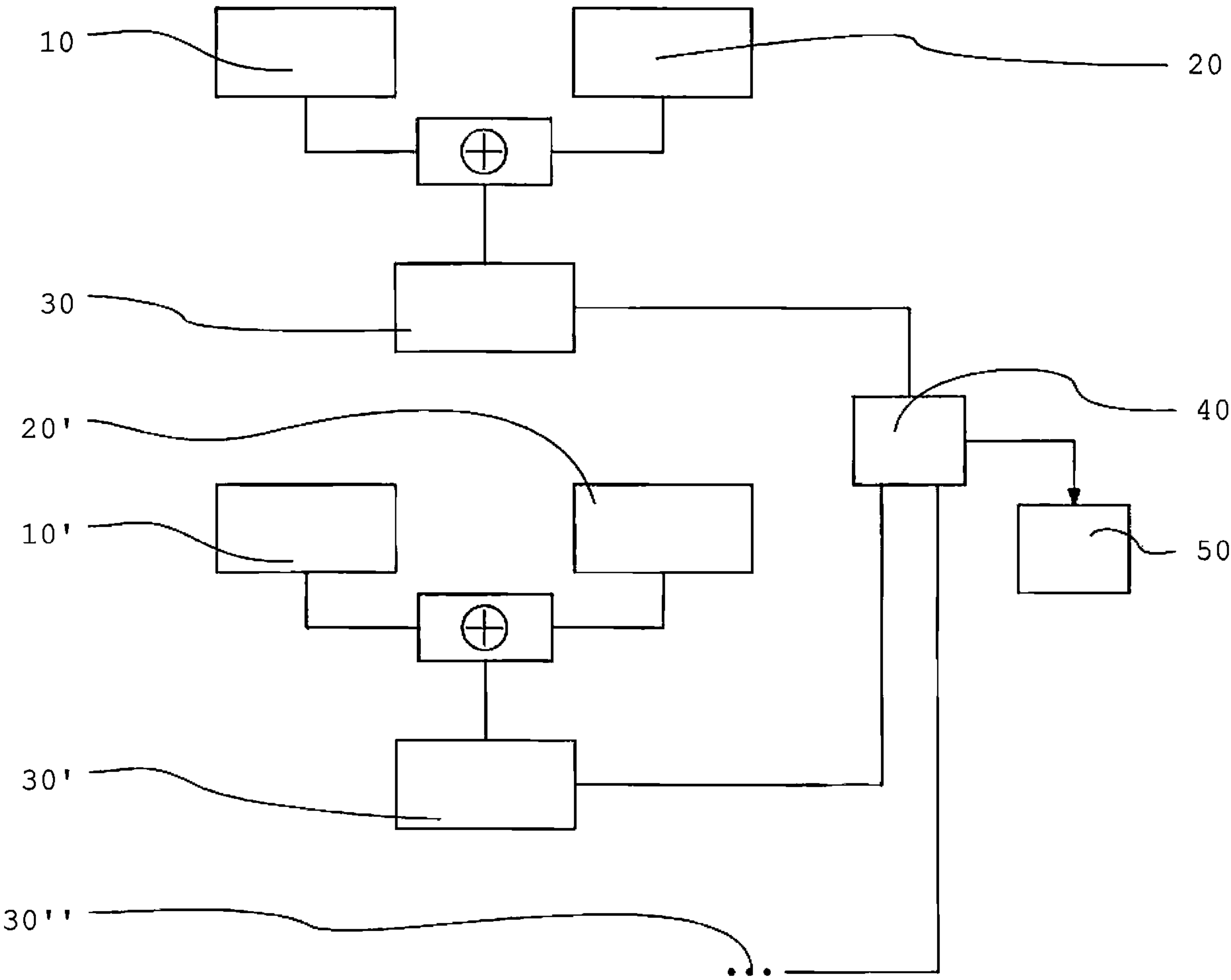


FIG. 2

**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

KERNZEICHNUNG DER NATIONALEN ANMELDUNG		AKTENZEICHEN DES ANMELDERS ODER ANWALTS	
		P44497CH00	
Nationales Aktenzeichen		Anmeldedatum	
5672019		29-04-2019	
Anmeldeland		Beanspruchtes Prioritätsdatum	
CH			
Anmelder (Name)			
ALPLA Werke Alwin Lehner GmbH & Co. KG			
Datum des Antrags auf eine Recherche internationaler Art		Nummer, die die internationale Recherchenbehörde dem Antrag auf eine Recherche internationaler Art zugeteilt hat	
15-05-2019		SN73691	
I. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (treffen mehrere Klassifikationssymbole zu, so sind alle anzugeben)			
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder sowohl nach der nationalen Klassifikation als auch nach der IPC			
B29C45/78;B29C45/76;B29C49/78			
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE			
Recherchierte Mindestprüfstoff			
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole		
IPC	B29C		
Recherchierte, nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen			
III. ☐ EINIGE ANSPRÜCHE HABEN SICH ALS NICHT RECHERCHIERBAR ERWIESEN (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)			
IV. ☐ MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)			

Formblatt PCT/ISA 201 a (11/2010)

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 5672019

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B29C45/78 B29C45/76 B29C49/78
ADD.

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationsymbole)
B29C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN

Kategorie ^a	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Bez. Anspruch Nr.
X	WO 90/09879 A1 (VER FÖRDERUNG KUNSTSTOFF [DE]) 7. September 1990 (1990-09-07) * Seite 6, Zeile 12 - Seite 9, Zeile 30; Abbildungen 1-5 *	1-13
X	EP 1 166 994 A1 (SECRETARY TRADE IND BRIT [GB]) 2. Januar 2002 (2002-01-02) * Absätze [0023] - [0046]; Abbildungen 1-6 *	1-13
X	US 2016/274561 A1 (STONE ASHLEY [DE]) 22. September 2016 (2016-09-22) * Absätze [0138] - [0143], [0174] - [0181]; Abbildungen 15-20 *	1-13

-/-

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie^a Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:

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

E älteste Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

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

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

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

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

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann absehn aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindungseher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

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

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des tatsächlichen Abschlusses der Recherche internationaler Art

28. Juni 2019

Absenddatum des Berichts über die Recherche internationaler Art

09-07-2019

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentkan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Horubala, Tomasz

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART		Nr. des Antrags auf Recherche CH 5672019
C (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	SCHMIDBERGER E ET AL: "NEURONALE NETZE BEIM SPRITZGIESSSEN. ÖBEURAL NETWORK IN INJECTION MOULDING", KUNSTSTOFFE, CARL HANSER VERLAG, MUNCHEN, DE, Bd. 85, Nr. 5, 1. Mai 1995 (1995-05-01), Seiten 620-623, 626, XP000503214, ISSN: 0023-5563 * das ganze Dokument * -----	1-13

1

Formblatt PCT/ISA/291 (Fortsetzung von Blatt 2) (Juni 95) (2004)

Seite 2 von 2

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 5672019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9009879	A1 07-09-1990	AU 5170390 A	26-09-1990
		DE 3927995 A1	13-09-1990
		EP 0461143 A1	18-12-1991
		WO 9009879 A1	07-09-1990

EP 1166994	A1 02-01-2002	EP 1166994 A1	02-01-2002
		US 2002055806 A1	09-05-2002

US 2016274561	A1 22-09-2016	KEINE	
