(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 522186 A4 2020-09-15**

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50458/2019
(22) Anmeldetag: 20.05.2019
(43) Veröffentlicht am: 15.09.2020

(51) Int. Cl.: ***G05B 19/042*** (2006.01)
G05B 19/00 (2006.01)
G05B 13/00 (2006.01)
G05B 19/04 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
THORMÄHLEN THORSTEN „Technische Informatik Automaten“ 11. Dezember 2018; Teil 7, Kapitel 4; Folien 1 bis 23; abgerufen im Internet am 09.01.2020 unter dem Link < https://www.mathematik.uni-marburg.de/~thormae/lectures/ti1/ti_7_4_ger_web.html#1>
EP 0707248 A1
EP 3070553 A1
EP 1933214 A2
DE 102015109662 A1

(71) Patentanmelder:
Gruber Markus Dipl.Ing. Dipl.Ing. (FH)
8561 Söding (AT)

(72) Erfinder:
Gruber Markus Dipl.Ing. Dipl.Ing. (FH)
8561 Söding (AT)

(74) Vertreter:
Schwarz & Partner Patentanwälte OG
1010 Wien (AT)

(54) **Computerimplementiertes Verfahren zur rechnergestützten Erzeugung eines ausführbaren Steuerungsprogramms zur Steuerung und/oder Regelung eines technischen Prozesses**

(57) Bei einem computerimplementiertes Verfahren zur rechnergestützten Erzeugung eines ausführbaren Steuerungsprogramms zur Steuerung und/oder Regelung eines technischen Prozesses bei dem die Funktionalität des Steuerungsprogramms anhand von Zuständen (Z1 bis Z4), Eingangssignalen (E1 bis E3) und Ausgangssignalen (A1, A2) mittels einer Bedienoberfläche (7) festgelegt und anschließend in ausführbaren Programmcode umgesetzt wird, wobei mittels der Bedienoberfläche (7) eine Eingabetabelle (11) zur Beschreibung der Funktionalität des Steuerungsprogramms befüllt wird, wobei jedem Zustand (Z1 bis Z4) des technischen Prozesses eine Zeile/Spalte der Eingabetabelle (11) und jedem Eingangssignal (E1 bis E3) des technischen Prozesses eine Spalte/Zeile der Eingabetabelle (11) zugeordnet wird, um durch eine Festlegung als:

Signalwechsel (S) erwartet zum Übergang auf den nächsten Zustand oder
Überwacht (I) zur Fehlerdetektion oder
beliebig

in jeder der Zellen der Eingabetabelle (11) den technischen Prozess zur Gänze in der Eingabetabelle (11) zu beschreiben.

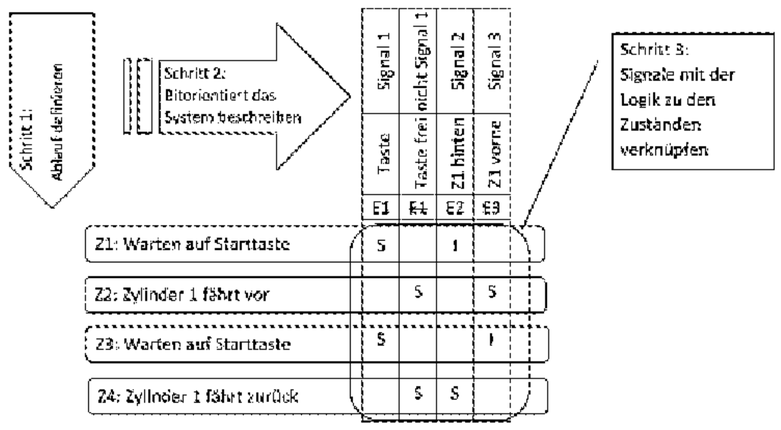


FIG.2

AT 522186 A4 2020-09-15

Zusammenfassung:

Bei einem computerimplementiertes Verfahren zur rechnergestützten Erzeugung eines ausführbaren Steuerungsprogramms zur Steuerung und/oder Regelung eines technischen Prozesses bei dem die Funktionalität des Steuerungsprogramms anhand von Zuständen (Z1 bis Z4), Eingangssignalen (E1 bis E3) und Ausgangssignalen (A1, A2) mittels einer Bedienoberfläche (7) festgelegt und anschließend in ausführbaren Programmcode umgesetzt wird, wobei mittels der Bedienoberfläche (7) eine Eingabetabelle (11) zur Beschreibung der Funktionalität des Steuerungsprogramms befüllt wird, wobei jedem Zustand (Z1 bis Z4) des technischen Prozesses eine Zeile/Spalte der Eingabetabelle (11) und jedem Eingangssignal (E1 bis E3) des technischen Prozesses eine Spalte/Zeile der Eingabetabelle (11) zugeordnet wird, um durch eine Festlegung als:

Signalwechsel (S) erwartet zum Übergang auf den nächsten Zustand oder
Überwacht (I) zur Fehlerdetektion oder
beliebig

in jeder der Zellen der Eingabetabelle (11) den technischen Prozess zur Gänze in der Eingabetabelle (11) zu beschreiben.

(Figur 2)

Computerimplementiertes Verfahren zur rechnergestützten Erzeugung eines ausführbaren Steuerungsprogramms zur Steuerung und/oder Regelung eines technischen Prozesses

Die Erfindung betrifft ein computerimplementiertes Verfahren zur rechnergestützten Erzeugung eines ausführbaren Steuerungsprogramms zur Steuerung und/oder Regelung eines technischen Prozesses bei dem die Funktionalität des Steuerungsprogramms anhand von Zuständen, Eingangssignalen und Ausgangssignalen mittels einer Bedienoberfläche festgelegt und anschließend in ausführbaren Programmcode umgesetzt wird.

Zur Steuerung oder Regelung eines technischen Prozesses in beispielsweise einer Produktionsanlage werden Systemrechner eingesetzt, denen eine Vielzahl an Eingangssignalen zugeführt werden. So ein Eingangssignal für den Systemrechner kann beispielsweise von einem Positionssensor kommen, der die Position eines Kolbens in einem Zylinder überwacht, oder von einem Temperatursensor, der die Temperatur einer Flüssigkeit in einem Behälter überwacht, oder einem Zeitgeber, der die Dauer der Trocknungszeit eines Produkts vorgibt. Ein technischer Prozess weist eine Vielzahl von Eingangssignalen, Ausgangssignalen, Zuständen und Fehlerbedingungen als Prozessvariablen auf, wobei bereits ein sehr einfacher technischer Prozess durch eine Mehrzahl dieser Prozessvariablen beeinflusst wird. Umso mehr technische Komponenten durch einen technischen Prozess gesteuert oder geregelt werden müssen, umso größer wird die Anzahl der Prozessvariablen, die der technische Prozess aufweist. Betrachtet man beispielsweise eine Raffinerie zur Herstellung von Benzin, dann wird unmittelbar klar wie viele Eingangssignale und Ausgangssignale die einzelnen technischen Komponenten der Raffinerie aufweisen und wie viele Zustände sie einnehmen können, wobei sich aus der Kombination aller Möglichkeiten dieser Prozessvariablen die beinahe unüberschaubar große Anzahl an geplanten und ungeplanten Abläufen des technischen Prozesses zur Herstellung von Benzin ergeben.

DE 10 2015 109 662 A1 offenbart so ein Verfahren zur rechnergestützten Erzeugung eines ausführbaren Steuerungsprogramms, bei dem die Funktionalität des Steuerungsprogramms von einem Techniker mit einer grafischen Benutzeroberfläche festgelegt wird. Blöcke in einem Blockschaltbild kennzeichnen die Zustände und Signallinien die Übergänge von einem Zustand des technischen Prozesses in den nächsten Zustand. Da so eine grafische Benutzeroberfläche bereits bei einfachen technischen Prozessen unübersichtlich wird, beschreibt dieser Stand der Technik die Zergliederung des grafischen Modells des Steuerungsprogramms in Submodelle. Durch diese Zergliederung der grafischen Benutzeroberfläche geht jedoch viel an Übersichtlichkeit verloren. Als weiterer Nachteil dieses bekannten Verfahrens hat sich ergeben, dass es bei der Abarbeitung des mit dem Verfahren erzeugten Steuerungsprogramms zur Steuerung oder Regelung des technischen

Prozesses zu unerwarteten Fehlerzuständen gekommen ist, die zu Ausfällen des technischen Prozesses und folglich zu Ausfällen in der Produktion geführt haben.

EP 0 707 248 A1 offenbart ein weiteres Verfahren zur rechnergestützten Erzeugung eines ausführbaren Steuerungsprogramms, bei dem ebenfalls eine grafische Benutzeroberfläche zur Festlegung der Funktionalität des technischen Prozesses zur Anwendung kommt. Um die Komplexität der grafischen Benutzeroberfläche zu reduzieren werden mittels Programmattributen bestimmte Gruppen der grafischen Objekte einer „Sicht“ zugeordnet, wobei durch Aktivieren oder Deaktivieren des jeweiligen Programmattributs die Gruppe der grafischen Objekte ein- oder ausgeblendet werden kann. Eine klassische zeilen-/tabellenartige Darstellung der Benutzeroberfläche wird als nachteilig erwähnt, da diese angeblich zu wenig Übersichtlichkeit ermöglicht. Als weiterer Nachteil hat sich auch bei diesem Verfahren ergeben, dass es bei der Abarbeitung des mit dem Verfahren erzeugten Steuerungsprogramms zur Steuerung oder Regelung des technischen Prozesses zu unerwarteten Fehlerzuständen gekommen ist, die zu Ausfällen des technischen Prozesses und folglich zu Ausfällen in der Produktion geführt haben.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein computerimplementiertes Verfahren zur rechnergestützten Erzeugung eines ausführbaren Steuerungsprogramms zur Steuerung und/oder Regelung eines technischen Prozesses zu schaffen, welches die Nachteile des Standes der Technik vermeidet.

Erfindungsgemäß wird die vorliegende Aufgabe durch die Verfahrensschritte des Verfahrens gemäß Anspruch 1 gelöst.

Die Erfindung basiert auf der Erkenntnis, dass bei den bekannten Verfahren die benutzten Bedienoberflächen zur Beschreibung des technischen Prozesses den zu steuernden oder zu regelnden Prozess nicht zur Gänze mit all seinen unterschiedlichen Zuständen und allen Möglichkeiten an Kombinationen der Eingangssignale beschreiben. Die bekannten Bedienoberflächen sind geeignet Zustände und auch Zustandsübergänge des wie geplant ablaufenden technischen Prozesses und auch bestimmte definierte Fehlerzustände zu beschreiben, aber es verbleiben immer Kombinationen an Eingangssignalen oder Abfolgen von Zuständen, die nicht berücksichtigt werden. Oftmals ist der Grund, dass der den technischen Prozess festlegende Techniker davon überzeugt ist, dass es zu diesem Zustand oder dieser Kombination der Eingangssignale unmöglich kommen kann. Sobald der technische Prozess mehr als einige wenige technische Komponenten aufweist ist zumeist der Grund, dass die Bedienoberfläche keinerlei Hilfestellung liefert sämtlich mögliche Kombinationen definiert abzuarbeiten.

Die Erfindung löst diese Problematik dadurch, dass in jedem definierten Zustand jedes Eingangssignal entsprechend der Festlegung in einer Eingabetabelle entweder ständig bezüglich eines Signalwechsels oder einer Fehlerbedingung überwacht wird oder als beliebig festgelegt und folglich nicht überwacht wird. Hierdurch wird jede Abweichung des technischen Prozesses unmittelbar erkannt. Zusätzlich ermöglicht die erfindungsgemäße Struktur der Eingangstabelle zur vollständigen Beschreibung des technischen Prozesses eine strukturierte Festlegung aller Zustände und Zustandsübergänge, wodurch verhindert wird, dass bestimmte Eingangssignalkombinationen nicht vorab bedacht und im laufenden Prozess dann zu einem Ausfall in der Produktion führen, was durch eine Kontrolltabelle verifiziert werden kann. Durch diese neuartige Verknüpfung technischer Parameter in der Eingangstabelle, die sämtliche Informationen gesammelt für einen Code-Generator zur Erzeugung des Steuerungsprogramms zur Steuerung des technischen Prozesses enthält wird die technische Aufgabe zur Reduktion von Stillständen von Produktionsprozessen gelöst, wodurch die Technizität der Erfindung gegeben ist.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens werden nachfolgend anhand der Figuren erläutert.

Figur 1 zeigt die technischen Komponenten eines durch ein Steuerprogramm gesteuerten technischen Prozesses gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung.
Figur 2 zeigt die erfindungsgemäßen Schritte zur vollständigen Beschreibung des technischen Prozesses in einer Eingabetabelle durch Eingaben eines Benutzers.
Figur 3 zeigt eine Arbeitstabelle, die zumindest teilweise an Anzeigemitteln angezeigt und aus der Eingabetabelle befüllt wird.
Figur 4 zeigt eine Kontrolltabelle, die zur Kontrolle der vollständigen Beschreibung des technischen Prozesses durch die Eingabetabelle und die Arbeitstabelle ebenfalls an den Anzeigemitteln anzeigbar ist.

Figur 1 zeigt die technischen Komponenten eines durch ein Steuerprogramm gesteuerten technischen Prozesses gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Ein Steuerrechner 1 ist zum Abarbeiten des Steuerungsprogramms ausgebildet, um einen Kolben 2 eines Zylinders 3 von einer Position „hinten“ auf eine Position „vorne“ und umgekehrt zu bewegen. Wenn die Taste 4 gedrückt wird, dann gibt sie ein erstes Eingangssignal E1 an den Steuerrechner 1 ab. Wenn ein erster Sensor 5 den Kolben 2 in der Position „hinten“ detektiert, dann gibt der erste Sensor 5 ein zweites Eingangssignal E2 an den Steuerrechner 1 ab. Wenn ein zweiter Sensor 6 den Kolben 2 in der Position „vorne“ detektiert, dann gibt der zweite Sensor 6 ein drittes Eingangssignal E3 an den Steuerrechner 1 ab. Eine Ein/Ausgabeeinheit 7 weist eine Anzeige 8, die Taste 4 und weitere nicht dargestellte Tasten zur Eingabe von

Informationen auf. Der Steuerrechner 1 gibt ein Ausgangssignal A1 an ein erstes Ventil 9 ab, um den Kolben 2 von Position „hinten“ auf Position „vorne“ zu verstellen. Der Steuerrechner 1 gibt ein Ausgangssignal A2 an ein zweites Ventil 10 ab, um den Kolben 2 von Position „vorne“ auf Position „hinten“ zu verstellen.

Der von diesem einfachen nur wenige technische Komponenten aufweisenden System abzuarbeitende Ablauf des technischen Prozesses kann in einem in Worten wie folgt beschrieben werden: Wenn der Kolben 2 auf der Position „hinten“ steht und die Taste 4 gedrückt wird, dann gibt der Steuerrechner 1 das Ausgangssignal A1 an das erste Ventil 9 ab, worauf sich der Kolben 2 auf die Position „vorne“ bewegt. Wenn der Kolben 2 auf der Position „vorne“ steht und die Taste 4 gedrückt wird, dann gibt der Steuerrechner 1 das Ausgangssignal A2 an das zweite Ventil 10 ab, worauf sich der Kolben 2 auf die Position „hinten“ bewegt. Dieser Ablauf des technischen Prozesses in Zuständen Z1 bis Z4 ist der erste Schritt zur vollständigen Beschreibung des Systems, wie dies in Figur 2 dargestellt ist.

Figur 2 zeigt wie in einem zweiten Schritt aus dieser Definition des Ablaufes des technischen Prozesses in einer Eingabetabelle 11 der Ablauf durch Eingaben durch einen Benutzer bitorientiert festgelegt werden kann. Die vier Zustände Z1 bis Z4 des Ablaufs werden in vier Zeilen der Eingabetabelle 11 und die Eingangssignale E1 bis E3 in den Spalten der Eingabetabelle 11 festgehalten. Das inverse erste Eingangssignal ~~E1~~ wird als weiteres Eingangssignal in einer eigenen Spalte aufgenommen, da ein dauerhaftes Drücken der Taste 4 nicht zu einer unkontrollierten Veränderung der Position des Kolbens 2 von „vorne“ nach „hinten“ und wieder nach „vorne“ führen soll. In einem dritten Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens werden dann die Eingangssignale E1 bis E3 und ~~E1~~ mit der Logik zu den Zuständen verknüpft.

Hierfür trägt der Benutzer ein „S“ in eine Zelle der Eingabetabelle 11 ein, wenn in dem jeweiligen Zustand Z1 bis Z4 ein Signalwechsel S überwacht werden muss. Also beispielsweise im Zustand Z1, wenn auf das Eingangssignal E1 der Taste 4 gewartet wird. Weiters trägt der Benutzer ein „I“ in eine Zelle der Eingabetabelle 11 ein, wenn in dem jeweiligen Zustand Z1 bis Z4 das Eingangssignal überwacht werden muss. Also beispielsweise im Zustand Z1, wenn das Eingangssignal E2 das Bit „1“ aufweisen muss, um sicherzustellen, dass der Kolben in der Position „hinten“ detektiert wird. Allen anderen Zellen, die nicht mit einem „S“ oder einem „I“ von dem Benutzer befüllt werden, können einen beliebigen Wert aufweisen, also die Eingangssignale E1 bis E3 können in diesen Zuständen sowohl das Bit „0“ oder auch das Bit „1“ aufweisen ohne, dass es einen Einfluss auf den Ablauf des technischen Prozesses hat. Die Kennzeichnung durch die Buchstaben „S“ und „I“ ist natürlich nur ein Beispiel einer Eingabemöglichkeit, weshalb beliebige Buchstaben

oder Zahlen oder Kennzeichnungen bei der Befüllung der Eingabetabelle 11 durch den Benutzer verwendet werden können.

Zur rechnergestützten Erzeugung eines ausführbaren Steuerungsprogramms für den Steuerungsrechner 1, um den vorstehend beschriebenen technischen Prozesses durch den Steuerungsrechner 1 gesteuert ablaufen zu lassen, wird nun durch den Steuerungsrechner 1 oder einen anderen Computer anhand der Eingabetabelle 11 das Steuerungsprogramm erzeugt, dessen Funktion anhand der Arbeitstabelle 12 erkennbar und auch an der Anzeige 8 anzeigbar ist. In einem ersten Abschnitt 13 der in Figur 3 dargestellten Arbeitstabelle 12 sind die vier Zustände Z1 bis Z4 in Zeilen und die Eingangssignale E1 bis E3 und ~~E1~~ in Spalten enthalten. Gemäß den Eingaben des Benutzers in der Eingabetabelle 11 werden Bits „0“ und „1“ zur vollständigen Beschreibung der Funktionalität des Steuerungsprogramms in dem ersten Abschnitt 13 der Arbeitstabelle 12 eingefügt, wobei auch Felder des ersten Abschnitts 13 der Arbeitstabelle 12 freigelassen werden, wenn das Eingangssignal gemäß den Eingaben in der Eingabetabelle 11 in diesem Zustand beliebig sein kann.

Figur 3 zeigt wie in der erfindungsgemäßen Arbeitstabelle 12, in der in weiteren vier Zeilen der Arbeitstabelle 12 die Zustandsübergänge von jeweils einem Zustand auf den folgenden Zustand mit aufgenommen wurden. In weiteren Spalten wurden die Ausgangssignale A1 und A2 des Steuerrechners 1 an die Ventile 9 und 10 mit aufgenommen. Dieser erste Abschnitt 13 der Arbeitstabelle 12 beschreibt sämtliche Eingänge E1 bis E3 und sämtliche Ausgänge A1 und A2 der technischen Komponenten des Systems gemäß Figur 1 in allen denkbar möglichen Zuständen des Systems.

In einem zweiten Abschnitt 14 der Arbeitstabelle 12 sind den Zuständen Z1 bis Z4 und den Zustandsübergängen Matrixbits Mx in vier Spalten M1 bis M4 zugeordnet. Die Spalten M1 bis M4 entsprechen den Eingängen E1, ~~E1~~, E2 und E3, wobei in den Matrixbits Mx jeweils das Bit „1“ dargestellt ist, wenn in diesem Zustand auf dieses Eingangssignal gewartet wird, und das Bit „0“ dargestellt ist, wenn der Steuerrechner 1 nicht auf dieses Eingangssignal wartet, um auf den nächsten Zustand weiterzuschalten.

In einem dritten Abschnitt 15 der Arbeitstabelle 12 sind entsprechend den Eingaben des Benutzers in der Eingabetabelle 11 Fehlerzustände festgehalten und werden durch das daraus erzeugte Steuerungsprogramm überwacht, die in dem jeweiligen Zustand oder Zustandsübergang zu einer Fehlermeldung an der Anzeige 8 führen sollen, wenn es bei einem durch das Steuerungsprogramm durchgeführten zyklischen Vergleich der Bits in dem zweiten Abschnitt 14 und dem dritten Abschnitt 15 der Arbeitstabelle 12 zu einer Diskrepanz kommt. Dieser dritte Abschnitt 15 der Arbeitstabelle 12 wird entsprechend den Eingaben des Benutzers in der Eingabetabelle 11 gefüllt und kann unter Zuhilfenahme einer in Figur 4

dargestellten erfindungsgemäßen Kontrolltabelle 16 verifiziert beziehungsweise kontrolliert werden, worauf nachfolgend eingegangen ist.

In der Kontrolltabelle 16 sind alle möglichen Bitkombinationen der drei Eingangssignale E1 bis E3 in Zeilen angeführt, wobei von dem Steuerrechner oder Computer, der das ausführbare Steuerungsprogramm erstellt aus der Eingabetabelle 11 und/oder der Arbeitstabelle 12 zu jeder diese Bitkombinationen angibt, was diese Bitkombination bedeutet. So bedeutet die Bitkombination 1 – 1 – 1, also wenn alle drei Eingangssignale Schaltspannung aufweisen, dass ein Fehlerzustand des Systems vorliegen muss, da der Kolben 2 nicht gleichzeitig vom ersten Sensor 5 in der Position „hinten“ und vom zweiten Sensor 6 in der Position „vorne“ detektiert werden kann. Der gleiche Fehlerzustand des Systems liegt auch bei der Bitkombination 0 – 1 – 1 vor, da auch bei dieser Bitkombination beide Eingangssignale E2 und E2 Schaltspannung aufweisen. Diese Kontrolltabelle 16 dient dem Benutzer um zu kontrollieren, dass tatsächlich jeder nur möglichen Kombination der Eingangssignale E1 bis E3 auch eine Bedeutung beziehungsweise Verarbeitung zugeordnet wurde. Durch diese lückenlose Überwachung sämtlicher Eingänge des Systems während jedes nur möglichen Zustands oder Zustandsübergangs ist ein besonders zuverlässiges Steuerungsprogramm zur Steuerung und/oder Regelung eines technischen Prozesses erhalten.

Nach dieser vollständigen Beschreibung der Funktionalität des technischen Prozesses durch manuelle Festlegung der Bits in der Eingabetabelle 11 kann die rechnergestützte Erzeugung des ausführbaren Steuerungsprogramms zur Steuerung und/oder Regelung des technischen Prozesses von dem Benutzer gestartet werden. Dem Fachmann ist dieses automatisierte Übersetzen einer durch eine Tabelle oder ein grafisches Modell beschriebenen Prozesses in ein ausführbares Steuerungsprogramm in Maschinensprache oder eine höhere Programmiersprache bekannt, wie dies beispielsweise in der DE 10 2015 109 662 A1 beschrieben ist. Hierauf wird im Rahmen dieser Beschreibung somit nicht näher eingegangen, da die Erfindung im Bereich der lückenlosen tabellarischen Beschreibung des technischen Prozesses liegt. Nach der Erzeugung des ausführbaren Programmcodes wird dieser in den Programmspeicher des Steuerrechners 1 geladen, der technische Prozess in einen definierten Zustand - beispielsweise den Zustand Z1 - gebracht und die Abarbeitung des Steuerprogramms von dem Benutzer gestartet. Teile der von dem Steuerungsrechner 1 oder einem anderen Computer mit der Erzeugung des Steuerungsprogramms auch erzeugten Arbeitstabelle 12 und gegebenenfalls Kontrolltabelle 16 können an der Anzeige 8 zur Information des Benutzers vor, während und auch nach Abarbeitung des technischen Prozesses angezeigt werden.

Im Folgenden wird der Ablauf des technischen Prozesses gesteuert durch den Steuerrechner 1 durch Abarbeitung des anhand der lückenlosen Beschreibung in der Arbeitstabelle 12 und der

Kontrolltabelle 16 erzeugten Programmcodes erläutert. Im Zustand 1 befindet sich der Kolben 2 auf der Position „hinten“, weshalb im ersten Abschnitt 13 nur das Eingangssignal E2 des ersten Sensors 5 das Bit „1“ beziehungsweise Schaltspannung aufweist und im zweiten Abschnitt 14 das Matrixbit M1 das Bit „1“ aufweist, da zum Weiterschalten auf Zustand 2 die Betätigung der Taste 4, also das Eingangssignal E1, erwartet wird. Im dritten Abschnitt 15 ist in der ersten Zeile zum Zustand 1 erkennbar, dass das als Font „fett“ dargestellte Matrixbit M3 dahingehend überwacht wird, ob es das Bit „1“ aufweist. Sollte Bit „0“ vorliegen, also das Eingangssignal E2 des ersten Sensors 5 anzeigen, dass der Kolben 2 nicht in der Position „hinten“ steht und somit nicht der Zustand 1 vorliegt, dann liegt ein Fehler vor, der mittels Anzeige 8 dem Benutzer angezeigt werden würde. Mit einem Blick auf die an der Anzeige 8 dargestellte Arbeitstabelle 12 kann der Benutzer nun erkennen in welchem Zustand sich der technische Prozess befindet und welcher Sensor ein unerwartetes Sensorsignal als Eingangssignal abgibt. Durch einen Blick auf die tatsächliche Position des Kolbens kann der Fehler des Systems von der Bedienperson leicht erkannt und beispielsweise durch Austausch des ersten Sensors 5 behoben werden.

Weiters wird im ersten Zustand Z1 das im dritten Abschnitt 15 als Font „normal“ dargestellte Matrixbit M1 dahingehend überwacht, ob es bereits das Bit „1“ aufweist, was ja anzeigt, dass das Eingangssignal E1 durch Drücken der Taste 4 Schaltspannung aufweist. Wenn diese überwachte Weiterschaltbedingung WSB vom Steuerrechner 1 durch die in der Zeile „Übergang auf 2“ angegebenen Bits detektiert wird, dann schaltet der Steuerrechner 1 auf den Zustand 2 des Systems weiter und gibt das Ausgangssignal A1 an das erste Ventil 9 abgibt, worauf sich der Kolben 2 auf die Position „vorne“ bewegt. Die Weiterschaltbedingung vom Zustand 2 auf den Zustand 3 ist dann erreicht, wenn der Kolben 2 die Position „vorne“ erreicht hat und das Eingangssignal E3 Schaltspannung aufweist, was Bit „1“ in dem überwachten Matrixbit M4 im dritten Abschnitt 15 des Zustands Z2 entspricht. Im Zustand 3 wird wiederum auf Eingangssignal E1 durch Tastendruck der Taste 4 gewartet, was Bit „1“ in dem überwachten Matrixbit M1 im dritten Abschnitt 15 entspricht. Wenn die Taste 4 gedrückt wird, dann schaltet der Steuerrechner auf Zustand 4 weiter und gibt das Ausgangssignal A2 an das zweite Ventil 10 ab, worauf sich der Kolben 2 auf die Position „hinten“ bewegt. Sobald der erste Sensor 5 das Eingangssignal E2 den Steuerrechner 1 abgibt, was durch das Bit „1“ in dem überwachten Matrixbit M2 im dritten Abschnitt 15 detektiert wird, dann schaltet der Steuerrechner 1 wieder in den Zustand 1, wodurch der gesamte technische Prozess einmal durchlaufen wurde. Die Weiterschaltbedingungen WSB sind immer dadurch gekennzeichnet, dass sämtliche Matrixbits Mx in dem zweiten Abschnitt 14 der Arbeitstabelle 12 das Bit „0“ aufweisen. In einer anderen Ausführungsvariante der Erfindung könnte die Weiterschaltbedingung WSB durch sämtliche Matrixbits Mx mit dem Bit „1“ gekennzeichnet sein.

Die Kontrolltabelle 16 ermöglicht eine Kontrolle der Vollständigkeit der in die Arbeitstabelle 12 eingetragenen Bits, es wäre aber eine Erstellung der Arbeitstabelle 12 ohne deren Kontrolle durch die Kontrolltabelle 16 auch möglich.

Es kann erwähnt werden, dass die Arbeitstabelle 12 natürlich auch bezüglich Zeilen und Spalten umgekehrt erstellt und verwendet werden könnte. In diesem Fall wären die Zustände Z1 bis Z4 in den Spalten vermerkt und die Eingangssignale E1 bis E3, die Ausgangssignale A1 und A2 und die Matrixbits Mx in den Zeilen angeordnet. Auch mit dieser alternativen Anordnung kann der Vorteil erzielt werden, dass der technische Prozess des Systems vollumfänglich beschrieben wird, um eine rechnergestützte Erzeugung des mit dem Steuerrechner 1 abzuarbeitenden ausführbaren Programmcodes zu ermöglichen. Bei der Abarbeitung des Programmcodes zur Steuerung und/oder Regelung des technischen Prozesses ist somit sichergestellt, dass alle möglichen Kombinationen von Eingangssignalen zu einer festgelegten Verarbeitung führen. Sei es, dass auf den nächsten Zustand der „State Machine“ übergegangen wird oder dem Benutzer ein definierter Fehler angezeigt wird, der anhand der Information in der Tabelle eine unmittelbare Lösung ermöglicht.

Das erfindungsgemäße Verfahren wurde vorstehend anhand eines sehr einfachen technischen Prozesses mit nur einem Zylinder 3 und einem Kolben 2, der nur in zwei Positionen verstellbar ist, erläutert. Sein eigentlicher Vorteil zeigt sich bei Anwendung der beschriebenen Vorgangsweise auf einen technischen Prozess mit einer Vielzahlt an unterschiedlichen technischen Einrichtungen, wie dies beispielsweise in einem halb- oder vollautomatischen Produktionsprozess gegeben ist.

Patentansprüche:

1. Computerimplementiertes Verfahren zur rechnergestützten Erzeugung eines ausführbaren Steuerungsprogramms zur Steuerung und/oder Regelung eines technischen Prozesses bei dem die Funktionalität des Steuerungsprogramms anhand von Zuständen (Z1 bis Z4), Eingangssignalen (E1 bis E3) und Ausgangssignalen (A1, A2) mittels einer Bedienoberfläche (7) festgelegt und anschließend in ausführbaren Programmcode umgesetzt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der Bedienoberfläche (7) eine Eingabetabelle (11) zur Beschreibung der Funktionalität des Steuerungsprogramms befüllt wird, wobei jedem Zustand (Z1 bis Z4) des technischen Prozesses eine Zeile/Spalte der Eingabetabelle (11) und jedem Eingangssignal (E1 bis E3) des technischen Prozesses eine Spalte/Zeile der Eingabetabelle (11) zugeordnet wird, um durch eine Festlegung als:

Signalwechsel (S) erwartet zum Übergang auf den nächsten Zustand oder
Überwacht (I) zur Fehlerdetektion oder
beliebig

in jeder der Zellen der Eingabetabelle (11) den technischen Prozess zur Gänze in der Eingabetabelle (11) zu beschreiben.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Erzeugung des ausführbaren Steuerprogramms aus der Eingabetabelle (11) eine Arbeitstabelle (12) erzeugt wird, in der jedem Zustand (Z1 bis Z4) des technischen Prozesses eine Zeile/Spalte der Arbeitstabelle (12) und jedem Eingangssignal (E1 bis E3) des technischen Prozesses eine Spalte/Zeile in einem ersten Bereich (13) der Arbeitstabelle (12) zugeordnet wird, um durch eine Festlegung der erwarteten Eingangssignale (Mx in 14) zum Übergang auf den nächsten Zustand (Z1 bis Z4) in einem zweiten Bereich (14) der Arbeitstabelle (12) und durch Festlegung der überwachten Eingangssignale (Mx in 15) zur Fehlerdetektion in einem dritten Bereich (15) der Arbeitstabelle (12) den technischen Prozess zur Gänze in der Arbeitstabelle (12) zu beschreiben.

3. Verfahren gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass in weiteren zwischen den Zuständen (Z1 bis Z4) angeordneten Zeilen/Spalten der Arbeitstabelle (12) jeweils eine Zeile für den Übergang von einem Zustand auf den darauffolgenden Zustand vorgesehen ist, wobei die erwarteten Eingangssignale (Mx in 14) in diesen Zeilen/Spalten alle das Bit Null oder alle das Bit Eins aufweisen müssen.

4. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass jeder theoretisch möglichen Kombination der Eingangssignale (E1 bis E3) in einer Kontrolltabelle (16) ein Zustand (Z1 bis Z4) der Arbeitstabelle (12) oder überwachter Fehler im dritten Bereich (15) der Arbeitstabelle (12) oder Übergänge in der Arbeitstabelle (12) zuordenbar ist,

um die vollständige Beschreibung des technischen Prozesses in der Arbeitstabelle (12) zu verifizieren.

5. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Simulation der Steuerung und/oder Regelung des technischen Prozesses durch das Steuerungsprogramm anhand der Arbeitstabelle (12 im Abschnitt 14) mit Anzeigemittel (8) das jeweils nächste Eingangssignal (E1 bis E3 als M1 bis M4) gekennzeichnet wird, das für den Übergang vom aktuellen auf den nächsten Zustand (Z1 bis Z4) erwartet wird.

6. Speichermedium, umfassend ein Steuerungsprogramm, das dazu geeignet ist, auf einem Prozessor ausgeführt zu werden und die Verfahrensschritte nach einem der Ansprüche 1 bis 5 durzuführen, wenn es auf einem Steuerrechner (1) ausgeführt wird.

7. Computerprogrammprodukt, das ausführbare Anweisungen zum Durchführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 umfasst, wenn sie auf einem Steuerrechner (1) ausgeführt werden.

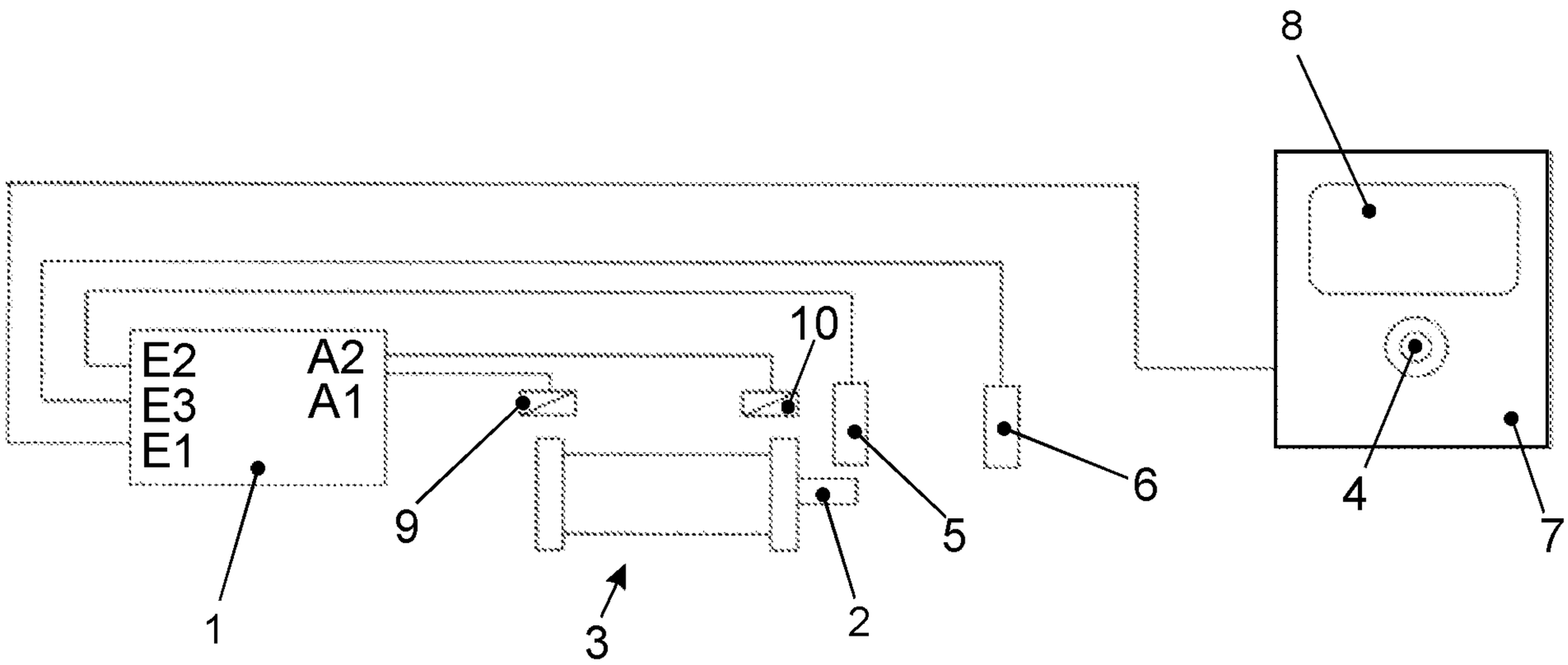

8
E2
E3
E1
A2
A1
10
9
6
4
5
7
1
3
2

FIG.1

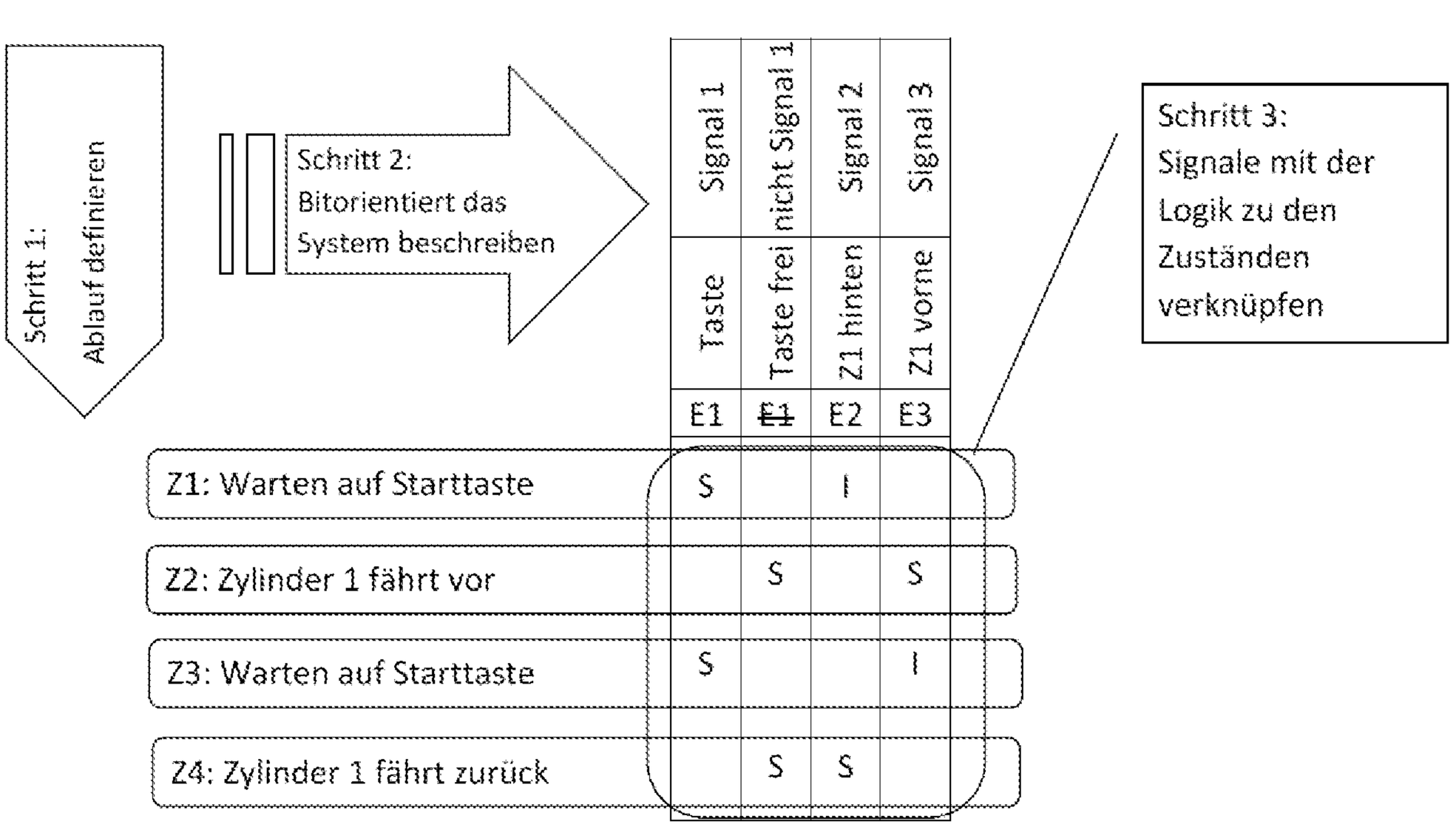
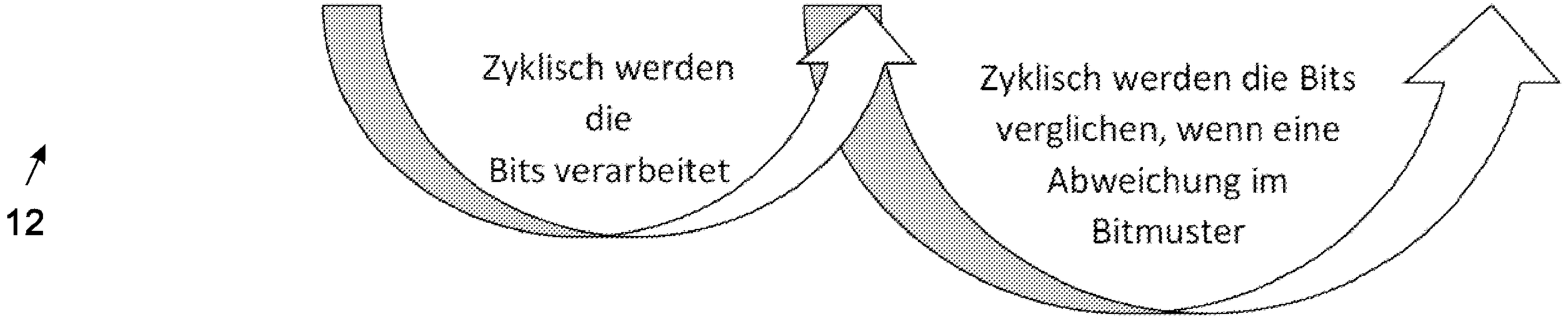

Schritt 1:
Ablauf definieren
Schritt 2:
Bitorientiert das
System beschreiben
Signal 1
nicht Signal 1
Signal 2
Signal 3
Taste
Taste frei
Z1 hinten
Z1 vorne
E1
E1
E2
E3
Schritt 3:
Signale mit der
Logik zu den
Zuständen
verknüpfen
Z1: Warten auf Starttaste
S
1
Z2: Zylinder 1 fährt vor
S
S
Z3: Warten auf Starttaste
S
~
Z4: Zylinder 1 fährt zurück
S
S
11

FIG.2

13 14 15 Mx

									Durch die Mx wird am HMI angezeigt, was zum Weiterschalten fehlt					wenn E2 nun 0 wäre, ist das ein Fehler und wird bitgenau angezeigt			
	E1	~~E1~~	E2	E3					Logik / Schaltwerk					Überwachung			
						A1	A2		M1	M2	M3	M4		M1	M2	M3	M4
Z1	0		1	0		0	0		1	0	0	0		1	0	**1**	0
Übergang auf 2	1		1	0				WSB	**0**	**0**	**0**	**0**					
Z2		1	1	0		1	0		0	0	0	1		0	0	0	1
Übergang auf 3	0		0	0				WSB	**0**	**0**	**0**	**0**					
Z3	0		0	1		0	0		1	0	0	0		1	0	0	0
Übergang auf 4	1		0	1				WSB	**0**	**0**	**0**	**0**					
Z4		1	0	1		0	1		0	0	1	0		0	0	1	0
Übergang auf 1	0		0	0				WSB	**0**	**0**	**0**	**0**					



12

FIG.3

16

Alle möglichen Bitmuster werden verarbeitet
und klar definiert

	E1	E2	E3	
k.d. Zustand o. Übergang	0	0	0	
Anzeige E1 fehlt	0	0	1	Zustand4
Anzeige E1 fehlt	0	1	0	Zustand1
Fehler = Paircheck	0	1	1	
k.d. Zustand o. Übergang	1	0	0	
Übergang Z2	1	0	1	Zustand3
Übergang Z1	1	1	0	Zustand2
Fehler = Paircheck	1	1	1	

FIG.4

Patentansprüche:

1. Computerimplementiertes Verfahren zur rechnergestützten Erzeugung eines ausführbaren Steuerungsprogramms zur Steuerung und/oder Regelung eines technischen Prozesses bei dem folgende Verfahrensschritte durchgeführt werden:
Festlegen der Funktionalität des Steuerungsprogramms anhand von Zuständen (Z1 bis Z4), Eingangssignalen (E1 bis E3) und Ausgangssignalen (A1, A2) mittels einer Bedienoberfläche (7);
Umsetzen der festgelegten Funktionalität des Steuerungsprogramms in einen ausführbaren Programmcode, wobei anhand einer mittels der Bedienoberfläche (7) befüllten Eingabetabelle (11) die Funktionalität des Steuerungsprogramms vollständig beschrieben ist, wobei jedem Zustand (Z1 bis Z4) des technischen Prozesses eine Zeile/Spalte der Eingabetabelle (11) und jedem Eingangssignal (E1 bis E3) des technischen Prozesses eine Spalte/Zeile der Eingabetabelle (11) zugeordnet ist, um durch eine Festlegung als:
Signalwechsel (S) erwartet zum Übergang auf den nächsten Zustand oder
Überwacht (I) zur Fehlerdetektion oder
beliebig
in jeder der Zellen der Eingabetabelle (11) den technischen Prozess zur Gänze in der Eingabetabelle (11) zu beschreiben, **dadurch gekennzeichnet, dass** von dem Programmcode in jedem definierten Zustand jedes Eingangssignal entsprechend der Festlegung in der Eingabetabelle (11) entweder ständig bezüglich eines Signalwechsels oder einer Fehlerbedingung überwacht wird oder als beliebig festgelegt und folglich nicht überwacht wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Erzeugung des ausführbaren Steuerprogramms aus der Eingabetabelle (11) eine Arbeitstabelle (12) erzeugt wird, in der jedem Zustand (Z1 bis Z4) des technischen Prozesses eine Zeile/Spalte der Arbeitstabelle (12) und jedem Eingangssignal (E1 bis E3) des technischen Prozesses eine Spalte/Zeile in einem ersten Bereich (13) der Arbeitstabelle (12) zugeordnet wird, um durch eine Festlegung der erwarteten Eingangssignale (Mx in 14) zum Übergang auf den nächsten Zustand (Z1 bis Z4) in einem zweiten Bereich (14) der Arbeitstabelle (12) und durch Festlegung der überwachten Eingangssignale (Mx in 15) zur Fehlerdetektion in einem dritten Bereich (15) der Arbeitstabelle (12) den technischen Prozess zur Gänze in der Arbeitstabelle (12) zu beschreiben.

3. Verfahren gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass in weiteren zwischen den Zuständen (Z1 bis Z4) angeordneten Zeilen/Spalten der Arbeitstabelle (12) jeweils eine Zeile für den Übergang von einem Zustand auf den darauffolgenden Zustand vorgesehen ist, wobei die erwarteten Eingangssignale (Mx in 14) in diesen Zeilen/Spalten alle das Bit Null oder alle das Bit Eins aufweisen müssen.

ZULETZT VORGELEGTE ANSPRÜCHE

4. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass jeder theoretisch möglichen Kombination der Eingangssignale (E1 bis E3) in einer Kontrolltabelle (16) ein Zustand (Z1 bis Z4) der Arbeitstabelle (12) oder überwachter Fehler im dritten Bereich (15) der Arbeitstabelle (12) oder Übergänge in der Arbeitstabelle (12) zuordenbar ist, um die vollständige Beschreibung des technischen Prozesses in der Arbeitstabelle (12) zu verifizieren.

5. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Simulation der Steuerung und/oder Regelung des technischen Prozesses durch das Steuerungsprogramm anhand der Arbeitstabelle (12 im Abschnitt 14) mit Anzeigemittel (8) das jeweils nächste Eingangssignal (E1 bis E3 als M1 bis M4) gekennzeichnet wird, das für den Übergang vom aktuellen auf den nächsten Zustand (Z1 bis Z4) erwartet wird.

6. Speichermedium, umfassend ein Steuerungsprogramm, das dazu geeignet ist, auf einem Prozessor ausgeführt zu werden und die Verfahrensschritte nach einem der Ansprüche 1 bis 5 durzuführen, wenn es auf einem Steuerrechner (1) ausgeführt wird.

7. Computerprogrammprodukt, das ausführbare Anweisungen zum Durchführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 umfasst, wenn sie auf einem Steuerrechner (1) ausgeführt werden.

ZULETZT VORGELEGTE ANSPRÜCHE