(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 522639 A1 2021-01-15**

(12) Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 50551/2019
(22) Anmeldetag: 19.06.2019
(43) Veröffentlicht am: 15.01.2021

(51) Int. Cl.: ***B29C 45/78*** (2006.01)
B29C 45/76 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
Josef Gießauf; Christian Maier; Paul Kapeller; Georg Pillwein; Georg Steinbichler: "Zahlen, die zählen." Kunststoffe 09/2017, Seite 100 - 104
US 2010295199 A1

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

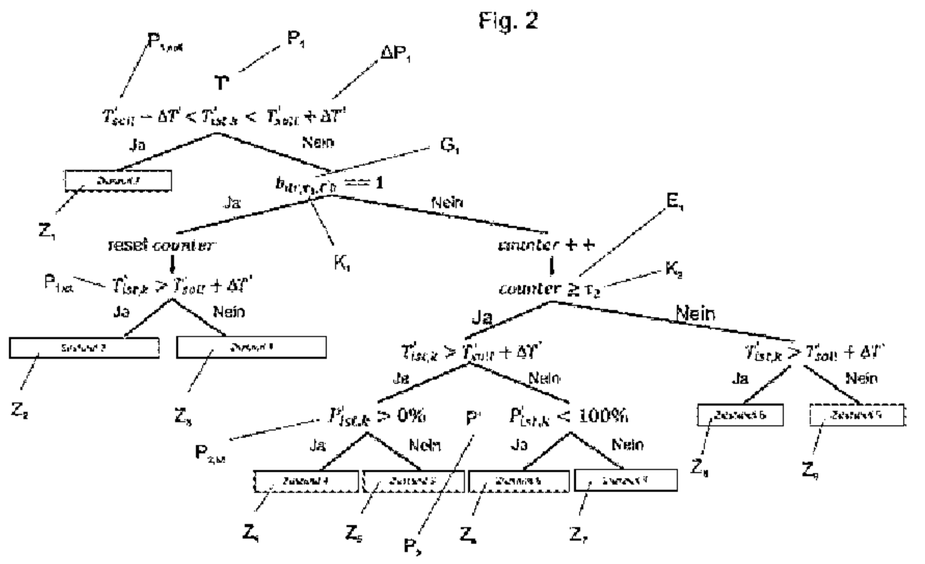
(72) Erfinder:
Gießauf Josef Dipl.Ing.
4320 Perg (AT)
Koppauer Herwig Dipl.Ing. Dr. MLBT
4040 Linz (AT)

(74) Vertreter:
Mag. Dr. Paul Torggler, Dipl.-Ing. Dr. Stephan Hofinger, Mag. Dr. Markus Gangl, MMag. Dr. Christoph Maschler, Dipl.-Ing. (FH) Dr. Bernhard Hechenleitner, Dipl.-Phys. Dr. Almar Lercher
6020 Innsbruck (AT)

(54) Vorrichtung und Verfahren zum Visualisieren oder Beurteilen eines Prozesszustandes

(57) Vorrichtung zur Überwachung einer in Formgebungszyklen arbeitenden Formgebungsmaschine und Produktionsanlage (1) mit einer Recheneinheit (2), wenigstens einem Sensor (3), einer Speichereinheit (4a), einer Ausgabevorrichtung (6), wobei in einer Speichereinheit (4b) in Bezug auf wenigstens einen Prozessgrößensatz (P) jeweils wenigstens drei mögliche Prozesszustände (Z_1, Z_2, ..., Z_q) abgelegt sind und in Bezug auf jeden Prozessgrößensatz (P) zumindest ein Algorithmus abgelegt ist, durch welchen unter Verwendung von Ist-Werten ($P_{1,ist}$, $P_{2,ist}$, ..., $P_{m,ist}$, $G_{1,ist}$, $G_{2,ist}$, ..., $G_{n,ist}$) und wenigstens eines zusätzlichen Parameters (K_1, K_2, ..., K_v) berechenbar ist, welcher der verschiedenen möglichen Prozesszustände (Z_1, Z_2, ..., Z_q) tatsächlich vorliegt, die in Bezug auf den jeweiligen Prozessgrößensatz (P) verschiedenen möglichen Prozesszustände (Z_1, Z_2, ..., Z_q) dahingehend klassifiziert sind, ob Maßnahmen notwendig oder empfohlen sind, die Befehle durch die Recheneinheit (2) diese dazu veranlassen, den zugehörigen zumindest einen Algorithmus auszuführen und so zu berechnen, welcher der verschiedenen möglichen Prozesszustände (Z_1, Z_2, ..., Z_q) tatsächlich vorliegt und zu überprüfen, ob der tatsächlich vorliegende Prozesszustand (Z_1, Z_2, ..., Z_q) als ein solcher Prozesszustand (Z_1, Z_2, ..., Z_q) klassifiziert ist, in Abhängigkeit des berechneten Prozesszustandes (Z_1, Z_2, ..., Z_q) eine elektronische Nachricht (T) zu erstellen und auszugeben.

Fig. 2



AT 522639 A1 2021-01-15

Zusammenfassung

Vorrichtung zur Überwachung einer in Formgebungszyklen arbeitenden Formgebungsmaschine und Produktionsanlage (1) mit einer Recheneinheit (2), wenigstens einem Sensor (3), einer Speichereinheit (4a), einer Ausgabevorrichtung (6), wobei in einer Speichereinheit (4b) in Bezug auf wenigstens einen Prozessgrößensatz (P) jeweils wenigstens drei mögliche Prozesszustände (Z_1, Z_2, …, Z_q) abgelegt sind und in Bezug auf jeden Prozessgrößensatz (P) zumindest ein Algorithmus abgelegt ist, durch welchen unter Verwendung von Ist-Werten ($P_{1,ist}$, $P_{2,ist}$, …, $P_{m,ist}$, $G_{1,ist}$, $G_{2,ist}$, …, $G_{n,ist}$) und wenigstens eines zusätzlichen Parameters (K_1, K_2, …, K_v) berechenbar ist, welcher der verschiedenen möglichen Prozesszustände (Z_1, Z_2, …, Z_q) tatsächlich vorliegt, die in Bezug auf den jeweiligen Prozessgrößensatz (P) verschiedenen möglichen Prozesszustände (Z_1, Z_2, …, Z_q) dahingehend klassifiziert sind, ob Maßnahmen notwendig oder empfohlen sind, die Befehle durch die Recheneinheit (2) diese dazu veranlassen, den zugehörigen zumindest einen Algorithmus auszuführen und so zu berechnen, welcher der verschiedenen möglichen Prozesszustände (Z_1, Z_2, …, Z_q) tatsächlich vorliegt und zu überprüfen, ob der tatsächlich vorliegende Prozesszustand (Z_1, Z_2, …, Z_q) als ein solcher Prozesszustand (Z_1, Z_2, …, Z_q) klassifiziert ist, in Abhängigkeit des berechneten Prozesszustandes (Z_1, Z_2, …, Z_q) eine elektronische Nachricht (T) zu erstellen und auszugeben.

(Fig. 2)

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Überwachung einer Produktionsanlage mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 sowie eine Produktionsanlage mit einer solchen Vorrichtung. Weiters betrifft die Erfindung ein Computerprogrammprodukt. Schließlich betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Überwachen einer in Formgebungszyklen arbeitenden Formgebungsmaschine und ggf. wenigstens ein Peripheriegerät enthaltenden Produktionsanlage.

Eine gattungsgemäße Vorrichtung geht aus DE 10 2007 013 044 B4 hervor, welche bei Überschreitung eines Schwellenwertes durch einen Stabilitätsparameter ein Warnsignal an einer Anzeigeeinrichtung anzeigt.

Eine weitere gattungsgemäße Vorrichtung geht auch aus DE 10 2004 052 499 A1 hervor, welche einen Algorithmus verwendet, welcher bei Überschreitung eines Ist-Parameterwerts des dazugehörigen Grenzwerts eine Nachricht generiert, die Auskunft über einen Prozesszustand gibt.

Eine weitere gattungsgemäße Vorrichtung geht aus US 2010/0295199 hervor, welche einen Energieverbrauch und/oder eine Schmelzqualität verbessert, wobei der Schmelze zugeordnete aktuelle Prozessparameter mit eingestellten Werten verglichen werden. Bei einer bestimmten Abweichung werden die Maschineneinstellparameter angepasst, um den Energieverbrauch zu optimieren oder die Schmelzqualität zu verbessern. An einem Bildschirm werden die Prozessparameter angezeigt.

Im Rahmen der vorliegenden Offenbarung ist der Terminus Prozesszustand im Kontext einer Produktionsanlage abhängig vom Status der Parameter, welche direkt und/oder indirekt am Fertigungsprozess teilnehmen und spiegelt die Situation der Produktionsanlage bezüglich wenigstens eines Parameters während des in Formgebungszyklen verlaufenden Fertigungsprozesses wider. Der Terminus Prozesszustand kann sich nur auf die Formgebungsmaschine der Produktionsanlage, nur auf das ggf. vorhandene wenigstens eine Peripheriegerät oder auf die Gesamtheit von Formgebungsanlage und wenigstens einem

Peripheriegerät beziehen. Im Rahmen der vorliegenden Offenbarung kann jeder Verweis auf eine Produktionsanlage als Verweis nur auf die Formgebungsmaschine der Produktionsanlage, nur auf das ggf. vorhandene wenigstens eine Peripheriegerät oder auf die Gesamtheit von Formgebungsanlage und wenigstens einem Peripheriegerät verstanden werden.

Der Prozesszustand im Sinne der Erfindung umfasst z. B.:

• die Güte der Prozesseinstellung: Sollwerte sind so gewählt, dass
  - der Prozess robust gegenüber Umgebungseinflüssen ist
  - sie auch tatsächlich erreicht werden oder erreicht werden können
  - sie im Hinblick auf das verarbeitete Material geeignet sind
• den Zustand von Elementen der Produktionsanlage (z.B. der Rückstromsperre, des Werkzeugs, etc.)
• den Zustand des verarbeiteten Materials
• den Einfluss von ungemessenen Störgrößen (z.B. Umgebungstemperatur, Zugluft, etc.).

Nachteilig am Stand der Technik ist, dass die bekannten Algorithmen für die Ermittlung des Prozesszustandes eine beschränkte Anzahl an Parametern heranziehen und keine Möglichkeit zur Berechnung komplexer Zusammenhänge von Prozesszuständen und den damit verbundenen Parametern gewährleisten, sowie nur begrenzt Rückschlüsse auf die Ursachen der Prozesszustände ermöglichen.

Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung einer gattungsgemäßen Vorrichtung, Produktionsanlage und eines Computerprogrammprodukts sowie eines gattungsgemäßen Verfahrens zur Überwachung, bei welchen die oben diskutierten Probleme behoben werden.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1, einer Produktionsanlage mit den Merkmalen des Anspruchs 19, ein Computerprogrammprodukt mit den Merkmalen des Anspruchs 20 und einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 21 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

Weil in einer Speichereinheit, welche mit der Recheneinheit in einer Datenverbindung steht oder in eine solche bringbar ist

- in Bezug auf wenigstens einen Prozessgrößensatz, umfassend wenigstens zwei verschiedene Prozessgrößen der Produktionsanlage oder wenigstens eine Prozessgröße mit wenigstens einer abgeleiteten Größe, jeweils wenigstens drei mögliche Prozesszustände der Produktionsanlage abgelegt sind und in Bezug auf jeden Prozessgrößensatz zumindest ein Algorithmus abgelegt ist, durch welchen unter Verwendung von Ist-Werten wenigstens zweier Prozessgrößen oder eines Ist-Werts wenigstens einer Prozessgröße und eines Ist-Werts wenigstens einer abgeleiteten Größe und wenigstens eines zusätzlichen Parameters, welcher vom Ist-Wert der jeweiligen Prozessgröße und vom Ist-Wert der jeweiligen abgeleiteten Größe verschieden ist, berechenbar ist, welcher der in Bezug auf den jeweiligen Prozessgrößensatz verschiedenen möglichen Prozesszustände tatsächlich vorliegt
- die in Bezug auf den jeweiligen Prozessgrößensatz verschiedenen möglichen Prozesszustände dahingehend klassifiziert sind, ob Maßnahmen, welche eine Veränderung zumindest einer Prozessgröße und/oder zumindest einer abgeleiteten Größe bewirken, notwendig oder empfohlen sind, wobei in Bezug auf jeden Prozessgrößensatz zumindest ein Prozesszustand so klassifiziert ist, dass keine Maßnahmen notwendig oder empfohlen sind und zumindest ein Prozesszustand so klassifiziert ist, dass Maßnahmen notwendig oder empfohlen sind
- die Befehle bei der Ausführung des Computerprogramms durch die Recheneinheit diese dazu veranlassen
  - in Bezug auf den jeweiligen Prozessgrößensatzes den zugehörigen zumindest einen Algorithmus auszuführen und so unter Berücksichtigung der Ist-Werte der wenigstens zwei Prozessgrößen oder des Ist-Werts der wenigstens einen Prozessgröße und des Ist-Werts der jeweiligen abgeleiteten Größe und des wenigstens einen zusätzlichen Parameters zu berechnen, welcher der in Bezug auf den jeweiligen Prozessgrößensatz verschiedenen möglichen Prozesszustände tatsächlich vorliegt und

- zu überprüfen, ob der tatsächlich vorliegende Prozesszustand als ein solcher Prozesszustand klassifiziert ist, für welchen eine Maßnahme, welche eine Veränderung des jeweiligen Prozessgrößensatzes bewirkt, notwendig oder empfohlen ist,
- für den Fall, dass in Bezug auf den tatsächlich vorliegenden Prozesszustand aufgrund seiner Klassifikation eine Maßnahme notwendig oder empfohlen ist, in Abhängigkeit des berechneten Prozesszustandes eine elektronische Nachricht zu erstellen und mittels der Ausgabevorrichtung auszugeben, wobei bevorzugt vorgesehen ist, dass die elektronische Nachricht eine Information beinhaltet, welcher der in Bezug auf den Prozessgrößensatz verschiedenen möglichen Prozesszustände tatsächlich vorliegt,

wird es erst ermöglicht, unter Berücksichtigung des wenigstens einen Prozessgrößensatzes und des zumindest einen zugrundeliegenden Algorithmus zumindest einen tatsächlich vorliegenden Prozesszustand derart zu klassifizieren, dass Maßnahmen in Bezug auf den zumindest einen Prozesszustand aufgezeigt werden können und Informationen zum tatsächlich vorliegenden Prozesszustand ausgegeben werden.

Die Erstellung der erforderlichen Algorithmen kann von Experten des Herstellers der Produktionsanlage unter Verwendung ihres Fachwissens und ggf. unter Heranziehung des Ergebnisses von Versuchen, Simulationen und/oder Berechnungen erfolgen oder durch Einsatz einer künstlichen Intelligenz.

Im Allgemeinen ist jedem Formgebungszyklus ein Prozessgrößensatz (genauer: dessen Ist-Werte) zugeordnet.

Der Begriff „Prozessgrößensatz“ ist als Kurzbezeichnung für „wenigstens zwei verschiedene Prozessgrößen der Produktionsanlage oder wenigstens eine Prozessgröße mit wenigstens einer abgeleiteten Größe“ zu verstehen und muss nicht als identifizierbarer Datensatz vorliegen. Dies gilt für die gesamte Offenbarung.

Die Ermittlung der erforderlichen Ist-Werte, ggf. der wenigstens einen abgeleiteten Größe und die Ausführung des Algorithmus erfolgt bevorzugt in Bezug auf einen

Formgebungszyklus, besonders bevorzugt in Bezug auf alle Formgebungszyklen oder in Bezug auf ausgewählte Formgebungszyklen.

Dem Benutzer der Vorrichtung, des Computerprogrammprodukts und des Verfahrens wird der tatsächlich vorliegende Prozesszustand über die Information der elektrischen Nachricht in einer Form angezeigt, in der der Benutzer die zugrundeliegenden Parameter des Prozessgrößensatzes nicht berücksichtigen muss. Der Benutzer erkennt kompakt dargestellt auf einen Blick, welcher Prozesszustand tatsächlich vorliegt, ohne eine Interpretation von Prozessgrößen, abgeleitete Größen, Ist-Werten oder zusätzlichen Größen anstellen zu müssen.

Die elektronische Nachricht kann potenzielle Erklärungen oder Handlungsanweisungen für den Benutzer beinhalten. Bei der Erstellung der Handlungsanweisungen kann die Erfindung auch potenzielle Auswirkungen einer Änderung der Prozesseinstellung auf relevante Prozessparameter, wie z. B. Zykluszeit, berücksichtigen und primär solche Handlungsanweisungen geben, die keinen Einfluss auf relevante Prozessparameter haben.
Weiters wird bei der Ausführung des Computerprogrammes (bevorzugt in jedem Formgebungszyklus oder nur in ausgewählten Formgebungszyklen) die Berechnung und Klassifikation des tatsächlich vorliegenden Prozesszustandes sowie die Erstellung einer elektronischen Nachricht zu der Klassifikation des wenigstens einen tatsächlich vorliegenden Prozesszustandes ermöglicht.

Vorteilhaft ist hierbei, dass der wenigstens eine Prozessgrößensatz durch den zumindest einen Algorithmus derart beschrieben ist, dass komplexe Zusammenhänge der wenigstens zwei verschiedenen Prozessgrößen der Produktionsanlage und/oder der wenigstens einen Prozessgröße mit wenigstens einer abgeleiteten Größe überwachbar sind und/oder mit dem Ist-Wert der jeweiligen Prozessgröße in Verbindung gebracht werden.

Dadurch kann nicht erst beim Übertreten eines Schwellwertes eine elektronische Nachricht generiert werden, sondern die Vorrichtung bietet die Möglichkeit, den

Prozessgrößensatz durch einen Prozesszustand zu beschreiben und Auskunft über diesen Prozesszustand zu geben.

Durch die Produktionsanlage mit einer in Formgebungszyklen arbeitenden Formgebungsmaschine und einer Vorrichtung zur Überwachung liegen dem Benutzer somit detaillierte Informationen zu den Prozesszuständen und den damit verbundenen Prozessgrößen und/oder abgeleiteten Größen vor.

Weiters können dem Benutzer Informationen zu zusätzlichen Parametern, Ist-Werten der Prozessgrößen und/oder der abgeleiteten Größen sowie Ereignissen aufbereitet werden.

Weil das Computerprogrammprodukt Befehle umfasst, die bei der Ausführung durch eine Recheneinheit einer eine in Formgebungszyklen arbeitenden Formgebungsmaschine und ggf. wenigstens ein Peripheriegerät enthaltenden Produktionsanlage diese veranlassen (bevorzugt in jedem Formgebungszyklus oder nur in ausgewählten Formgebungszyklen)

- aus einer Speichereinheit, welche mit der Recheneinheit in einer Datenverbindung steht oder in eine solche bringbar ist, in Bezug auf wenigstens einen Prozessgrößensatz der Produktionsanlage jeweils wenigstens drei mögliche Prozesszustände der Produktionsanlage abzurufen und in Bezug auf jeden Prozessgrößensatz den zumindest einen Algorithmus abzurufen, durch welchen unter Verwendung von Ist-Werten wenigstens zweier Prozessgrößen oder eines Ist-Werts wenigstens einer Prozessgröße und eines Ist-Werts wenigstens einer abgeleiteten Größe und wenigstens eines zusätzlichen Parameters, welcher vom Ist-Wert der jeweiligen Prozessgröße und vom Ist-Wert der jeweiligen abgeleiteten Größe verschieden ist, berechenbar ist, welcher der in Bezug auf den jeweiligen Prozessgrößensatz verschiedenen möglichen Prozesszustände tatsächlich vorliegt, wobei die in Bezug auf den jeweiligen Prozessgrößensatz verschiedenen möglichen Prozesszustände dahingehend klassifiziert sind, ob Maßnahmen, welche eine Veränderung der jeweiligen Prozessgröße und/oder abgeleiteten Größe bewirken, notwendig oder empfohlen sind, wobei in Bezug auf jeden Prozessgrößensatz zumindest

ein Prozesszustand so klassifiziert ist, dass keine Maßnahmen notwendig oder empfohlen sind und zumindest ein Prozesszustand so klassifiziert ist, dass Maßnahmen notwendig oder empfohlen sind

- in Bezug auf wenigstens einen Prozessgrößensatzes den zugehörigen zumindest einen Algorithmus auszuführen und so unter Berücksichtigung der Ist-Werte der wenigstens zwei Prozessgrößen oder des Ist-Werts der wenigstens einen Prozessgröße und des Ist-Werts der wenigstens einen abgeleiteten Größe und wenigstens eines zusätzlichen Parameters zu berechnen, welcher der in Bezug auf den jeweiligen Prozessgrößensatz verschiedenen möglichen Prozesszustände tatsächlich vorliegt und
- zu überprüfen, ob der tatsächlich vorliegende Prozesszustand als ein solcher Prozesszustand klassifiziert ist, für welchen eine Maßnahme, welche eine Veränderung der jeweiligen Prozessgröße und/oder abgeleiteten Größe bewirkt, notwendig oder empfohlen ist,
- für den Fall, dass in Bezug auf den tatsächlich vorliegenden Prozesszustand aufgrund seiner Klassifikation eine Maßnahme notwendig oder empfohlen ist, in Abhängigkeit des berechneten Prozesszustandes eine elektronische Nachricht zu erstellen und mittels der Ausgabevorrichtung auszugeben, wobei bevorzugt vorgesehen ist, dass die elektronische Nachricht eine Information beinhaltet, welche der in Bezug auf den Prozessgrößensatzverschiedenen möglichen Prozesszustände tatsächlich vorliegt,

werden für den Benutzer komfortabel die notwendigen Informationen automatisch aus der Speichereinheit für die Berechnung verwendet und derart aufbereitet, dass die daraus resultierenden Daten für den Benutzer in einer Form dargestellt werden können, dass eine Zeitersparnis in der Analyse und Manipulation von Prozesszuständen gewährleistet wird.

In Bezug auf das Verfahren zum Überwachen ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass mittels einer Recheneinheit

- in Bezug auf wenigstens einen Prozessgrößensatz der Produktionsanlage unter Berücksichtigung von Ist-Werten wenigstens zweier Prozessgrößen oder eines Ist-Werts wenigstens einer Prozessgröße und eines Ist-Werts wenigstens einer abgeleiteten Größe und wenigstens eines zusätzlichen Parameters berechnet

wird, welcher der in Bezug auf den jeweiligen Prozessgrößensatz verschiedenen möglichen Prozesszustände tatsächlich vorliegt und

- überprüft wird, ob der tatsächlich vorliegende Prozesszustand als ein solcher Prozesszustand klassifiziert ist, für welchen eine Maßnahme, welche eine Veränderung der jeweiligen Prozessgröße und/oder abgeleiteten Größe bewirkt, notwendig oder empfohlen ist,
- für den Fall, dass in Bezug auf den tatsächlich vorliegenden Prozesszustand aufgrund seiner Klassifikation eine Maßnahme notwendig oder empfohlen ist, in Abhängigkeit des berechneten Prozesszustandes eine elektronische Nachricht zu erstellen und mittels der Ausgabevorrichtung auszugeben, wobei bevorzugt vorgesehen ist, dass die elektronische Nachricht eine Information beinhaltet, welcher der in Bezug auf den Prozessgrößensatz verschiedenen möglichen Prozesszustände tatsächlich vorliegt.

Dadurch wird es ermöglicht, dass durch die Rücksichtnahme des Ist-Werts der jeweiligen Prozessgröße und/oder des Ist-Werts der jeweiligen abgeleiteten Größe des Prozessgrößensatzes der tatsächlich vorliegende Prozesszustand ermittelt wird.

Zudem wird eine Überprüfung der Klassifikation sowie eine Informationsweitergabe an den Benutzer der Vorrichtung gewährleistet.

Ganz allgemein gilt, dass nicht jeder Prozessgröße und/oder abgeleiteten Größe ein Prozesszustand zugewiesen sein muss.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass die elektronische Nachricht eine Information beinhaltet:

- welche Maßnahme notwendig oder empfohlen ist und/oder
- welcher der in Bezug auf den Prozessgrößensatz verschiedenen möglichen Prozesszustände tatsächlich vorliegt.

Dadurch wird es ermöglicht, dem Benutzer beispielsweise mitzuteilen, wie auf den wenigstens einen tatsächlich vorliegenden Prozesszustand eingewirkt werden kann.

Die Maßnahmen beziehen sich auf den wenigstens einen tatsächlich vorliegenden Prozesszustand und geben Informationen zur Manipulation des wenigstens einen tatsächlich vorliegenden Prozesszustandes.

Eine elektronische Nachricht ermöglicht eine Visualisierung der Daten und bietet durch die Aufbereitung der Daten eine benutzerfreundliche Handhabung der Vorrichtung, da erkennbar ist, welcher Prozesszustand tatsächlich vorliegt und ggf. welche Maßnahmen zu setzen sind.

Durch die Visualisierung werden die Informationen des Berechnungsschrittes derart aufbereitet, dass dem Benutzer klar ersichtlich ist, welcher Prozesszustand vorliegt und mit welchen Maßnahmen auf diesen Prozesszustand eingewirkt werden kann. Die elektronische Nachricht kann in einem Ausführungsbeispiel an hinterlegte Adressen (z. B. E-Mail-Adressen) übermittelt werden.

Die elektronische Nachricht kann in einem Ausführungsbeispiel eine automatische Reaktion einer Maschinensteuerung der Produktionsanlage, z. B. eine automatische Änderung von Sollwerten von Prozessgrößen oder eine Produktionsunterbrechung, bewirken.

Die elektronische Nachricht kann in einem Ausführungsbeispiel zumindest einen Link beinhalten, über welchen der Benutzer zu einer Bildschirmseite der Ausgabevorrichtung gelangt oder zu einem Eingabefeld für einen Sollwert, wo eine Behebung eines erkannten Problems möglich ist.

Die elektronische Nachricht kann in einem Ausführungsbeispiel für eine spätere Rückverfolgung gespeichert werden.

Die elektronische Nachricht kann in einem Ausführungsbeispiel an wenigstens eine andere Produktionsanlage übermittelt werden und bei der wenigstens einen anderen Produktionsanlage dazu verwendet werden, präventiv einen ungünstigen Zustand zu vermeiden.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass wenigstens ein zusätzlicher Parameter und/oder wenigstens eine Prozessgröße und/oder wenigstens eine abgeleitete Größe aus zumindest einem vorangegangenen Formgebungszyklus für die Ausführung des zumindest einen Algorithmus heranziehbar ist.

Dadurch wird es ermöglicht, einen zeitlichen Verlauf des wenigstens einen zusätzlichen Parameters und/oder der wenigstens einen Prozessgröße und/oder der wenigstens einen abgeleiteten Größe zu berücksichtigen und/oder aufzubereiten.

Dieser zeitliche Verlauf wird gemäß diesem Ausführungsbeispiel für die Berechnung des wenigstens einen Prozesszustandes herangezogen, um eine präzisere Klassifizierung und/oder Diagnose des tatsächlich vorliegenden Prozesszustandes zu ermöglichen.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass der wenigstens eine Prozesszustand und/oder eine Änderung des wenigstens einen Prozesszustandes in Form der elektronischen Nachricht angezeigt wird.

Dadurch wird es ermöglicht, dass der Benutzer der Vorrichtung spezifische Informationen zum wenigstens einen Prozesszustand und/oder zu der Änderung des wenigstens einen Prozesszustandes erhält.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass zur Berechnung des tatsächlich vorliegenden Prozesszustandes und/oder der Klassifikation des tatsächlich vorliegenden Prozesszustandes wenigstens zwei Algorithmen parallel heranziehbar sind.

Dadurch wird es ermöglicht, dass die Berechnung und/oder Klassifikation des tatsächlich vorliegenden Prozesszustandes einerseits verlässlicher aufgrund zusätzlicher Informationen des wenigstens einen weiteren Algorithmus ist und/oder andererseits gewährleistet wird, dass wenigstens ein Algorithmus den

Prozessgrößensatz in Bezug auf den wenigstens einen tatsächlich vorliegenden Prozesszustand optimaler abbildet.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass für den Fall, dass in Bezug auf den tatsächlich vorliegenden Prozesszustand aufgrund seiner Klassifikation keine Maßnahme notwendig oder empfohlen ist, die Befehle bei der Ausführung des Computerprogramms durch die Recheneinheit diese dazu veranlassen, entweder keine Nachricht auszugeben oder eine elektronische Nachricht zu erstellen und mittels der Ausgabevorrichtung auszugeben, wobei die elektronische Nachricht eine Information beinhaltet, welcher der in Bezug auf einen Prozessgrößensatz verschiedenen möglichen Prozesszustände tatsächlich vorliegt und/oder eine Information, dass keine Maßnahme notwendig oder empfohlen ist.

Dadurch wird es ermöglicht, dass der Benutzer nicht mit Informationen überlastet wird, welche den Benutzer von der Handhabung der Vorrichtung ablenken können.

Es wird auch ermöglicht, dem Benutzer der Vorrichtung eine Absicherung in Form einer elektronischen Nachricht zu präsentieren, die klarstellt, dass der wenigstens eine tatsächlich vorliegende Prozesszustand keine nötigen Maßnahmen seitens des Benutzers bedarf.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass sich wenigstens ein zusätzlicher Parameter auf einen Ist-Wert der zugehörigen Prozessgröße und/oder auf einen Ist-Wert der zugehörigen abgeleiteten Größe aus zumindest einem vorangegangenen Formgebungszyklus der Formgebungsmaschine bezieht, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass aus einer Vielzahl von Ist-Werten der zugehörigen Prozessgröße und/oder aus einer Vielzahl von Ist-Werten der zugehörigen abgeleiteten Größe aus einer Vielzahl von vorangegangenen Formgebungszyklen ein historischer Verlauf des Ist-Werts der zugehörigen Prozessgröße und/oder des Ist-Werts der zugehörigen abgeleiteten Größe berechnet wird.

Dadurch wird es ermöglicht, dass der wenigstens eine zusätzliche Parameter Informationen aus vorangegangenen Formgebungszyklen inkludiert und/oder bereits an vorangegangene Formgebungszyklen angepasst ist.

Vorteilhafter Weise ist damit wenigstens ein zusätzlicher Parameter gegeben, der aufgrund der Informationen zu den Größen aus den vorangegangenen Formgebungszyklen optimal an den zu betrachtenden Formgebungszyklus adjustiert ist.

Durch den historischen Verlauf des Ist-Wertes der zugehörigen Prozessgröße wird ein zeitlicher Ablauf der Änderungen des Ist-Wertes der zugehörigen Prozessgröße und/oder abgeleiteten Größe berechnet.

Eine Abfolge von verschiedenen Ist-Werten der zugehörigen Prozessgröße ist durch die Informationen zu den vorangegangenen Formgebungszyklen visualisierbar.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass wenigstens ein zusätzlicher Parameter aus nachstehender Liste ausgewählt ist (eine beliebige Kombination ist möglich):

- ein Soll-Wert zumindest einer Prozessgröße, ggf. jener Prozessgröße, in Bezug auf welche der tatsächlich vorliegende Prozesszustand zu berechnen ist
- ein Soll-Wert zumindest einer abgeleiteten Größe, ggf. jener abgeleiteten Größe, in Bezug auf welche der tatsächlich vorliegende Prozesszustand zu berechnen ist
- ein Ist-Wert zumindest einer Prozessgröße aus zumindest einem vorangegangenen Zyklus
- ein Ist-Wert einer abgeleiteten Größe aus zumindest einem vorangegangenen Zyklus
- ein Referenz-Wert zumindest einer Prozessgröße, ggf. jener Prozessgröße, in Bezug auf welche der tatsächlich vorliegende Prozesszustand zu berechnen ist
- ein Referenz -Wert zumindest einer abgeleiteten Größe, ggf. jener abgeleiteten Größe, in Bezug auf welche der tatsächlich vorliegende Prozesszustand zu berechnen ist ein Toleranzbereich zumindest einer Prozessgröße, ggf. jener

Prozessgröße, in Bezug auf welche der tatsächlich vorliegende Prozesszustand zu berechnen ist

- ein Toleranzbereich zumindest einer abgeleiteten Größe, ggf. jener abgeleiteten Größe, in Bezug auf welche der tatsächlich vorliegende Prozesszustand zu berechnen ist
- eine Hilfsvariable, vorzugsweise eine Zählvariable
- ein Geometrieparameter der Produktionsanlage
- ein Geometrieparameter der Formgebungsmaschine und/oder ggf. des wenigstens einen Peripheriegeräts
- komponentenspezifische Parameter der Formgebungsmaschine und/oder ggf. des wenigstens einen Peripheriegeräts
- Leistungsdaten der Formgebungsmaschine und/oder ggf. des wenigstens einen Peripheriegeräts
- Parameter eines Rohmaterials.

Dadurch wird es ermöglicht, dass der wenigstens eine zusätzliche Parameter nicht auf einen Typ von Parameter beschränkt ist, sondern Information zu verschiedenen Parametertypen bietet.

Der Geometrieparameter der Produktionsanlage ist im Allgemeinen beliebig. Besonders bevorzugt bezieht sich dieser Geometrieparameter der Produktionsanlage auf bauliche Größen wie beispielsweise den Schneckendurchmesser.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass die wenigstens eine abgeleitete Größe aus den Ist-Werten wenigstens einer Prozessgröße eines aktuellen Formgebungszyklus und/oder vergangener Formgebungszyklen und ggf. des wenigstens einen zusätzlichen Parameters berechnet wird und/oder in Bezug auf einen sich auf eine Drift beziehenden Wert.

Durch die Berechnung der wenigstens einen abgeleiteten Größe aus wenigstens einer Prozessgröße werden auch Ist-Werte und/oder Soll-Werte zu dieser abgeleiteten Größe ermöglicht.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass die wenigstens eine abgeleitete Größe aus nachstehender Liste ausgewählt ist:

- ein sich auf eine Drift einer Prozessgröße beziehender Wert
- eine statistische Kennzahl der Ist-Werte einer Prozessgröße eines aktuellen Formgebungszyklus und/oder vergangener Formgebungszyklen.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass der zumindest eine Algorithmus wenigstens eine Hypothese umfasst, wobei die wenigstens eine Hypothese in Bezug auf den tatsächlich vorliegenden wenigstens einen Prozesszustand und/oder einer Änderung des wenigstens einen Prozesszustandes eine mögliche Diagnose in Bezug auf eine Ursache für das Vorliegen des wenigstens einen Prozesszustandes und/oder der Änderung des wenigstens einen Prozesszustandes darstellt.

Dadurch wird es erst ermöglicht, dass der wenigstens eine Prozesszustand auf mögliche Ursachen überprüft wird und durch die Diagnose des Prozesszustandes erkennbar ist, wodurch der tatsächlich vorliegende Prozesszustand begründet ist.

Beispielsweise kann eine zu hohe Temperatur von Maschinenkomponenten durch eine zu hohe Umgebungstemperatur bedingt sein. Diese Information wird durch die wenigstens eine Hypothese bereitgestellt.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass die mögliche Diagnose die mögliche Diagnose durch die wenigstens eine Hypothese aufgrund des vorliegenden zumindest einen Algorithmus und
wenigstens eines Ereignisses erstellbar ist und/oder in Abhängigkeit wenigstens eines vorangegangenen Formgebungszyklus abänderbar ist.
Dadurch wird es ermöglicht, dass die Diagnose des wenigstens einen Prozesszustandes in Relation zu den tatsächlich vorliegenden Parametern gesehen wird und eine detailliertere Ursache des tatsächlich vorliegenden Prozesszustandes angegeben werden kann.

Die Hypothesen, welche eine Diagnose des tastsächlich vorliegenden Prozesszustandes gewährleisten, können durch wenigstens einen Parameter abgeglichen werden.

Die wenigstens eine Hypothese können im zeitlichen Verlauf mehrerer Formgebungszyklen verändert werden und/oder sukzessive an eine zutreffendere Hypothese angepasst werden.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass wenigstens eine elektronische Nachricht anzeigbar ist, die die wenigstens eine Diagnose in Form einer elektronischen Nachricht darstellt und/oder die das Zutreffen und/oder Nichtzutreffen der wenigstens einen Hypothese und/oder des wenigstens einen Prozesszustandes anzeigt.

Dadurch wird es ermöglicht, dass neben der Visualisierung des wenigstens einen Prozesszustandes auch die Hypothesen und deren Korrektheit dem Benutzer optisch aufbereitet sind. Der Benutzer wird zudem über den Prozesszustand informiert.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass für die Diagnose des tatsächlich vorliegenden wenigstens einen Prozesszustandes und/oder einer Änderung des wenigstens einen Prozesszustandes wenigstens zwei Hypothesen parallel heranziehbar und/oder anzeigbar sind.

Dadurch wird es ermöglicht, dass für den Benutzer der Vorrichtung wenigstens zwei Alternativen in der Diagnose des wenigstens einen tatsächlich vorliegenden Prozesszustandes aufbereitet sind.

Weiters ist es vorteilhaft, dass in der Kombination zweier Hypothesen eine genauere Ergründung der Ursachen des tatsächlich vorliegenden Prozesszustandes gewährleistet wird.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass die elektronische Nachricht von der Recheneinheit in Bezug auf zumindest einen der möglichen

Prozesszustände mit zumindest einem feststehenden Nachrichtenelement und zumindest einem variablen Nachrichtenelement erstellt wird, wobei bevorzugt vorgesehen ist, dass das zumindest eine variable Nachrichtenelement wenigstens einen numerischen Wert wenigstens einer Prozessgröße und/oder wenigstens einer abgeleiteten Größe und/oder wenigstens eines zusätzlichen Parameters oder eine grafische Darstellung eines zeitlichen Verlaufs wenigstens eines numerischen Werts wenigstens einer Prozessgröße und/oder wenigstens einer abgeleiteten Größe und/oder wenigstens eines zusätzlichen Parameters enthält
Dadurch wird eine flexiblere Aufbereitung der Daten ermöglicht und die Informationen werden für den Benutzer in einem höheren Maße strukturiert.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass die elektronische Nachricht wenigstens einen numerischen Wert wenigstens einer Prozessgröße und/oder wenigstens einer abgeleiteten Größe und/oder wenigstens eines zusätzlichen Parameters enthält.

Dadurch wird eine präzisere Informationsaufbereitung durch die elektronische Nachricht für den Benutzer ermöglicht.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass die elektronische Nachricht eine grafische Darstellung eines zeitlichen Verlaufs wenigstens eines numerischen Werts wenigstens einer Prozessgröße und/oder wenigstens einer abgeleiteten Größe und/oder wenigstens eines zusätzlichen Parameters enthält.

Dadurch wird eine benutzerfreundliche optische Aufbereitung wenigstens eines numerischen Werts ermöglicht, der dem Benutzer auf einen Blick den historischen Verlauf des wenigstens einen numerischen Werts ersichtlich macht.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass die elektronische Nachricht zumindest ein Nachrichtenelement in Form

- einer Klartextmeldung und/oder
- einer Grafik oder eines Bildes und/oder
- einer akustischen Meldung und/oder

- einer nicht-textualen, visuellen Meldung

beinhaltet.

Dadurch wird es ermöglicht, dass der Benutzer der Vorrichtung über mehrere Sinneswahrnehmungen auf die elektronische Nachricht hingewiesen wird und in einer optisch ansprechenden Form, welche die Daten visuell aufbereitet darstellt, angezeigt vorliegen hat.

Der Begriff Produktionsanlage ist zu unterscheiden vom Begriff Produktionsstandort, welcher in einem räumlich umrissenen Gebiet (z. B. einer Produktionshalle) eine Vielzahl von Produktionsanlagen aufweist. Die Erfindung bezieht sich auf eine Produktionsanlage, kann aber natürlich bei beliebig vielen Produktionsanlagen eingesetzt werden.

Bevorzugt handelt es sich bei der Formgebungsmaschine um eine Spritzgießmaschine, besonders bevorzugt um eine Kunststoff-Spritzgießmaschine.

Bevorzugt handelt es sich bei dem wenigstens einen Peripheriegerät um eine Handlingvorrichtung (z. B. Roboter).

Die Recheneinheit und/oder die Speichereinheit können bzw. kann in räumlicher Einheit mit der Produktionsanlage angeordnet sein, bevorzugt in baulicher Einheit mit der Formgebungsmaschine und/oder mit dem ggf. vorhandenen wenigstens einen Peripheriegerät (z. B. als Teil einer Maschinensteuerung der Produktionsanlage). Die Recheneinheit und/oder die Speichereinheit können bzw. kann aber zusätzlich oder alternativ räumlich fern der Produktionsanlage angeordnet sein (Cloud-Lösung) oder sich in einem gemeinsamen (beispielsweise lokalen) Netzwerk mit einer oder mehreren Produktionsanlagen befinden.

Die Ausgabevorrichtung kann einen Bildschirm aufweisen und/oder eine Signalerzeugungsvorrichtung zur Erzeugung und Abgabe akustischer oder visueller Signale. Die Ausgabevorrichtung kann als Bedienerschnittstelle der Produktionsanlage ausgebildet sein.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Figuren diskutiert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Vorrichtung zur Überwachung einer in Formgebungszyklen arbeitenden Formgebungsmaschine und ggf. wenigstens ein Peripheriegerät enthaltenden Produktionsanlage in einer schematischen Ansicht,

Fig. 2 einen Algorithmus gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 3 einen Algorithmus gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel,

Fig. 4 einen Algorithmus gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel,

Fig. 5 eine Bedienerschnittstelle der Produktionsanlage.

Fig. 1 zeigt eine Produktionsanlage 1 mit einer Recheneinheit 2 und einem Sensor 3. An einem Gehäuseteil der Produktionsanlage 1 sind zwei Speichereinheiten 4a, 4b angeordnet. Ein Computerprogrammprodukt (in der Darstellung aus Übersichtlichkeitsgründen nicht angezeigt) erstellt eine elektronische Nachricht T und sendet diese an eine Ausgabevorrichtung 6.

Die Ausgabevorrichtung 6 zeigt eine elektronische Nachricht T an, umfassend ein feststehendes Nachrichtenelement 8 und ein variables Nachrichtenelement 9. Die durch die Ausgabevorrichtung 6 angezeigte elektronische Nachricht T kann in einem weiteren Ausführungsbeispiel auch eine andere Anzahl an feststehenden Nachrichtenelementen 8 und variablen Nachrichtenelementen 9 aufweisen oder auf eine dieser Komponenten verzichten.

Die Form und Position des feststehenden Nachrichtenelementes 8 und des variablen Nachrichtenelementes 9 sind an sich beliebig. Besonders bevorzugt ist jedoch eine getrennte und klar strukturierte Anordnung, um dem Benutzer visuell ansprechend auf einen Blick die nötigen Informationen zum tatsächlich vorliegenden Prozesszustand Z_I zu gewährleisten.

Es kann sich bei der Ausgabevorrichtung 6 beispielsweise um eine Bedienerschnittstelle (HMI) der Produktionsanlage 1 handeln, über welche die Informationen zum tatsächlich vorliegenden Prozesszustand Z_l visualisiert werden.

Das variable Nachrichtenelement 9 kann beispielsweise Ist-Werte $P_{1,ist}$, $P_{2,ist}$, ..., $P_{m,ist}$ der Prozessgrößen P_1, P_2, ..., P_m und/oder Ist-Werte $G_{1,ist}$, $G_{2,ist}$, ..., $G_{n,ist}$ der abgeleiteten Größen G_1, G_2, ..., G_n beinhalten.

Fig. 2 zeigt einen Algorithmus A_s (hier beispielhaft als Entscheidungsbaum dargestellt, dies ist nicht einschränkend zu verstehen, gilt für alle Ausführungsbeispiele) in Bezug auf die Massezylindertemperatur einer Plastifiziereinheit einer als Kunststoff-Spritzgießmaschine ausgebildeten Formgebungsmaschine, wobei in der Plastifiziereinheit ein Kunststoffgranulat aufgeschmolzen wird.

Das Ausführungsbeispiel umfasst zwei Prozessgrößen P_1, P_2, welche die Temperatur T‘ und die Heizleistung P‘ einer Heizvorrichtung der Plastifiziereinheit darstellen. Weiters stellt $T'_{soll,k}$ einen Soll-Wert $P_{1,soll}$ der zugehörigen Prozessgröße P_1 dar. $T'_{ist,k}$ und $P'_{ist,k}$ stellen zwei Ist-Werte der zugehörigen Prozessgrößen P_1 respektive P_2 dar.

Ein Toleranzbereich der Prozessgröße ΔP_1 ist durch den Grenzwert für eine zulässige Temperaturabweichung $\Delta T'$ gegeben. Zwei zusätzliche Parameter K_{11}, K_{12} umfassen einen relativen Index τ_1 des ersten Formgebungszyklus für ein Beobachtungsfenster und einen Grenzwert τ_2 für einen Zähler.

Der Prozessgrößensatz P (aus Übersichtlichkeitsgründen nicht dargestellt) wird durch die zwei Prozessgrößen P_1, P_2 gebildet.

Im vorliegenden Fall sind neun verschiedene Prozesszustände Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5, Z_6, Z_7, Z_8, Z_9 möglich.

Im Allgemeinen muss nicht jeder Prozessgröße P_1, P_2, …, P_m und/oder abgeleiteten Größe G_1, G_2, …, G_n ein Prozesszustand Z_1, Z_2, …, Z_q zugewiesen sein.

Der tatsächlich vorliegende Prozesszustand Z_l wird durch Ausführung des Algorithmus A_s bestimmt und zusammen mit einer zugehörigen Hypothese H_r (aus Übersichtlichkeitsgründen nicht dargestellt) in einer elektronischen Nachricht T (aus Übersichtlichkeitsgründen nicht dargestellt) aufbereitet.

Die nachstehenden Ausführungen zur elektronischen Nachricht T gelten für alle Ausführungsbeispiele.

Die elektronische Nachricht T kann aufgrund der Hypothesen H_r zusätzlich Hinweise wie potentielle Erklärungen für einen Prozesszustand Z_1, Z_2, …, Z_q und Handlungsanweisungen für den Bediener umfassen. Dies gewährleistet eine Beurteilung der Güte der Prozesseinstellung, des Prozesszustandes Z_1, Z_2, …, Z_q, von Materialzuständen (zum Beispiel Änderung des zugeführten Materials), von Einflüssen ungemessener Störgrößen (zum Beispiel Umgebungsluft, Zugluft, etc.) sowie von Zuständen von Elementen der Produktionsanlage wie zum Beispiel eines Schließproblems der Rückstromsperre.

Zum tatsächlich vorliegenden Prozesszustand Z_l können auch Graphiken wie zum Beispiel der zeitliche Verlauf (schussabhängig und/oder zeitabhängig) ausgewählter Prozessgrößen P_1, P_2, …, P_m und/oder eines beliebigen Parameters visualisiert werden.

Weiters kann die elektronische Nachricht T in Verbindung mit Bildern (zum Beispiel von Anlagekomponenten, an denen ein Problem vorliegt) oder akustischen Meldungen in Form von Sprachtext, Warntönen und/oder Musik angezeigt werden. Auch optische Meldungen in Form von Warnlampen und/oder Lichtprojektionen sind möglich.

Die elektronische Nachricht T kann auch in Form einer teil- und/oder vollautomatischen Benachrichtigung an definierte Personen, Abteilungen und/oder

Institutionen dargestellt werden. Eingriffe in die Produktion wie Ausschussselektion und/oder Produktionsunterbrechung können ebenfalls in Verbindung mit der elektronischen Nachricht T angezeigt werden.

Die elektronische Nachricht T kann zudem auf der Basis von künstlicher Intelligenz gebildet sein und/oder durch Expertensysteme aus Big Data lernen. Eine geführte Handlungsempfehlung für den Bediener ist ebenfalls erfindungsgemäß möglich, wobei zusätzlich ein Expertensystem aus der Zielführung der Fehlerbehebungsaktion lernt.

Eine abgeleitete Größe G_1 wird durch eine Bool'sche Variable $b_{dr,\tau1,T,k}$ angegeben, deren Wert angibt, ob im aktuellen Formgebungszyklus eine Drift der Prozessgröße P_1 der Temperatur T' vorliegt, wobei für die Beurteilung des Vorliegens einer Drift, ein Beobachtungsfenster der Größe $\tau1$ der Formgebungszyklen für den gemessenen Temperatur-Ist-Wert $T'_{ist,k}$ herangezogen wird.

Die Hilfsvariable k bezieht sich auf den Zykluszähler-Wert k für den aktuellen Formgebungszyklus.

Ein Counter zählt die Formgebungszyklen-Anzahl k durch die Hilfsvariable k und die Überschreitung des Grenzwertes τ_2 für den Zähler entspricht einem Ereignis E_1. Die Art der Ereignisse E_1, E_2, …, E_o ist im Allgemeinen beliebig. Es kann sich bei einem Ereignis E_1, E_2, …, E_o auch um einen Start der Anlage, einer Änderung von Soll-Werten $P_{1,soll}$, $P_{2,soll}$, …, $P_{m,soll}$ durch einen Benutzer, Über- oder Unterschreiten eines Soll-Werts $P_{1,soll}$, $P_{2,soll}$, …, $P_{m,soll}$ der Prozessgröße P_1, P_2, …, P_m, etc. handeln.

Prozesszustände und zugehörige mögliche Meldungen:

Prozesszustand Z_1	Die aktuelle Temperatur liegt im Toleranzbereich. Mögliche Meldungen: Keine „Die Temperatur in Zone <5> ist seit <1.4.2019> stabil“
Prozesszustand Z_2	Die aktuelle Temperatur überschreitet den Sollwert um mehr als den Grenzwert für die zulässige Temperaturabweichung. Mögliche Meldungen: „Die eingestellte Temperatur ist noch nicht erreicht“

	„Heizungszone <5>: Temperatur nicht erreicht
Prozesszustand Z_3	Die aktuelle Temperatur unterschreitet den Sollwert um mehr als den Grenzwert für die zulässige Temperaturabweichung. Mögliche Meldung: „Die eingestellte Temperatur ist noch nicht erreicht“ „Heizungszone <5>: Temperatur nicht erreicht
Prozesszustand Z_4	Die Temperatur liegt seit mindestens τ_2 Zyklen nahezu konstant um mindestens den Wert ΔT über dem Sollwert. Dennoch ist die Heizung noch aktiv ($P_{ist,k} > 0$) Mögliche Meldungen: „Heizungsregler-Einstellung prüfen“ „Servicetechniker anrufen“
Prozesszustand Z_5	Die Temperatur liegt seit mindestens τ_2 Zyklen nahezu konstant um mindestens den Wert ΔT über dem Sollwert. Mögliche Meldungen: „Die eingestellte Temperatur von <240 °C> wird um <5°C> überschritten. Mögliche Ursache: Beim Plastifizieren wird eine hohe Scherenergie eingebracht oder Beeinflussung durch benachbarte Heizungszone“
Prozesszustand Z_6	Die Temperatur liegt seit mindestens τ_2 Zyklen nahezu konstant um mindestens den Wert ΔT unter dem Sollwert. Die Heizung heizt nicht mit voller Leistung. Mögliche Meldungen: „Die eingestellte Temperatur von <240 °C> wird um <5°C> unterschritten. Die Anlage verwendet nicht die maximal mögliche Heizleistung um den Temperatur-Sollwert zu erreichen. Bitte Reglerparameter prüfen oder Kundendienst verständigen“
Prozesszustand Z_7	Die Temperatur liegt seit mindestens τ_2 Zyklen nahezu konstant um mindestens den Wert ΔT unter dem Sollwert. Die Heizung heizt mit voller Leistung. Mögliche Meldungen: „Die eingestellte Soll-Temperatur kann nicht erreicht werden, die Heizleistung ist zu gering“
Prozesszustand Z_8	Die Temperatur liegt seit weniger als τ_2 Zyklen nahezu konstant um mindestens den Wert ΔT über dem Sollwert. Mögliche Meldungen: Keine „Temperatur in Zone <5> zu hoch“
Prozesszustand Z_9	Die Temperatur liegt seit weniger als τ_2 Zyklen nahezu konstant um mindestens den Wert ΔT unter dem Sollwert. Mögliche Meldungen: Keine „Temperatur in Zone <5> zu gering“

Fig. 3 zeigt einen Algorithmus A_s in Bezug auf die Massepolsterüberwachung einer Plastifiziereinheit einer als Kunststoff-Spritzgießmaschine ausgebildeten Formgebungsmaschine, wobei in der Plastifiziereinheit ein Kunststoffgranulat aufgeschmolzen wird. Die Prozessgröße P_1 stellt den Restmassepolster C des aufgeschmolzenen Kunststoffgranulats dar. $C_{ist,k}$ stellt den Ist-Wert $P_{1,ist}$ der zugehörigen Prozessgröße P_1 dar. Zwei abgeleitete Größen G_1, G_2 stellen die

Streuung des Restmassepolsters $\sigma_{c,\tau1,k}$ und den Mittelwert des Restmassepolsters $\mu_{c,\tau1,k}$ dar, welche vorzugsweise aus den vorangegangenen Formgebungszyklen ermittelt werden.

Drei zusätzliche Parameter K_{11}, K_{12}, K_{13} stellen ein Radius der Schnecke r_{screw}, einen minimal zulässigen Restmassepolster C_{min} und einen relativen Index τ_1 des ersten Formgebungszyklus für das Beobachtungsfenster dar.

Der Prozessgrößensatz P (aus Übersichtlichkeitsgründen nicht dargestellt) wird durch die zwei Prozessgrößen P_1 und die zwei abgeleiteten Größen G_1, G_2 gebildet.

Mit den abgeleiteten Größen G_1, G_2, …, G_m können im Allgemeinen auch Soll-Werte $G_{1,soll}$, $G_{2,soll}$, …, $G_{n,soll}$ (in den Fig. nicht dargestellt) und/oder Ist-Werte $G_{1,ist}$, $G_{2,ist}$, …, $G_{n,ist}$ (in den Fig. nicht dargestellt) von abgeleiteten Größen G_1, G_2, …, G_n verbunden sein.

Die Berechnung mit den Prozessparametern durch die Ausführung des Algorithmus A_s unterscheidet zwischen hier drei möglichen Prozesszustände Z_1, Z_2, Z_3.

Prozesszustände und zugehörige mögliche Meldungen:

Prozesszustand Z_1	Der aktuelle Restmassepolster unterschreitet einen kritischen Wert. Mögliche Meldungen: „Restmassepolster zu gering“
Prozesszustand Z_2	Der aktuelle Restmassepolster ist nahe am kritischen Wert und wird diesen möglicherweise in einem der nachfolgenden Zyklen unterschreiten. Mögliche Meldungen: „Restmassepolster zu gering“
Prozesszustand Z_3	Der Restmassepolster ist in einem akzeptablen Bereich. Mögliche Meldungen: Keine

Fig. 4 zeigt einen Algorithmus A_s in Bezug auf die Auswerferkraft einer Auswerfvorrichtung einer Formgebungsmaschine. Die Prozessgröße P_1 stellt die Auswerferkraft F dar. Drei abgeleitete Größen G_1, G_2, G_3 stellen eine relative Änderung der Auswerferkraft gegenüber einem Wert des letzten Formgebungszyklus $(F_{A,ist,k}-F_{A,k-1})/F_{A,ist,k-1}$, eine relative Änderung der Auswerferkraft

gegenüber einem fixen Referenzwert $(F_{A,ist,k}-F_{A,ref})/F_{A,ist,ref}$ und eine relative Änderung der Auswerferkraft gegenüber dem gleitenden Referenzwert $(F_{A,ist,k}-F_{A,ist,k-\tau 4})/F_{A,ist,\,k-\tau 4}$ dar.

Der Ist-Wert $P_{1,ist}$ der zugehörigen Prozessgrößen P_1 ist durch die gemessene maximale Auswerferkraft $F_{A,ist}$ im jeweiligen Formgebungszyklus k gegeben, wobei die Zyklusanzahl k eine Hilfsvariable darstellt.

Den Toleranzbereich der abgeleiteten Größe ΔG_1 stellt die zulässige relative Änderung der Auswerferkraft $\Delta F_{A,rel}$ dar. Drei zusätzliche Parameter K_1, K_2, K_3 stellen ein relativer Index τ_4 des Vergleichszyklus, einen fixen Referenzwert für eine maximale Auswerferkraft $F_{A,ref}$ und einen gleitenden Referenzwert für die maximale Auswerferkraft $F_{A,ist,k-\tau 4}$ dar.

Der Prozessgrößensatz P (aus Übersichtlichkeitsgründen nicht dargestellt) wird durch die Prozessgröße P_1 und die drei abgeleiteten Größen G_1, G_2, G_3 gebildet.

Die Berechnung mit den Prozessparametern durch die Ausführung des Algorithmus A_s unterscheidet zwischen hier fünf möglichen Prozesszuständen Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5. Für jeden dieser fünf möglichen Prozesszustände dieses Prozessgrößensatzes P ist eine nicht dargestellte Hypothese H_1, H_2, H_3, H_4, H_5 zur Diagnose vorhanden.

Prozesszustände und zugehörige mögliche Meldungen:

Prozesszustand Z_1	Erheblicher Anstieg der Auswerferkraft gegenüber dem vorangegangenen Zyklus Mögliche Meldungen: Der Maximalwert der Auswerferkraft ist im Vergleich zum letzten Schuss um <30>% angestiegen.
Prozesszustand Z_2	Erheblicher Anstieg der Auswerferkraft gegenüber dem Referenz-Zyklus Mögliche Meldungen: Der Maximalwert der Auswerferkraft ist im Vergleich zum Referenzschuss <10534> um <30> % angestiegen.
Prozesszustand Z_3	Auswerferkraft im zulässigen Bereich Mögliche Meldungen: Keine
Prozesszustand Z_4	Erheblicher Anstieg der Auswerferkraft innerhalb der letzten <2500> Zyklen Mögliche Meldungen:

	Der Maximalwert der Auswerferkraft ist innerhalb der letzten <2500> Zyklen um <30> % angestiegen.
Prozesszustand Z_5	Auswerferkraft im zulässigen Bereich Mögliche Meldungen: Keine

Fig. 5 zeigt schematisch ein Ausführungsbeispiel für eine Bedienerschnittstelle einer Ausgabevorrichtung 6 zur Ausgabe von elektronischen Nachrichten T.

Die Bereiche S_1 bis S_4 enthalten zum aktuellen Formgebungszyklus elektronische Nachrichten T (aus Übersichtlichkeitsgründen nicht dargestellt) in Kurzform zu in Bezug auf vier verschiedenen Algorithmen A_1, A_2, A_3, A_4 jeweils tatsächlich vorliegenden Prozesszuständen Z_1, Z_2, …, Z_q. Jedem der vier verschiedenen Algorithmen A_1, A_2, A_3, A_4 , sind unterschiedliche Prozesszustände Z_1, Z_2, …, Z_q zugeordnet (sodass man eigentlich von einem Prozesszustand Z_{sl} in Bezug auf einen Algorithmus A_s sprechen müsste, wobei in der vorliegenden Offenbarung aber der Einfachheit halber nur von Z_l gesprochen wird).

Je nach Algorithmus A_s können verschieden viele Prozesszustände Z_q vorliegen, sodass „q“ für unterschiedliche Algorithmen A_1, A_2, …, A_t unterschiedliche Werte aufweisen kann.

Rechts unten ist eine Schaltfläche B gezeigt, welche dem Benutzer ein Öffnen von Fenstern zur Eingabe und/oder zur weiteren Informationsgenerierung ermöglicht.

Die Bereiche S_1 bis S_4 dienen gleichzeitig als Schaltflächen zum Öffnen von Detailinformationen über den jeweiligen Prozesszustand Z_l. In der Abbildung sind beispielhaft die Detailinformationen zu den Prozesszuständen Z_1 und Z_2 sichtbar. Die Detailinformationen enthalten neben den elektronischen Nachrichten T in Kurzform S_1, S_2 eine detailliertere Beschreibung L_1, L_2 sowie einen Statusbalken, der den zeitlichen Verlauf des Nichteintretens oder Eintretens des zugeordneten Zustandes in Form von unterschiedlichen Farben darstellt.

Der Statusbalken weist einen Startpunkt, gegeben durch einen Startzeitpunkt oder eine erste Zyklusnummer, auf und stellt den zeitlichen Verlauf des zugeordneten

Zustandes bis zu einen Endpunkt, gegeben durch einen aktuellen Zeitpunkt oder eine aktuelle Zyklusnummer, dar. Im Statusbalken wird auch beispielhaft das Auftreten eines Ereignisses E_1 markiert.

Ein Ereignis E_1, E_2, …, E_o kann z. B. eine Sollwertänderung durch den Benutzer, das Einlesen eines neuen Sollwert-Datensatzes durch den Benutzer, eine Betriebsunterbrechung oder ähnliches sein.

Die unterhalb der elektronische Nachricht T in Kurzform S_2 dargestellten Bereiche P1, P2 enthalten zusätzlich Auswahlfelder für die beiden Prozessgrößen P_1 und P_2, mit denen der Benutzer auswählen kann, für welche der beiden Prozessgrößen P_1 und P_2 ein Diagramm dargestellt werden soll.

Im Diagramm wird der zeitliche Verlauf einer der Ist-Werte ($P_{1,ist}$, $P_{2,ist}$) und des zugeordneten Sollwertes ($P_{1,soll}$, $P_{2,soll}$) dargestellt. Jeder Datenpunkt der Kurve ist einem Formgebungszyklus der Formgebungsmaschine zugeordnet.

In diesem Beispiel werden elektronische Nachrichten T zu jenen vier Prozesszuständen Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 angezeigt, die im Beobachtungszeitraum (innerhalb des Startzeitpunktes und des aktuellen Zeitpunktes) oder im Beobachtungszyklusbereich (innerhalb der ersten Zyklusnummer und der aktuellen Zyklusnummer) mindestens einmal aufgetreten sind.

Der Beobachtungsbereich und/oder der Beobachtungszeitraum sind vom Benutzer wählbar. So ist es auch möglich, historische Daten hinsichtlich der aufgetretenen Prozesszustände Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 zu analysieren. Ebenfalls vom Benutzer einstellbar ist die Möglichkeit der automatischen Aktualisierung der Anzeige nach Abschluss eines neuen Formgebungszyklus.

Bezugszeichenliste:

1	Produktionsanlage
2	Recheneinheit
3	Sensor
4a, 4b	Speichereinheiten
5	Computerprogramm
6	Ausgabevorrichtung
8	feststehendes Nachrichtenelement
9	variables Nachrichtenelement
P	Prozessgrößensatz
$P_1, P_2, \ldots, P_m$	Prozessgrößen
$G_1, G_2, \ldots, G_n$	abgeleitete Größen
$E_1, E_2, \ldots, E_o$	Ereignis
$H_1, H_2, \ldots, H_r$	Hypothese
T	elektronische Nachricht
$K_1, K_2, \ldots, K_v$	zusätzlicher Parameter
$P_{1,ist}, P_{2,ist}, \ldots, P_{m,ist}$	Ist-Werte von Prozessgrößen
$P_{1,soll}, P_{2,soll}, \ldots, P_{m,soll}$	Soll-Werte von Prozessgrößen
$G_{1,ist}, G_{2,ist}, \ldots, G_{n,ist}$	Ist-Werte von abgeleiteten Größen
$G_{1,soll}, G_{2,soll}, \ldots, G_{n,soll}$	Soll-Werte von abgeleiteten Größen
$\Delta P_1, \Delta P_2, \ldots, \Delta P_m$	Toleranzbereiche von Prozessgrößen
$\Delta G_1, \Delta G_2, \ldots, \Delta G_n$	Toleranzbereiche von abgeleiteten Größen
$P_{1,ref}, P_{2,ref}, \ldots, P_{m,ref}$	Referenz-Werte von Prozessgrößen
$G_{1,ref}, G_{2,ref}, \ldots, G_{n,ref}$	Referenz -Werte von abgeleiteten Größen
$Z_1, Z_2, \ldots, Z_q$	Prozesszustände
$A_1, A_2, \ldots, A_t$	Algorithmen

Innsbruck, am 19. Juni 2019

Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur Überwachung einer in Formgebungszyklen arbeitenden Formgebungsmaschine und ggf. wenigstens ein Peripheriegerät enthaltenden Produktionsanlage (1) mit:
   - einer Recheneinheit (2)
   - wenigstens einem Sensor (3), mittels welchem zeitkontinuierlich oder zeitdiskret zumindest ein Ist-Wert ($P_{1,ist}$, $P_{2,ist}$, …, $P_{m,ist}$) zumindest einer Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m) der Produktionsanlage (1) ermittelbar ist, wobei der wenigstens eine Sensor (3) mit der Recheneinheit (2) in einer Datenverbindung steht oder in eine solche bringbar ist
   - einer Speichereinheit (4a), welche mit der Recheneinheit (2) in einer Datenverbindung steht oder in eine solche bringbar ist, wobei in der Speichereinheit (4a) ein Computerprogramm (5) enthaltend Befehle abgelegt ist
   - einer Ausgabevorrichtung (6), mit der die Recheneinheit (2) in einer Datenverbindung steht oder in eine solche bringbar ist

   dadurch gekennzeichnet, dass
   - in einer Speichereinheit (4b), welche mit der Recheneinheit (2) in einer Datenverbindung steht oder in eine solche bringbar ist
     - in Bezug auf wenigstens einen Prozessgrößensatz (P), umfassend wenigstens zwei verschiedene Prozessgrößen (P_1, P_2, …, P_m) der Produktionsanlage (1) oder wenigstens eine Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m) mit wenigstens einer abgeleiteten Größe (G_1, G_2, …, G_n), jeweils wenigstens drei mögliche Prozesszustände (Z_1, Z_2, …, Z_q) der Produktionsanlage (1) abgelegt sind und in Bezug auf jeden Prozessgrößensatz (P) zumindest ein Algorithmus (A_1, A_2, …, A_t) abgelegt ist, durch welchen unter Verwendung von Ist-Werten ($P_{1,ist}$, $P_{2,ist}$, …, $P_{m,ist}$) wenigstens zweier Prozessgrößen (P_1, P_2, …, P_m) oder eines Ist-Werts ($P_{1,ist}$, $P_{2,ist}$, …, $P_{m,ist}$) wenigstens einer Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m) und eines Ist-Werts ($G_{1,ist}$, $G_{2,ist}$, …, $G_{n,ist}$) wenigstens einer abgeleiteten Größe (G_1, G_2, …, G_n) und wenigstens eines zusätzlichen Parameters (K_1, K_2, …, K_v), welcher vom Ist-Wert ($P_{1,ist}$, $P_{2,ist}$, …, $P_{m,ist}$)

der jeweiligen Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m) und vom Ist-Wert ($G_{1,ist}$, $G_{2,ist}$, …, $G_{n,ist}$) der jeweiligen abgeleiteten Größe (G_1, G_2, …, G_n) verschieden ist, berechenbar ist, welcher der in Bezug auf den jeweiligen Prozessgrößensatz (P) verschiedenen möglichen Prozesszustände (Z_1, Z_2, …, Z_q) tatsächlich vorliegt

- die in Bezug auf den jeweiligen Prozessgrößensatz (P) verschiedenen möglichen Prozesszustände (Z_1, Z_2, …, Z_q) dahingehend klassifiziert sind, ob Maßnahmen, welche eine Veränderung zumindest einer Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m) und/oder zumindest einer abgeleiteten Größe (G_1, G_2, …, G_n) bewirken, notwendig oder empfohlen sind, wobei in Bezug auf jeden Prozessgrößensatz (P) zumindest ein Prozesszustand (Z_1, Z_2, …, Z_q) so klassifiziert ist, dass keine Maßnahmen notwendig oder empfohlen sind und zumindest ein Prozesszustand (Z_1, Z_2, …, Z_q) so klassifiziert ist, dass Maßnahmen notwendig oder empfohlen sind

- die Befehle bei der Ausführung des Computerprogramms (5) durch die Recheneinheit (2) diese dazu veranlassen

- in Bezug auf den jeweiligen Prozessgrößensatzes (P) den zugehörigen zumindest einen Algorithmus (A_1, A_2, …, A_t) auszuführen und so unter Verwendung von Ist-Werten ($P_{1,ist}$, $P_{2,ist}$, …, $P_{m,ist}$) der wenigstens zwei Prozessgrößen (P_1, P_2, …, P_m) oder des Ist-Werts ($P_{1,ist}$, $P_{2,ist}$, …, $P_{m,ist}$) der wenigstens einen Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m) und des Ist-Werts ($G_{1,ist}$, $G_{2,ist}$, …, $G_{n,ist}$) der wenigstens einen abgeleiteten Größe (G_1, G_2, …, G_n) und des wenigstens einen zusätzlichen Parameters (K_1, K_2, …, K_v) zu berechnen, welcher der in Bezug auf den jeweiligen Prozessgrößensatz (P) verschiedenen möglichen Prozesszustände (Z_1, Z_2, …, Z_q) der Produktionsanlage (1) tatsächlich vorliegt und
- zu überprüfen, ob der tatsächlich vorliegende Prozesszustand (Z_1, Z_2, …, Z_q) als ein solcher Prozesszustand (Z_1, Z_2, …, Z_q) klassifiziert ist, für welchen eine Maßnahme, welche eine Veränderung des jeweiligen Prozessgrößensatzes (P) bewirkt, notwendig oder empfohlen ist
- für den Fall, dass in Bezug auf den tatsächlich vorliegenden Prozesszustand (Z_1, Z_2, …, Z_q) aufgrund seiner Klassifikation eine

Maßnahme notwendig oder empfohlen ist, in Abhängigkeit des berechneten Prozesszustandes (Z_1, Z_2, …, Z_q) eine elektronische Nachricht (T) zu erstellen und mittels der Ausgabevorrichtung (6) auszugeben.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die elektronische Nachricht (T) eine Information beinhaltet:
   - welche Maßnahme notwendig oder empfohlen ist und/oder
   - welcher der in Bezug auf den Prozessgrößensatz (P) verschiedenen möglichen Prozesszustände (Z_1, Z_2, …, Z_q) tatsächlich vorliegt

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei wenigstens ein zusätzlicher Parameter (K_1, K_2, …, K_v) und/oder wenigstens eine Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m) und/oder wenigstens eine abgeleitete Größe (G_1, G_2, …, G_n) aus zumindest einem vorangegangenen Formgebungszyklus für die Ausführung des zumindest einen Algorithmus (A_1, A_2, …, A_t) heranziehbar ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der wenigstens eine Prozesszustand (Z_1, Z_2, …, Z_q) und/oder eine Änderung des wenigstens einen Prozesszustandes (Z_1, Z_2, …, Z_q) in Form der elektronischen Nachricht (T) angezeigt wird.

5. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei zur Berechnung des tatsächlich vorliegenden Prozesszustandes (Z_1, Z_2, …, Z_q) und/oder der Klassifikation des tatsächlich vorliegenden Prozesszustandes (Z_1, Z_2, …, Z_q) wenigstens zwei Algorithmen parallel heranziehbar sind.

6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei für den Fall, dass in Bezug auf den tatsächlich vorliegenden Prozesszustand (Z_1, Z_2, …, Z_q) aufgrund seiner Klassifikation keine Maßnahme notwendig oder empfohlen ist, die Befehle bei der Ausführung des Computerprogramms (5) durch die Recheneinheit (2) diese dazu veranlassen, entweder keine Nachricht auszugeben oder eine elektronische Nachricht (T) zu erstellen und mittels der

Ausgabevorrichtung (6) auszugeben, wobei die elektronische Nachricht (T) eine Information beinhaltet, welcher der in Bezug auf den jeweiligen Prozessgrößensatz (P) verschiedenen möglichen Prozesszustände (Z_1, Z_2, …, Z_q) tatsächlich vorliegt und/oder eine Information, dass keine Maßnahme notwendig oder empfohlen ist.

7. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei sich wenigstens ein zusätzlicher Parameter (K_1, K_2, …, K_v) auf einen Ist-Wert ($P_{1,ist}$, $P_{2,ist}$, …, $P_{m,ist}$) der zugehörigen Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m) und/oder auf einen Ist-Wert ($G_{1,ist}$, $G_{2,ist}$, …, $G_{n,ist}$) der zugehörigen abgeleiteten Größe (G_1, G_2, …, G_n) aus zumindest einem vorangegangenen Formgebungszyklus der Formgebungsmaschine bezieht, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass aus einer Vielzahl von Ist-Werten ($P_{1,ist}$, $P_{2,ist}$, …, $P_{m,ist}$) der zugehörigen Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m) und/oder aus einer Vielzahl von Ist-Werten ($G_{1,ist}$, $G_{2,ist}$, …, $G_{n,ist}$) der zugehörigen abgeleiteten Größe (G_1, G_2, …, G_n) aus einer Vielzahl von vorangegangenen Formgebungszyklen ein historischer Verlauf des Ist-Werts ($P_{1,ist}$, $P_{2,ist}$, …, $P_{m,ist}$) der zugehörigen Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m) und/oder des Ist-Werts ($G_{1,ist}$, $G_{2,ist}$, …, $G_{n,ist}$) der zugehörigen abgeleiteten Größe (G_1, G_2, …, G_n) berechnet wird.

8. Vorrichtung nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei wenigstens ein zusätzlicher Parameter (K_1, K_2…, K_v) aus nachstehender Liste ausgewählt ist:
   - ein Soll-Wert ($P_{1,soll}$, $P_{2,soll}$, …, $P_{m,soll}$) zumindest einer Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m), ggf. jener Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m), in Bezug auf welche der tatsächlich vorliegende Prozesszustand (Z_1, Z_2, …, Z_q) zu berechnen ist
   - ein Soll-Wert ($G_{1,soll}$, $G_{2,soll}$, …, $G_{n,soll}$) zumindest einer abgeleiteten Größe (G_1, G_2, …, G_n), ggf. jener abgeleiteten Größe (G_1, G_2, …, G_n), in Bezug auf welche der tatsächlich vorliegende Prozesszustand (Z_1, Z_2, …, Z_q) zu berechnen ist
   - ein Ist-Wert ($P_{1,ist}$, $P_{2,ist}$, …, $P_{m,ist}$) zumindest einer Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m) aus zumindest einem vorangegangenen Zyklus

- ein Ist-Wert ($G_{1,ist}$, $G_{2,ist}$, …, $G_{n,ist}$) einer abgeleiteten Größe (G_1, G_2, …, G_n) aus zumindest einem vorangegangenen Zyklus
- ein Referenz-Wert ($P_{1,ref}$, $P_{2,ref}$, …, $P_{m,ref}$) zumindest einer Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m), ggf. jener Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m), in Bezug auf welche der tatsächlich vorliegende Prozesszustand (Z_1, Z_2, …, Z_q) zu berechnen ist
- ein Referenz -Wert ($G_{1,ref}$, $G_{2,ref}$, …, $G_{n,ref}$) zumindest einer abgeleiteten Größe (G_1, G_2, …, G_n), ggf. jener abgeleiteten Größe (G_1, G_2, …, G_n), in Bezug auf welche der tatsächlich vorliegende Prozesszustand (Z_1, Z_2, …, Z_q) zu berechnen ist
- ein Toleranzbereich (ΔP_1, ΔP_2, …, ΔP_m) zumindest einer Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m), ggf. jener Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m), in Bezug auf welche der tatsächlich vorliegende Prozesszustand (Z_1, Z_2, …, Z_q) zu berechnen ist
- ein Toleranzbereich (ΔG_1, ΔG_2, …, ΔG_n) zumindest einer abgeleiteten Größe (G_1, G_2, …, G_n), ggf. jener abgeleiteten Größe (G_1, G_2, …, G_n), in Bezug auf welche der tatsächlich vorliegende Prozesszustand (Z_1, Z_2, …, Z_q) zu berechnen ist
- eine Hilfsvariable, vorzugsweise eine Zählvariable
- ein Geometrieparameter der Formgebungsmaschine und/oder ggf. des wenigstens einen Peripheriegeräts
- komponentenspezifische Parameter der Formgebungsmaschine und/oder ggf. des wenigstens einen Peripheriegeräts
- Leistungsdaten der Formgebungsmaschine und/oder ggf. des wenigstens einen Peripheriegeräts
- Parameter eines Rohmaterials

9. Vorrichtung nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die wenigstens eine abgeleitete Größe (G_1, G_2, …, G_n) aus den Ist-Werten ($P_{1,ist}$, $P_{2,ist}$, …, $P_{m,ist}$) wenigstens einer Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m) eines aktuellen Formgebungszyklus und/oder vergangener Formgebungszyklen und ggf. des wenigstens einen zusätzlichen Parameters (K_1, K_2, …, K_v) berechnet wird und/oder in Bezug auf einen sich auf eine Drift beziehenden Wert.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, wobei die wenigstens eine abgeleitete Größe (G_1, G_2, …, G_n) aus nachstehender Liste ausgewählt ist:
- ein sich auf eine Drift einer Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m) beziehender Wert
- eine statistische Kennzahl der Ist-Werte einer Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m) eines aktuellen Formgebungszyklus und/oder vergangener Formgebungszyklen.

11. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der zumindest eine Algorithmus (A_1, A_2, …, A_t) wenigstens eine Hypothese (H_1, H_2, …, H_r) umfasst, wobei die wenigstens eine Hypothese (H_1, H_2, …, H_r) in Bezug auf den tatsächlich vorliegenden wenigstens einen Prozesszustand (Z_1, Z_2, …, Z_q) und/oder der Änderung des wenigstens einen Prozesszustandes (Z_1, Z_2, …, Z_q) eine mögliche Diagnose in Bezug auf eine Ursache für das Vorliegen des wenigstens einen Prozesszustandes (Z_1, Z_2, …, Z_q) und/oder der Änderung des wenigstens einen Prozesszustandes (Z_1, Z_2, …, Z_q) darstellt.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei die mögliche Diagnose durch die wenigstens eine Hypothese (H_1, H_2, …, H_r) aufgrund des vorliegenden zumindest einen Algorithmus (A_1, A_2, …, A_t) und
- wenigstens eines Ereignisses (E_1, E_2, …, E_o)
erstellbar ist und/oder in Abhängigkeit wenigstens eines vorangegangenen Formgebungszyklus abänderbar ist..

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 oder 12, wobei wenigstens eine elektronische Nachricht (T) anzeigbar ist, die die wenigstens eine Diagnose in Form einer elektronischen Nachricht (T) darstellt und/oder die das Zutreffen und/oder Nichtzutreffen der wenigstens einen Hypothese (H_1, H_2, …, H_r) und/oder des wenigstens einen Prozesszustandes (Z_1, Z_2, …, Z_q) anzeigt.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei für die Diagnose des tatsächlich vorliegenden wenigstens einen Prozesszustandes (Z_1, Z_2, …, Z_q) und/oder einer Änderung des wenigstens einen Prozesszustandes (Z_1, Z_2, …,

Z_q) wenigstens zwei Hypothesen (H_1, H_2, …, H_r) parallel heranziehbar und/oder anzeigbar sind.

15. Vorrichtung nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die elektronische Nachricht (T) von der Recheneinheit (2) in Bezug auf zumindest einen der möglichen Prozesszustände (Z_1, Z_2, …, Z_q) mit zumindest einem feststehenden Nachrichtenelement (8) und zumindest einem variablen Nachrichtenelement (9) erstellt wird, wobei bevorzugt vorgesehen ist, dass das zumindest eine variable Nachrichtenelement (9) wenigstens einen numerischen Wert wenigstens einer Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m) und/oder wenigstens einer abgeleiteten Größe (G_1, G_2, …, G_n) und/oder wenigstens eines zusätzlichen Parameters (K_1, K_2, …, K_v) oder eine grafische Darstellung eines zeitlichen Verlaufs wenigstens eines numerischen Werts wenigstens einer Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m) und/oder wenigstens einer abgeleiteten Größe (G_1, G_2, …, G_n) und/oder wenigstens eines zusätzlichen Parameters (K_1, K_2, …, K_v) enthält.

16. Vorrichtung nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die elektronische Nachricht (T) wenigstens einen numerischen Wert wenigstens einer Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m) und/oder wenigstens einer abgeleiteten Größe (G_1, G_2, …, G_n) und/oder wenigstens eines zusätzlichen Parameters (K_1, K_2, …, K_v) enthält.

17. Vorrichtung nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die elektronische Nachricht (T) eine grafische Darstellung eines zeitlichen Verlaufs wenigstens eines numerischen Werts wenigstens einer Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m) und/oder wenigstens einer abgeleiteten Größe (G_1, G_2, …, G_n) und/oder wenigstens eines zusätzlichen Parameters (K_1, K_2, …, K_v) enthält.

18. Vorrichtung nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die elektronische Nachricht zumindest ein Nachrichtenelement in Form
    - einer Klartextmeldung und/oder
    - einer Grafik oder eines Bildes und/oder
    - einer akustischen Meldung und/oder
    - nicht-textualen, visuellen Meldung

beinhaltet.

19. Produktionsanlage (1) mit einer in Formgebungszyklen arbeitenden Formgebungsmaschine und ggf. wenigstens einem Peripheriegerät und einer Vorrichtung nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche.

20. Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, die bei der Ausführung durch eine Recheneinheit (2) diese veranlassen, für eine in Formgebungszyklen arbeitenden Formgebungsmaschine und ggf. wenigstens ein Peripheriegerät enthaltenden Produktionsanlage (1)
    - aus einer Speichereinheit (4b), welche mit der Recheneinheit (2) in einer Datenverbindung steht oder in eine solche bringbar ist, in Bezug auf wenigstens einen Prozessgrößensatz (P) der Produktionsanlage (1) jeweils wenigstens drei mögliche Prozesszustände (Z_1, Z_2, …, Z_q) der Produktionsanlage (1) abzurufen und in Bezug auf jeden Prozessgrößensatz (P) zumindest einen Algorithmus (A_1, A_2, …, A_t) abzurufen, durch welchen unter Verwendung von Ist-Werten ($P_{1,ist}$, $P_{2,ist}$, …, $P_{m,ist}$) wenigstens zweier Prozessgrößen (P_1, P_2, …, P_m) oder eines Ist-Werts ($P_{1,ist}$, $P_{2,ist}$, …, $P_{m,ist}$) wenigstens einer Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m) und eines Ist-Werts ($G_{1,ist}$, $G_{2,ist}$, …, $G_{n,ist}$) der jeweiligen abgeleiteten Größe (G_1, G_2, …, G_n) und wenigstens eines zusätzlichen Parameters (K_1, K_2, …, K_v), welcher vom Ist-Wert ($P_{1,ist}$, $P_{2,ist}$, …, $P_{m,ist}$) der jeweiligen Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m) und vom Ist-Wert ($G_{1,ist}$, $G_{2,ist}$, …, $G_{n,ist}$) der jeweiligen abgeleiteten Größe (G_1, G_2, …, G_n) verschieden ist, berechenbar ist, welcher der in Bezug auf den jeweiligen Prozessgrößensatz (P) verschiedenen möglichen Prozesszustände (Z_1, Z_2, …, Z_q) der Produktionsanlage (1) tatsächlich vorliegt, wobei die in Bezug auf den jeweiligen Prozessgrößensatz (P) verschiedenen möglichen Prozesszustände (Z_1, Z_2, …, Z_q) dahingehend klassifiziert sind, ob Maßnahmen, welche eine Veränderung der jeweiligen Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m) und/oder abgeleiteten Größe (G_1, G_2, …, G_n) bewirken, notwendig oder empfohlen sind, wobei in Bezug auf jeden Prozessgrößensatz (P) zumindest ein Prozesszustand (Z_1, Z_2, …, Z_q) so klassifiziert ist, dass keine Maßnahmen notwendig oder empfohlen sind und

zumindest ein Prozesszustand (Z_1, Z_2, …, Z_q) so klassifiziert ist, dass Maßnahmen notwendig oder empfohlen sind

- in Bezug auf wenigstens einen Prozessgrößensatz (P) den zugehörigen zumindest einen Algorithmus (A_1, A_2, …, A_t) auszuführen und so unter Berücksichtigung der Ist-Werte ($P_{1,ist}$, $P_{2,ist}$, …, $P_{m,ist}$) der wenigstens zwei Prozessgrößen (P_1, P_2, …, P_m) oder des Ist-Werts ($P_{1,ist}$, $P_{2,ist}$, …, $P_{m,ist}$) der wenigstens einen Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m) und des Ist-Werts ($G_{1,ist}$, $G_{2,ist}$, …, $G_{n,ist}$) der jeweiligen abgeleiteten Größe (G_1, G_2, …, G_n) und wenigstens eines zusätzlichen Parameters (K_1, K_2, …, K_v) zu berechnen, welcher der in Bezug auf den jeweiligen Prozessgrößensatz (P) verschiedenen möglichen Prozesszustände (Z_1, Z_2, …, Z_q) tatsächlich vorliegt und
- zu überprüfen, ob der tatsächlich vorliegende Prozesszustand (Z_1, Z_2, …, Z_q) als ein solcher Prozesszustand (Z_1, Z_2, …, Z_q) klassifiziert ist, für welchen eine Maßnahme, welche eine Veränderung der jeweiligen Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m) und/oder abgeleiteten Größe (G_1, G_2, …, G_n) bewirkt, notwendig oder empfohlen ist,
- für den Fall, dass in Bezug auf den tatsächlich vorliegenden Prozesszustand (Z_1, Z_2, …, Z_q) aufgrund seiner Klassifikation eine Maßnahme notwendig oder empfohlen ist, in Abhängigkeit des berechneten Prozesszustandes (Z_1, Z_2, …, Z_q) eine elektronische Nachricht (T) zu erstellen und mittels der Ausgabevorrichtung (6) auszugeben, wobei bevorzugt vorgesehen ist, dass die elektronische Nachricht (T) eine Information beinhaltet, welcher der in Bezug auf den Prozessgrößensatz (P) verschiedenen möglichen Prozesszustände (Z_1, Z_2, …, Z_q) tatsächlich vorliegt.

21. Verfahren zum Überwachen einer in Formgebungszyklen arbeitenden Formgebungsmaschine und ggf. wenigstens ein Peripheriegerät enthaltenden Produktionsanlage (1), wobei mittels einer Recheneinheit (2)

- in Bezug auf wenigstens einen Prozessgrößensatz (P) der Produktionsanlage (1) unter Berücksichtigung von Ist-Werten ($P_{1,ist}$, $P_{2,ist}$, …, $P_{m,ist}$) wenigstens zweier Prozessgrößen (P_1, P_2, …, P_m) oder eines Ist-Werts ($P_{1,ist}$, $P_{2,ist}$, …, $P_{m,ist}$) wenigstens einer Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m)

und eines Ist-Werts ($G_{1,ist}$, $G_{2,ist}$, …, $G_{n,ist}$) einer jeweiligen abgeleiteten Größe (G_1, G_2, …, G_n) und wenigstens eines zusätzlichen Parameters (K_1, K_2, K_v) berechnet wird, welcher der in Bezug auf den jeweiligen Prozessgrößensatz (P) verschiedenen möglichen Prozesszustände (Z_1, Z_2, …, Z_q) der Produktionsanlage (1) tatsächlich vorliegt und

- überprüft wird, ob der tatsächlich vorliegende Prozesszustand (Z_1, Z_2, …, Z_q) als ein solcher Prozesszustand (Z_1, Z_2, …, Z_q) klassifiziert ist, für welchen eine Maßnahme, welche eine Veränderung der jeweiligen Prozessgröße (P_1, P_2, …, P_m) und/oder abgeleiteten Größe (G_1, G_2, …, G_n) bewirkt, notwendig oder empfohlen ist,
- für den Fall, dass in Bezug auf den tatsächlich vorliegenden Prozesszustand (Z_1, Z_2, …, Z_q) aufgrund seiner Klassifikation eine Maßnahme notwendig oder empfohlen ist, in Abhängigkeit des berechneten Prozesszustandes (Z_1, Z_2, …, Z_q) eine elektronische Nachricht (T) zu erstellen und mittels der Ausgabevorrichtung (6) auszugeben, wobei vorgzugsweise vorgesehen ist, dass die elektronische Nachricht (T) eine Information beinhaltet, welcher der in Bezug auf den Prozessgrößensatz (P) verschiedenen möglichen Prozesszustände (Z_1, Z_2, …, Z_q) tatsächlich vorliegt.

Innsbruck, am 19. Juni 2019

Fig. 1

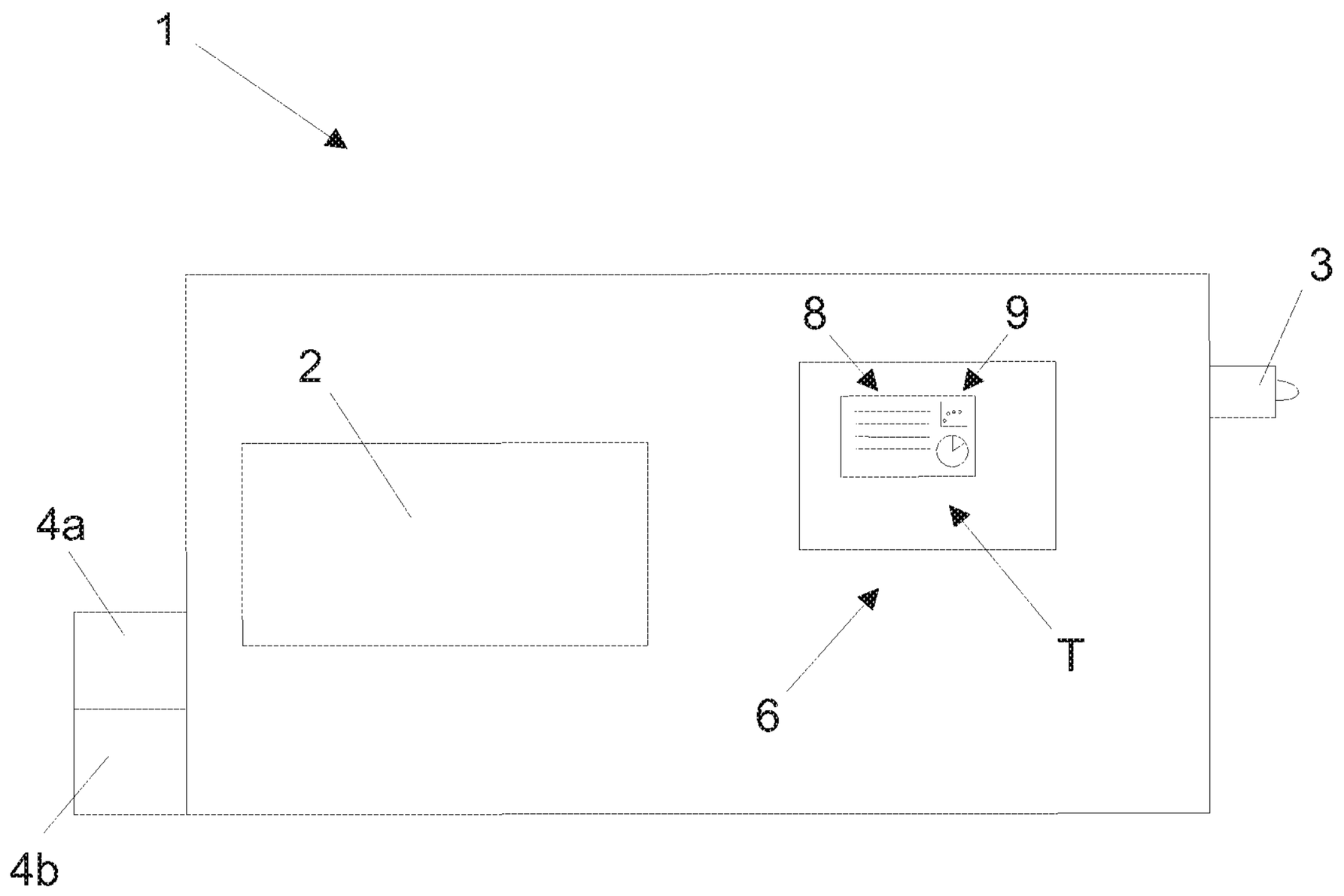


Fig. 2

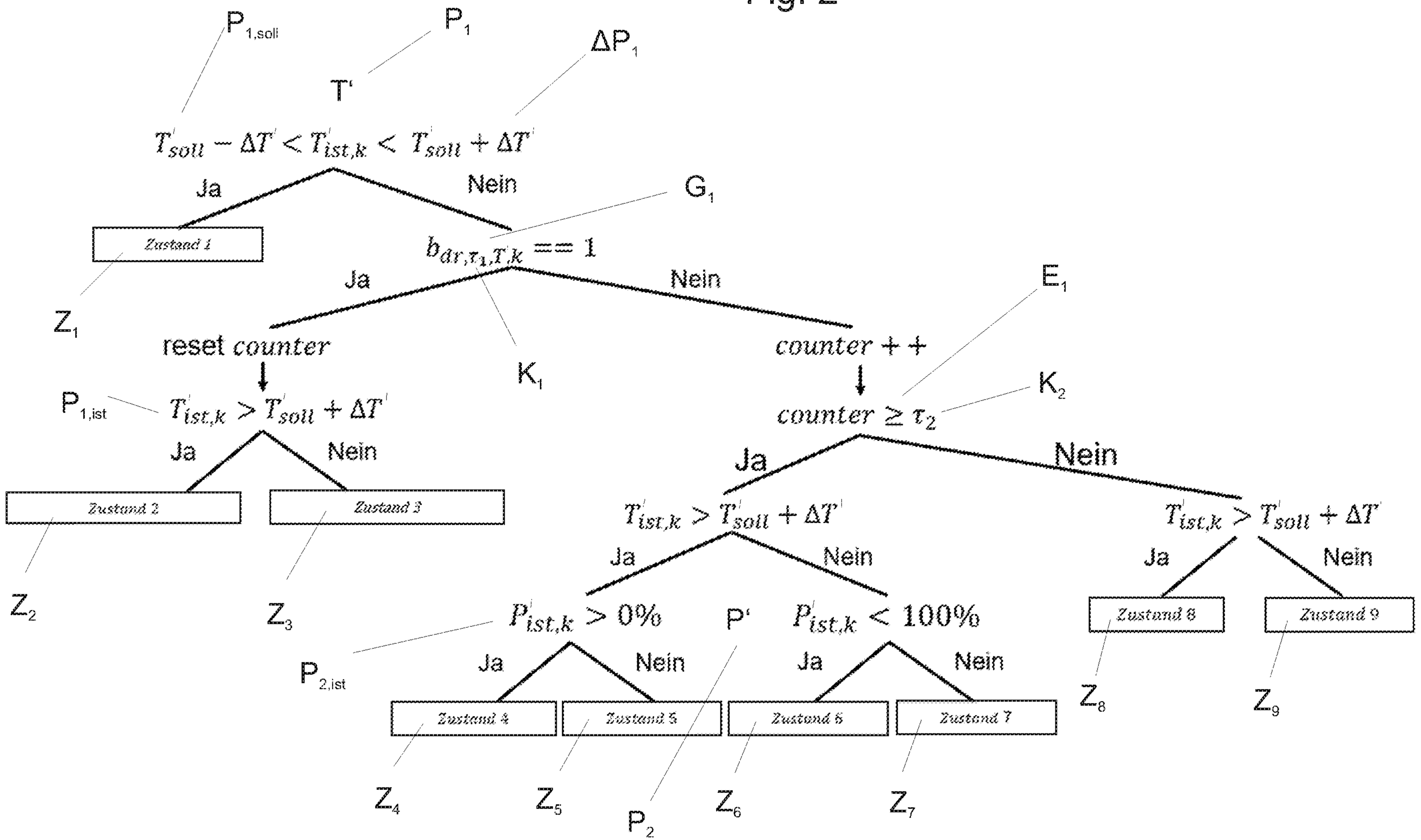

P1,soll
P1
ΔP1
T'
$T'_{soll} - \Delta T' < T'_{ist,k} < T'_{soll} + \Delta T'$
Ja
Nein
G1
Zustand 1
$b_{ar,\tau_1,T,k} == 1$
Z1
Ja
Nein
E1
reset counter
K1
counter + +
P1,ist
$T'_{ist,k} > T'_{soll} + \Delta T'$
K2
$counter \geq \tau_2$
Ja
Nein
Zustand 2
Zustand 3
$T'_{ist,k} > T'_{soll} + \Delta T'$
$T'_{ist,k} > T'_{soll} + \Delta T'$
Z2
Z3
Ja
Nein
Ja
Nein
$P'_{ist,k} > 0\%$
P'
$P'_{ist,k} < 100\%$
Zustand 8
Zustand 9
P2,ist
Ja
Nein
Ja
Nein
Z8
Z9
Zustand 4
Zustand 5
Zustand 6
Zustand 7
Z4
Z5
P2
Z6
Z7

Fig. 3

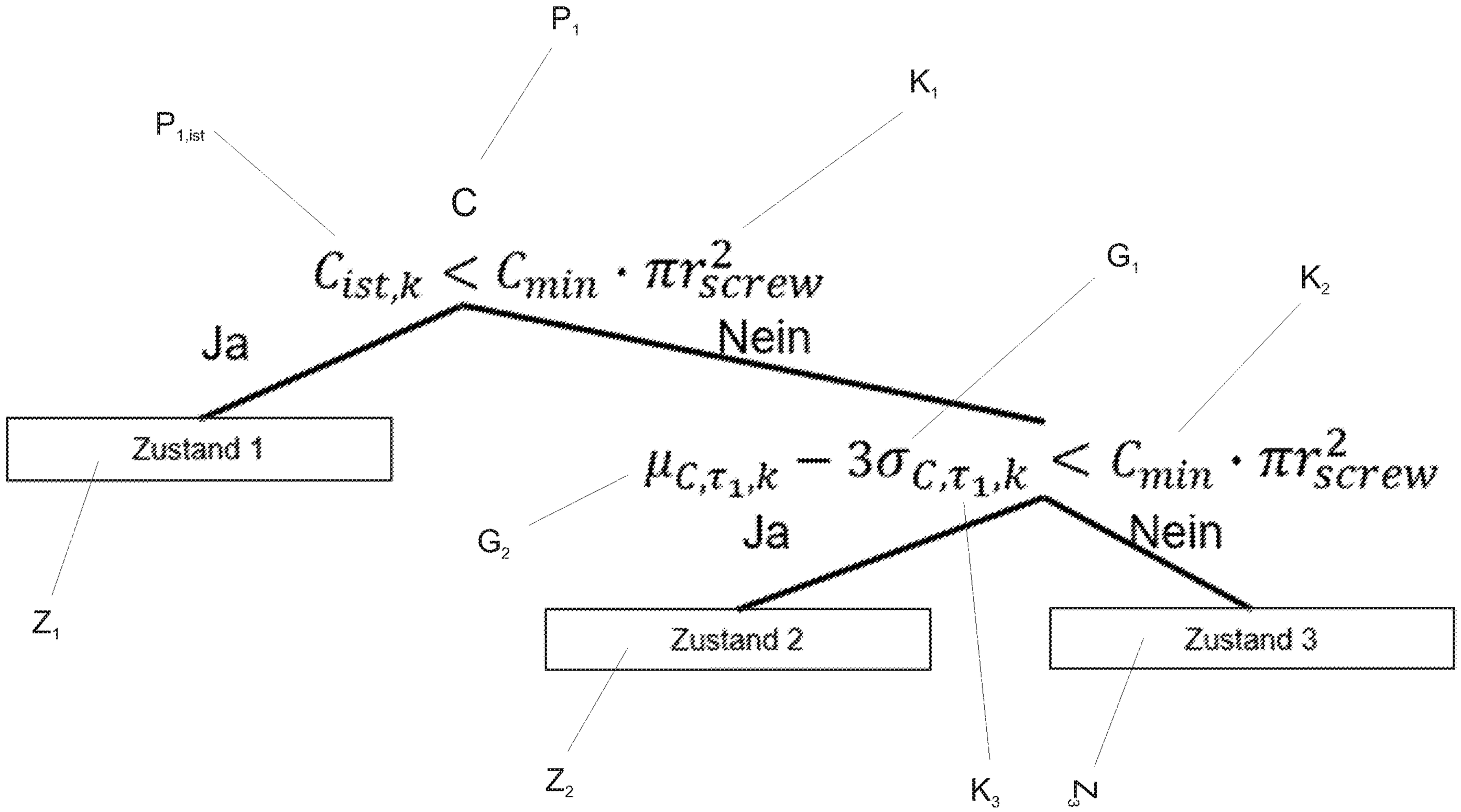

P1
K1
P1,ist
C
$C_{ist,k} < C_{min} \cdot \pi r_{screw}^2$
G1
K2
Ja
Nein
Zustand 1
$\mu_{C,\tau_1,k} - 3\sigma_{C,\tau_1,k} < C_{min} \cdot \pi r_{screw}^2$
G2
Ja
Nein
Zustand 2
Zustand 3
Z1
Z2
K3
N

Fig. 4

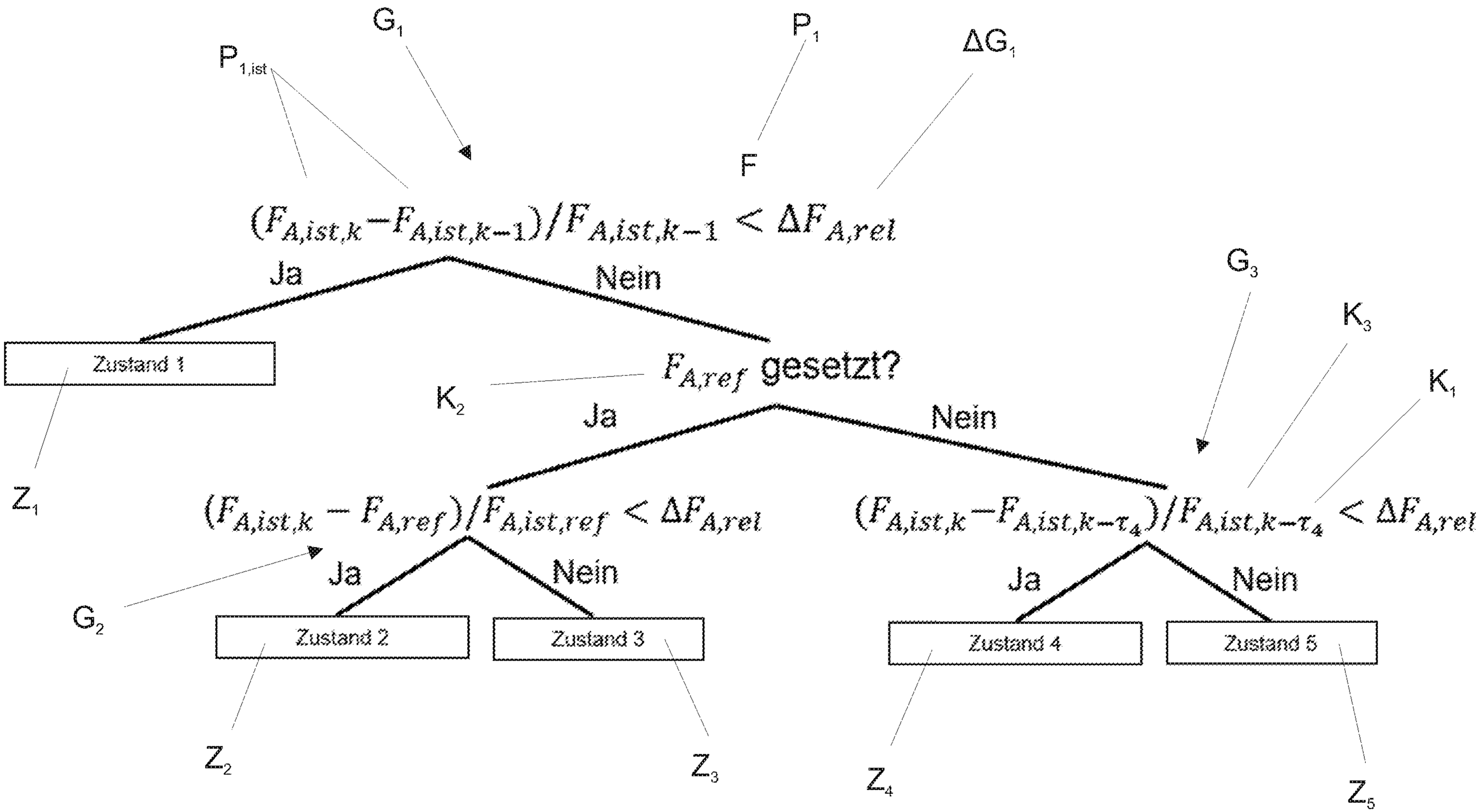
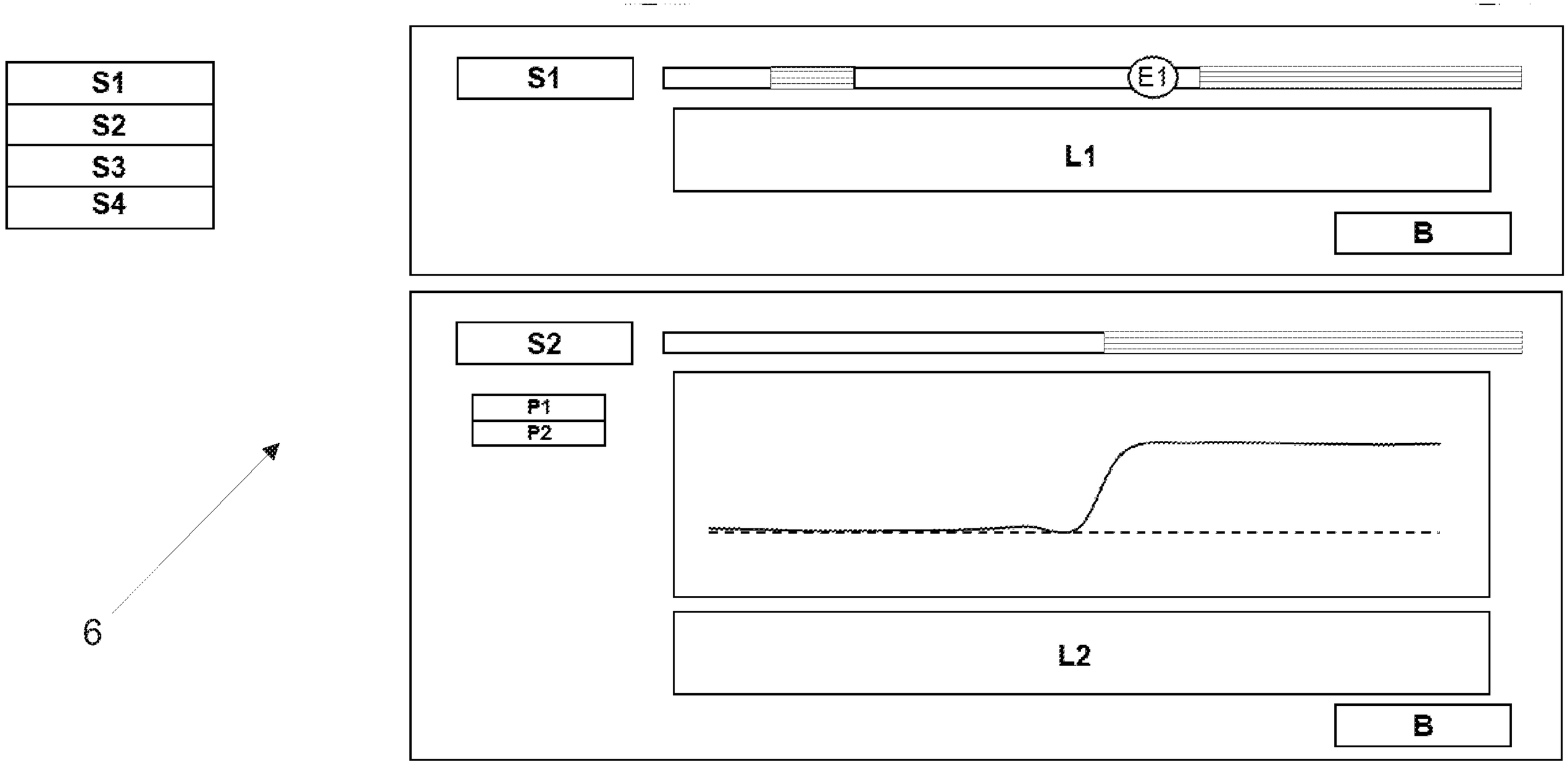

G1
P1,ist
P1
ΔG1
F
$(F_{A,ist,k}-F_{A,ist,k-1})/F_{A,ist,k-1} < \Delta F_{A,rel}$
Ja
Nein
Zustand 1
Z1
K2
$F_{A,ref}$ gesetzt?
Ja
Nein
G3
K3
K1
$(F_{A,ist,k}-F_{A,ist,ref})/F_{A,ist,ref} < \Delta F_{A,rel}$
$(F_{A,ist,k}-F_{A,ist,k-\tau_4})/F_{A,ist,k-\tau_4} < \Delta F_{A,rel}$
G2
Ja
Nein
Ja
Nein
Zustand 2
Zustand 3
Zustand 4
Zustand 5
Z2
Z3
Z4
Z5

Fig. 5



Recherchenbericht zu **A 50551/2019**

österreichisches patentamt

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
B29C 45/78 (2006.01); ***B29C 45/76*** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
B29C 45/78 (2013.01); ***B29C 45/76*** (2016.05); *B29C 2045/7606* (2013.01); *B29C 2945/76006* (2013.01); *B29C 2945/7604* (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
B29C NPL

Konsultierte Online-Datenbank:
EPODOC

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **19.06.2019** eingereichten Ansprüchen **1-21** erstellt.

Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	Josef Gießauf; Christian Maier; Paul Kapeller; Georg Pillwein; Georg Steinbichler: "Zahlen, die zählen." Kunststoffe 09/2017, Seite 100 - 104 ganzes Dokument	1-21
X	US 2010295199 A1 (ZHANG GONG et al.) 25. November 2010 (25.11.2010) Fig. 4b	1-21

Datum der Beendigung der Recherche:	Seite 1 von 1	Prüfer(in):
08.04.2020		SCHMELZER Peter

*) **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.