



(10) **DE 10 2014 109 033 A1** 2014.12.31

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 109 033.0**

(22) Anmeldetag: **27.06.2014**

(43) Offenlegungstag: **31.12.2014**

(51) Int Cl.: **G05B 17/02 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

13/931,341 **28.06.2013** **US**

(71) Anmelder:

**Fisher-Rosemount Systems, Inc., Round Rock,
Tex., US**

(72) Erfinder:

**Worek, Christopher J., Austin, Tex., US; Blevins,
Terrence L., Round Rock, Tex., US; Havekost,
Robert B., Elgin, Tex., US; Thiele, Dirk, Austin,
Tex., US**

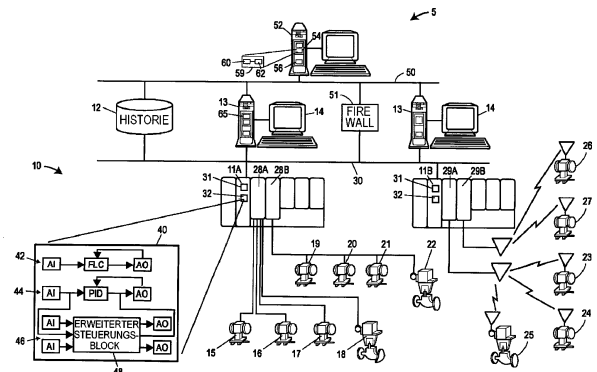
(74) Vertreter:

**Meissner, Bolte & Partner GbR, 80538 München,
DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **NICHT INTRUSIVE DATENANALYSE IN EINEM PROZESSSTEUERUNGSSYSTEM**

(57) Zusammenfassung: Eine Onlinedatenanalysevorrichtung kann in einem Prozesssteuerungssystem als Stand-Alone-Vorrichtung installiert werden, die parallel zu, aber nicht intrusiv in Bezug auf das Onlinesteuerungssystem betrieben wird, um die Onlineanalyse für einen Prozess durchzuführen, ohne dass das Prozesssteuerungssystem neu konfiguriert werden oder neu zertifiziert werden muss. Die Datenanalysevorrichtung umfasst eine Datenanalysemaschine, die mit einer Logikmaschine, welche die vom Prozesssteuerungssystem erfassten Prozessdaten auf nicht intrusiv Weise empfängt, gekoppelt ist. Die Logikmaschine wird betrieben, um zusätzliche Prozessvariablenwerte, die nicht innerhalb des Prozesssteuerungssystems generiert werden, zu ermitteln und stellt die erfassten Prozessvariablenwerte und die zusätzlichen Prozessvariablenwerte für die Datenanalysemaschine bereit. Die Datenanalysemaschine führt auf Statistik basierende Prozessmodelle aus, wie zum Beispiel Chargenmodelle, Stufenmodelle und Phasenmodelle, um eine prädiktive Prozessvariable zu erzeugen, wie zum Beispiel eine Qualitätsvariable für ein Stufen- oder Chargenende, um diese Qualitätsvariable in der Analyse des Onlineprozessbetriebes einzusetzen.



Beschreibung

GEBIET DER OFFENBARUNG

[0001] Dieses Patent betrifft im Allgemeinen Systeme und Verfahren zur Performanceanalyse eines Prozesssteuerungssystems und insbesondere ein System und ein Verfahren zur nicht intrusiven Online-datenanalyse und Datenmodellierung innerhalb von Chargenprozessen und kontinuierlichen Prozessen.

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0002] Prozesssteuerungssysteme, wie diejenigen, die in chemischen Prozessen, Erdöl- oder anderen Prozessen eingesetzt werden, umfassen typischerweise eine oder mehrere Prozesssteuerungsgeräte sowie Eingangs-/Ausgangs-(E/A)-Geräte, die kommunikativ mit zumindest einer Host- oder Bedienerstation und zu einem oder mehreren Feldgeräten über analoge, digitale oder kombinierte analoge/digitale Busse gekoppelt sind. Die Feldgeräte, die zum Beispiel Ventile, Ventilstellungsregler, Schalter und Sender sein können (z. B. Temperatur-, Druck- und Durchflusssensoren) führen Prozesssteuerungsfunktionen innerhalb des Prozesses aus, wie zum Beispiel das Öffnen und Schließen von Ventilen und das Messen der Prozesssteuerungsparameter. Die Prozesssteuerungsgeräte empfangen Signale, die indikativ für die von den Feldgeräten vorgenommenen Prozessmessungen sind, verarbeiten diese Informationen zur Implementierung einer Steuerungsroutine, erzeugen Steuerungssignale, die über die Busse oder Kommunikationslinien an die Feldgeräte gesendet werden, um den Betrieb des Prozesses zu steuern. Auf diese Weise können die Prozesssteuerungsgeräte Steuerungsstrategien unter Anwendung der Feldgeräte über die Busse und/oder über die anderen Kommunikationsverknüpfungen ausführen und koordinieren.

[0003] Prozessinformationen von den Feldgeräten und den Steuerungsgeräten können einer oder mehreren Anwendung/en (z. B. Softwareroutinen, Programmen, etc.) bereitgestellt werden, die durch die Bedienerarbeitsstation (z. B. einem System auf Prozessorbasis) ausgeführt werden, um es einem Bediener zu ermöglichen, in Bezug auf den Prozess gewünschte Funktionen auszuführen, wie zum Beispiel Anzeigen des aktuellen Status des Prozesses (z. B. über eine graphische Benutzeroberfläche), die Bewertung des Prozesses, die Modifizierung des Prozessbetriebs (z. B. über ein visuelles Objektdiagramm), etc. Viele Prozesssteuerungssysteme umfassen ebenfalls eine oder mehrere Anwendungsstationen (z. B. Arbeitsstationen), welche typischerweise unter Verwendung eines Personal Computer, eines Laptops oder einem ähnlichen Gerät implementiert werden und welche kommunikativ mit den Steuerungsgeräten, den Arbeitsstationen des

Bedieners und mit anderen Systemen innerhalb des Prozesssteuerungssystems über ein Ortsnetz (LAN) gekoppelt sind. Jede Anwendungsstation kann eine graphische Benutzeroberfläche umfassen, welche die Prozesssteuerungsinformationen, einschließlich der Werte der Prozessvariablen, der Werte der mit dem Prozess zusammenhängenden Qualitätsparametern, sowie Informationen über Prozessfehlerdiagnosen und/oder Prozessstatusinformationen anzeigt.

[0004] Typischerweise beschränkt sich das Anzeigen von Prozessinformationen auf der graphischen Benutzeroberfläche auf die Anzeige eines Werts jeder mit dem Prozess verknüpfter Prozessvariablen. In manchen Fällen werden Verfahren der Datenanalyse auf die erfassten Daten angewandt, um den Prozessbetrieb zu analysieren. Zum Beispiel können manche Prozesssteuerungssysteme einfache Beziehungen zwischen manchen Prozessvariablen charakterisieren, um mit dem Prozess in Zusammenhang stehende Qualitätsmetriken zu ermitteln. Während in manchen Fällen die Prozessdatenanalyse sehr kompliziert sein kann, werden solche Prozessdatenanalysen größtenteils offline durchgeführt, d.h. nach Fertigstellung des Prozesses. Obwohl die Offlinedatenanalyse ein starkes, seit vielen Jahren von den Kunden zum Beispiel für das Ermitteln der Ursachen von Qualitätsproblemen bei Produkten eingesetztes Werkzeug ist, kann in Fällen, bei denen ein aus dem Prozess resultierendes Produkt nicht mit der vorher bestimmten Qualitätskontrollmetrik übereinstimmt, der Prozess und/oder die Prozessvariablen erst nach der Fertigstellung einer Charge, eines Prozesses und/oder einer Zusammenstellung des resultierenden Produkts analysiert werden. Während eine Einsichtnahme in die Prozess- und/oder Qualitätsvariablen nach Fertigstellung eines Prozesses und/oder einer Charge die Implementierung von Verbesserungen ermöglicht, um die Herstellung und/oder die Verarbeitung nachfolgender Produkte zu verbessern, sind diese Verbesserungen jedoch eventuell nicht in der Lage, die aktuellen, den Spezifikationen nicht entsprechend fertiggestellten Produkte zu korrigieren.

[0005] Dieses Problem tritt besonders akut bei Chargenprozessen auf, d. h. in Prozesssteuerungssystemen, die Chargenprozesse implementieren. Wie bekannt, werden Chargenprozesse typischerweise betrieben, um einen gemeinsamen Satz von Rohmaterialien zusammen als eine „Charge“ durch verschiedene Anzahlen von Stufen oder Schritten (die durch eine oder mehrere Stufen, Phasen oder Verfahren definiert sein können) zu verarbeiten, um ein Produkt zu fertigen. Mehrfache Stufen oder Schritte eines Chargenprozesses können in der gleichen Ausrüstung, wie z. B. in einem Tank, durchgeführt werden, während andere Stufen oder Schritte in einer anderen Ausrüstung durchgeführt werden können. Da

dieselben Rohmaterialien über einen gewissen Zeitraum in den verschiedenen Stufen oder Schritten des Chargenprozesses verschieden verarbeitet werden, ist es in vielen Fällen innerhalb einer gemeinsam genutzten Ausrüstung schwierig, während einer Stufe oder eines Schrittes des Chargenprozesses akkurat zu ermitteln, ob das Material in der Charge auf eine Weise verarbeitet wird, die eher zur Produktion des Endprodukts führt, das die gewünschten oder ausreichenden Qualitätsmetriken aufweist. Da sich die Temperatur, der Druck, die Konsistenz, der pH-Wert oder andere Parameter des zu verarbeitenden Materials während des Zeitraums des Betriebs der Charge sehr oft ändern, während das Material an Ort und Stelle bleibt, bedeutet dies, dass es meistens schwierig zu ermitteln ist, ob der Chargenprozess zu einem bestimmten Zeitpunkt während des Chargenlaufs auf eine Weise funktioniert, die am ehesten zur Produktion eines Endprodukts mit den gewünschten Qualitätsmetriken führt.

[0006] Daher ist es in vielen Fällen wünschenswert, analytische Berechnungen, während ein Produkt hergestellt wird, online (bei laufendem Betrieb) durchführen zu können, statt dies offline (nachdem das Produkt fertiggestellt wurde) zu tun. Für die Online- und Offline-Datenanalyse können die selben Berechnungen verwendet werden, Onlinedatenanalyse jedoch schafft die Möglichkeit, korrektive Maßnahmen zu ergreifen, bevor das Produkt fertiggestellt ist.

[0007] Ein Onlineanalyseverfahren der Feststellung, ob eine derzeit betriebene Charge normal oder innerhalb gewünschter Spezifikationen läuft (und deshalb eher zu einem Endprodukt mit den gewünschten Qualitätsmetriken führt), vergleicht verschiedene Prozessvariablenmessungen, die während des Betriebes der fortlaufenden Charge vorgenommen werden, wobei ähnliche Messungen während des Betriebes einer exemplarischen oder „goldenen Charge“ entnommen werden. In diesem Fall ist eine goldene Charge eine vorbestimmte, zuvor durchgelaufene Charge, die als ein Chargenlauf ausgewählt worden ist, der den normalen oder erwarteten Betrieb der Charge repräsentiert und der in einem Endprodukt mit den erwünschten Qualitätsmetriken resultiert. Chargenläufe eines Prozesses variieren jedoch in ihrer Zeitspanne, d. h. sie variieren in der Zeit, die benötigt wird, um die Charge fertig zu stellen, wodurch es schwierig ist, den Zeitraum innerhalb der goldenen Charge festzustellen, der am Besten auf die derzeit gemessenen Parameter der fortlaufenden Charge zutrifft, die mit der goldenen Charge verglichen werden sollen. Zudem können die Prozessvariablen der Charge in vielen Fällen während des Chargenbetriebes im Vergleich zu denen einer ausgewählten goldenen Charge stark variieren, ohne eine erhebliche Qualitätsverschlechterung des Endprodukts aufzuweisen, was bedeutet, dass die laufende Charge immer noch richtig laufen kann, auch wenn

Prozessvariablen von den ähnlichen Variablen der goldenen Charge abweichen. Des Weiteren ist es oft schwer, wenn nicht völlig unmöglich, einen bestimmten Chargenlauf zu identifizieren, der in der Lage ist, als goldene Charge in sämtlichen Fällen verwendet werden zu können, mit dem sämtliche andere Chargenläufe verglichen werden sollten.

[0008] Ein Verfahren zur Analyse der Ergebnisse eines fortlaufenden Chargenprozesses, das einige der Probleme der Anwendung einer goldenen Charge bewältigt, ist die Erstellung eines statistischen Modells für die Charge und die Verwendung dieses statistischen Modells für die Durchführung von Onlineanalysen. Diese Technik beinhaltet das Erfassen von Daten für jeden der Prozessvariablenätze (Chargenparameter) aus einer Reihe von verschiedenen Chargenläufen eines Chargenprozesses sowie das Identifizieren oder Messen von Qualitätsmetriken für jeden dieser Chargenläufe. Danach werden die erfassten Chargenparameter und Qualitätsdaten verwendet, um ein statistisches Modell der Charge zu erstellen, wobei das statistische Modell den „normalen“ Betrieb der Charge repräsentiert, der zu den erwünschten Qualitätsmetriken führt. Dieses statistische Modell der Charge kann dann online während des Prozessbetriebs verwendet werden, um zu analysieren, in welchem statistischen Zusammenhang verschiedene, während eines bestimmten Chargenlaufs vorgenommene Prozessvariablenmessungen mit denselben Messungen innerhalb der Chargenläufe, die zur Entwicklung des Modells verwendet wurden, stehen. Zum Beispiel kann dieses statistische Modell verwendet werden, um einen Durchschnitts- oder Medianwert für jede gemessene Prozessvariable sowie eine Standardabweichung bereitzustellen, die mit jeder gemessenen Prozessvariablen eines beliebigen Zeitpunkts während des Chargenlaufs in Zusammenhang steht, mit dem die derzeit gemessenen Prozessvariablen verglichen werden können. Zudem kann dieses statistische Modell dazu verwendet werden, um vorauszusagen, wie sich der derzeitige Status der Charge auf die ultimative Qualität des am Ende der Charge gefertigten Chargenprodukts auswirken wird oder dieser zuzuordnen ist.

[0009] Im Allgemeinen erfordert diese Art von Chargenmodellierung enorme Mengen an Daten, die von verschiedenen Quellen online erfasst werden, wie z. B. Sendern, Steuerkreisen, Analysern, virtuellen Sensoren, Kalkulationsblöcken sowie manuellen Eingaben. Der Großteil der Daten wird in kontinuierlichen Datenhistorien gespeichert. Erhebliche Mengen an Daten, und insbesondere manuelle Eingaben, sind jedoch üblicherweise mit Prozessverwaltungssystemen verknüpft. Die aus beiden Systemen extrahierten Daten müssen zusammengeführt werden, um die Erfordernisse der Modellerstellung zu erfüllen. Außerdem durchläuft, wie oben erwähnt, ein Chargenprozess normalerweise mehrere signifikant ver-

schiedene Stufen, Schritte oder Phasen, sowohl aus technologischer Sicht, als auch aus Sicht der Modellierung. Deshalb wird ein Chargenprozess typischerweise bezüglich der Phasen unterteilt, sodass ein Modell für jede Phase konstruiert werden kann. In diesem Fall werden Daten für dieselbe Phase oder dieselbe Stufe aus vielen Chargenläufen gruppiert, um das statistische Modell für diese Phase oder diese Stufe oder diese Prozedur zu entwickeln. Der Zweck einer solchen Datenanordnung ist, Nichtlinearitäten des Prozesses zu beseitigen oder zu mindern. Ein weiterer Grund für die Entwicklung von unterschiedlichen Chargenmodellen auf Grundlage einer Stufe, einer Phase, einer Prozedur oder einer anderen Basis ist, dass bei verschiedenen Stufen einer Charge verschiedene Prozessparameter aktiv sind und für die Modellierung verwendet werden. Als Folge davon kann ein Stufenmodell mit einem spezifischen Satz an Parametern konstruiert werden, die für die jeweilige Stufe relevant sind, um nur die Prozessparameter aufzunehmen oder zu berücksichtigen, die für die jeweilige Chargenstufe relevant sind.

[0010] Verschiedene Verfahren zur Durchführung von auf Statistik basierender Onlinedatenanalyse in Chargen- und kontinuierlichen Prozessen werden detaillierter in den US-Patentanmeldungen Nr. 2010/0318934, 2011/0288660, 2011/0288837 und 2013/0069792 beschrieben, die generell Verfahren zur Erstellung und Ausführung von Onlineprozessmodellen, welche eine Schätzung, Voraussage und Steuerung der Prozessvariablen und der Prozessqualität ermöglichen, beschreiben. Die Offenbarungen der US-Patentanmeldungen Nr. 2010/0318934, 2011/0288660, 2011/0288837 und 2013/0069792 werden somit ausdrücklich durch Verweis auf dieselben in dieses Patent aufgenommen. Allgemein gesagt können die in diesen Veröffentlichungen beschriebenen Datenanalysemodell und Benutzeroberflächenverfahren für die Online- und die Offline-Datenanalyse eingesetzt werden, wie auch für die Online-Prozesssteuerung, während ein Prozess ausgeführt wird, um so die Qualität der von einem Prozess hergestellten Produkte zu steigern, während der Prozess läuft.

[0011] Typischerweise müssen für die Onlinedatenanalyse Daten aus verschiedenen Bereichen, Regionen, Einheiten, Ausrüstungen etc. der Anlage erfasst werden, um die Analyse einer jeden Stufe oder eines jeden Teils eines Prozesses durchzuführen, der modelliert wird, während der Prozess, der analysiert wird, in Betrieb ist. Die Erfassung dieser Daten kann in vielen Fällen die Erfassung und Verarbeitung von Daten erfordern, deren Erfassung durch die Prozesssteuerungsgeräte, Feldgeräte, Chargenkoordinationsmaschinen oder anderen Vorrichtungen oder Modulen im Prozess ursprünglich nicht vorgesehen war. In vielen Fällen erfordert daher das Hinzufügen von Onlinedatenanalytik einen Bediener

oder einen Prozesskonfigurationsingenieur, um das Prozesssteuerungssystem neu zu konfigurieren, zum Beispiel durch eine Prozessänderung, um die neuen Variablen, die für die Datenanalysemodelle oder Datenanalyseberechnungen als Eingabe erforderlich sind, hinzuzufügen, zu generieren oder zu erfassen. Für Anlagenbediener mit einem „gesperrten“ oder zertifiziertem Steuerungssystem stellt diese Änderung ein Problem dar, da der Anlagenbediener dafür die Konfigurationsänderungen des Prozesssteuerungssystems eingeben muss und dann das System erneut zertifizieren und wieder sperren muss. Dieser erneute Zertifizierungsprozess kann sehr kosten- und zeitspielig sein.

KURZDARSTELLUNG

[0012] Ein Onlinedatenanalyzesystem kann in einem Prozesssteuerungssystem als unabhängige Vorrichtung installiert werden, die parallel zu, aber nicht intrusiv in Bezug auf das Onlinesteuerungssystem betrieben wird und das die Onlineanalyse für einen Prozess durchführt, ohne dass das Prozesssteuerungssystem neu konfiguriert werden muss, um die Onlinedatenanalyse zu unterstützen, und daher nicht die Notwendigkeit besteht, das Prozesssteuerungssystem neu zu zertifizieren. Die Datenanalysevorrichtung umfasst eine Datenanalysemaschine, die mit einer Logikmaschine, welche die vom Prozesssteuerungssystem erfassten Prozessdaten auf nicht intrusive Weise empfängt, gekoppelt ist. Die Logikmaschine wird betrieben, um zusätzliche Prozessvariablenwerte, die nicht innerhalb des Prozesssteuerungssystems generiert werden, zu ermitteln und stellt zumindest einige der erfassten Prozessvariablendaten und die zusätzlichen Prozessvariablenwerte für die Datenanalysemaschine bereit. Die Datenanalysemaschine, führt auf Statistik basierende prädiktive Prozessmodelle aus, wie zum Beispiel Chargenmodelle, Stufenmodelle und Phasenmodelle, um eine prädiktive Prozessvariable zu erzeugen, wie zum Beispiel eine Qualitätsvariable für ein Stufen- oder Chargenende, um diese Qualitätsvariable in der Analyse des Onlineprozessbetriebes, welcher ein Chargenprozess oder ein kontinuierlicher Prozess sein kann, einzusetzen.

[0013] Das Online-datenanalyzesystem kann eine Datenanalysemaschine, die mit einer Logikmaschine gekoppelt ist, umfassen. In diesem Fall kann die Datenanalysemaschine mit der Prozesslogikmaschine gekoppelt sein, um Daten von der Prozesslogikmaschine zu empfangen, die die Datenanalysemaschine benötigt, um verschiedene Prozessmodelle, wie zum Beispiel Chargenmodelle, Stufenmodelle, Phasenmodelle, etc., als Teil der Onlineanalyse auszuführen, und kann ansonsten Datenanalyse in jeder bekannten oder gewünschten Weise durchführen. Die Prozesslogikmaschine, welche ein Simulationssteuerungssystem umfassen kann, empfängt Da-

ten von der Anlage in Form von gemessenen Prozessvariablen, Steuerungssignalen, Alarmen, Warnhinweisen, etc. Während die Logikmaschine Schlüsselvariablen enthalten kann, die vom Onlinesteuerungssystem des Prozesses empfangen werden, und diese Variablen im Wesentlichen als Teil eines Simulationssteuerungssystems „spiegeln“ kann, kann die Logikmaschine zusätzlich oder alternativ eine Prozesslogikausführungsmaschine umfassen, die Werte für alle neuen Variablen errechnet, entwickelt, simuliert oder generiert, die von der Datenanalysemaschine gefordert werden, jedoch vom aktuellen Anlagensteuerungssystem nicht entwickelt, gemessen oder erfasst werden oder innerhalb des aktuellen Anlagensteuerungssystems nicht erfasst werden. Solche neuen Variablen können, zum Beispiel, Hinweise auf den Beginn oder das Ende einer bestimmten Chargenstufe, Chargenphase, Chargenprozedur etc. sein oder ein Hinweis auf einen anderen Beginn- oder Endpunkt im Prozess, der mit einem oder mehreren der in der Datenanalysemaschine verwendeten prädiktiven Modelle verknüpft ist.

[0014] Die neue Datenanalysemaschine kann also unabhängig von und separat in Bezug auf das existierende Steuerungssystem konfiguriert werden und kann so betrieben werden, dass sie nur Read-only-Operationen in Bezug auf das vorhandene Steuerungssystem durchführt, wenn sie Daten von dem Originalsteuerungssystem oder dem vorhandenen Steuerungssystem erhält. Als Folge davon kann die Datenanalysemaschine in Bezug auf das Prozesssteuerungssystem auf nicht intrusive Weise installiert und betrieben werden, sodass das Hinzufügen und die Ausführung der Datenanalysemaschine generell keine Modifikation, Änderung oder Neukonfiguration des Onlinesteuerungssystems erfordert, und daher keine Neu-Zertifizierung des Onlinesteuerungssystems beim Hinzufügen der Datenanalysemaschine nötig ist. Jedoch kann die Datenanalysemaschine immer noch analytische Berechnungen ausführen und Ergebnisse in Form von Prozessvariablen oder Voraussagen zur Produktqualität ausgeben, wobei all dies in Unabhängigkeit des vorhandenen Produktions- oder Steuerungssystems geschieht.

[0015] Dieses kombinierte System umfasst also eine Onlinedatenanalysemaschine, die an ein Simulationssteuerungssystem angebunden ist, welches den Betrieb des vorhandenen Produktionssystems überwacht, spiegelt und/oder simuliert, damit die Datenanalysemaschine Onlineanalysen für das vorhandene System durchführen kann (welches von der Existenz eines externen Datenanalyseystems nichts wissen muss). Diese Lösung funktioniert, wenn dieselben oder unterschiedliche Versionen eines Steuerungssystems innerhalb der Logikmaschine einerseits und innerhalb des Prozessanlagensteuerungssystems andererseits verwendet werden und funktioniert sogar dann, wenn verschiedene Steuerungssys-

teme einerseits als Teil der Logikmaschinensimulation und andererseits als Teil des Onlinesteuerungssystems verwendet werden.

[0016] In einem Fall umfasst ein Datenanalyse-System zur Verwendung bei der Analyse des Betriebs der Prozessanlagensteuerausstattung innerhalb einer Prozessanlage, während die Prozessanlagensteuerausstattung online innerhalb der Prozessanlage betrieben wird, um einen industriellen Prozess zu implementieren, eine Datenerfassungsvorrichtung, gekoppelt mit der Prozessanlagensteuerausstattung, um Prozessvariablendaten, die innerhalb des industriellen Prozesses ermittelt oder gemessen werden, während der industrielle Prozess online in Betrieb ist, aus der Prozessanlagensteuerausstattung zu erfassen, und eine Prozesslogikmaschine, die mit der Datenerfassungsvorrichtung kommunikativ gekoppelt ist, die auf einem Computerprozessor agiert, um einen Teil des Betriebs des industriellen Prozesses unter Verwendung der erfassten Prozessvariablendaten zu simulieren, um eine oder mehrere zusätzliche Prozessvariablenwerte zu erzeugen. Das System umfasst des Weiteren eine Prozessanalysemaschine, die kommunikativ mit der Prozesslogikmaschine gekoppelt ist, wobei die Prozessanalysemaschine ein oder mehrere gespeicherte Datenanalysemodelle (in Form von prädiktiven Modellen) umfasst, die den Prozessbetrieb statistisch modellieren und eine Datenanalyseausführungsmaschine, die eine Datenanalyseroutine unter Verwendung des einen Datenanalysemodells oder der mehreren Datenanalysemodelle ausführt, während der industrielle Prozess online betrieben wird, um eine prädikative Prozessvariable für den industriellen Prozess unter Verwendung einiger der Prozessvariablendaten und einer oder mehrerer der zusätzlichen Prozessvariablenwerte zu ermitteln, während der industrielle Prozess online in Betrieb ist.

[0017] Wenn gewünscht, kann das Datenanalyse-System die prädiktive Prozessvariable als einen prädiktiven Prozessqualitätswert ermitteln, wie zum Beispiel einen Produktqualitätswert für ein Stufen- oder Chargenende. Die Prozesslogikmaschine kann eine oder mehrere Prozesslogikmodelle umfassen und eine Prozesssimulationsmaschine, die auf einem Prozessor ausgeführt wird, um den Betrieb des industriellen Prozesses unter Verwendung der einen oder mehrerer Prozesssimulationsmodelle für die Erzeugung einer oder mehrerer zusätzlicher Prozessvariablenwerte zu simulieren. Die Prozesssimulationsmaschine kann die von der Datenerfassungsvorrichtung erfassten Prozessvariablenwerte speichern, um den Betrieb des industriellen Prozesses zu simulieren, oder kann ein oder mehrere Simulationsmodelle betreiben, um den Betrieb des industriellen Prozesses zu simulieren. Die Prozesssimulationsmaschine kann auch die Konfiguration des industriellen Pro-

zesssteuerungssystem als Teil der Simulation speichern.

[0018] In dem Fall, in dem der industrielle Prozess ein Chargenprozess ist, können das eine oder die mehreren Datenanalysemodelle ein Chargenmodell, zwei oder mehrere Stufenmodelle und/oder zwei oder mehrere Phasenmodelle umfassen, die verschiedene Stufen oder Phasen des Chargenprozesses definieren oder mit diesen verknüpft sind. In diesem Fall kann die Prozesslogikmaschine umfassen: ein Prozessmodell, das den Beginn oder das Ende einer durch das Chargenmodell definierten Charge als einen der einen oder einen der mehreren zusätzlichen Prozessvariablenwerte ermittelt, ein Prozessmodell, das den Beginn oder das Ende für jede einzelne der zwei oder mehreren Stufen, die mit den beiden oder mehreren Stufenmodellen verknüpft sind, als den einen zusätzlichen Prozessvariablenwert oder mehrere zusätzliche Prozessvariablenwerte ermittelt, oder ein Prozessmodell, das den Beginn und das Ende jeder einzelnen der beiden oder mehreren Phasen, die mit den Phasenmodellen verknüpft sind, als die eine Prozessvariable oder mehrere Prozessvariablen ermittelt.

[0019] In manchen Fällen, können die Datenanalysemodelle ein „Projektion-auf-latente-Strukturen-Modell“ (PLS) oder andere statistische prädikative Modelle umfassen. Darüber hinaus kann die Datenerfassungsvorrichtung, welche eine OPC-Datenerfassungsvorrichtung sein kann, Prozessvariablen in der Form von gemessenen Prozessvariablen, Steuerungssignalen, Alarmen und Warnhinweisen verarbeiten, die innerhalb des industriellen Prozesses generiert werden, oder beliebige andere Prozessdaten, die innerhalb des industriellen Prozesses als Teil des konfigurierten Betriebs des industriellen Prozesssteuerungssystems gemessen, erfasst oder generiert werden.

[0020] Die Datenanalyse kann des Weiteren umfassen: eine Modellerstellungsmaschine, die das eine oder die mehreren Datenanalysemodell/e auf Grundlage der zuvor innerhalb des industriellen Prozesses erfassten Daten für einen oder mehrere vorhergehende industrielle Prozesse oder Prozesszeiten und zusätzlicher Variablenwerte ermittelt, die von der Prozesslogikmaschine für den einen oder für mehrere vorhergehende industrielle Prozesse oder Prozesszeiten ermittelt wurden. Das Datenanalyzesystem kann gleichfalls als Teil der Prozesslogikmaschine eine Prozesssimulationsmaschine umfassen, welche die aktuelle Konfiguration der im industriellen Prozess verwendeten Prozesssteuerungsausrüstung speichert. Die Prozesslogikmaschine kann ebenso eine Modellerstellungsmaschine umfassen, welche es dem Benutzer ermöglicht, ein oder mehrere Logikmodelle zu entwickeln, die in die Prozesslo-

gikmaschine implementiert werden, um die eine oder zusätzliche Prozessvariablenwert/e zu ermitteln.

[0021] In einem weiteren Fall umfasst ein computerimplementiertes Analyseverfahren für den Betrieb einer Prozessanlagensteuerungsausrüstung innerhalb einer Prozessanlage, während die Prozessanlagensteuerungsausrüstung online innerhalb der Prozessanlage in Betrieb ist, um einen industriellen Prozess zu implementieren, das Erfassen von innerhalb des industriellen Prozesses ermittelten oder gemessenen Prozessvariablendaten aus der Prozessanlagensteuerungsausrüstung, während der industrielle Prozess online in Betrieb ist und unter Verwendung von zumindest einigen der erfassten Prozessvariablendaten, um den Betrieb des industriellen Prozesses auf einer Computerprozessorrückmeldung zu simulieren, um eine oder mehrere zusätzliche Prozessvariablenwert/e zu erzeugen. Das Verfahren zur Analyse des Betriebs der Prozessanlagensteuerungsausrüstung umfasst auch das Speichern eines oder mehrerer prädiktiver Datenanalysemodelle, welches oder welche den Prozessbetrieb statistisch modellieren, und das Verwenden eines Computerprozessors, um eine Datenanalyseroutine unter Verwendung des einen oder mehrerer Datenanalysemodelle, zumindest eines Teils der erfassten Prozessvariablendaten und den einen oder mehreren zusätzlichen Prozessvariablenwert/en zu implementieren, während der industrielle Prozess online in Betrieb ist, um eine prädiktive Prozessvariable für den industriellen Prozess zu ermitteln.

[0022] Wenn gewünscht, kann das Analyseverfahren eine prädiktive Prozessvariable für den industriellen Prozess als einen prädiktiven Prozessqualitätswert ermitteln, wie zum Beispiel einen Qualitätswert bezüglich eines Stufenendes oder bezüglich eines Chargenendes. Das Erfassen von Prozessvariablendaten aus der Prozessanlagensteuerungsausrüstung, die innerhalb des industriellen Prozesses ermittelt oder gemessen werden, während der industrielle Prozess online in Betrieb ist, kann über eine oder mehrere Kommunikationsfirewall/s das Erfassen von Prozessvariablendaten umfassen, ohne die Prozessanlagensteuerungsausrüstung neu zu konfigurieren und/oder das Erfassen von innerhalb des industriellen Prozesses ermittelten oder gemessenen Prozessvariablendaten aus der Prozessanlagensteuerungsausrüstung umfassen, während der industrielle Prozess online in Betrieb ist.

[0023] Des Weiteren kann das Verwenden von zumindest einigen der Prozessvariablendaten zur Simulation des Betriebs des industriellen Prozesses das Verwenden von einer oder mehrerer Prozesslogikroutinen oder eines oder mehrerer Prozesssimulationsmodell/e umfassen, welche auf Basis von zumindest einiger der Prozessvariablendaten betrieben

werden, um den einen zusätzlichen oder mehrere zusätzliche Prozessvariablenwert/e zu erzeugen.

[0024] Das Analyseverfahren kann einen Benutzer außerdem in die Lage versetzen, unter Verwendung eines Computerprozessors das eine oder die mehreren Datenanalysemodell/e aus vorherigen Prozessvariablenwerten, die aus dem industriellen Prozess für einen oder mehrere vorherige industrielle Prozesse oder Prozesszeiten erfasst wurden, sowie zusätzliche Prozessvariablenwerte, die für den einen oder mehrere vorherige industrielle Prozesse ermittelt oder gemessen wurden, zu entwickeln; und kann des Weiteren einen Benutzer in die Lage versetzen, ein oder mehrere Logikmodule zu entwickeln, die auf einem Computerprozessor zu implementieren sind, um den einen oder die mehreren zusätzlichen Prozessvariablenwert/e zu ermitteln.

[0025] In einem weiteren Fall umfasst ein Prozesssteuerungssystem zur Verwendung bei der Steuerung eines industriellen Prozesses Prozessanlagensteuerungsausrüstung in der Form von zumindest einem Steuerungsgerät und einem oder mehreren Feldgeräten, die einen industriellen Prozess implementieren, und eine Datenerfassungsvorrichtung, die kommunikativ mit der Prozessanlagensteuerungsausrüstung gekoppelt ist, um Prozessvariablenwerte aus der Prozessanlagensteuerungsausrüstung zu erfassen, die innerhalb des industriellen Prozesses ermittelt oder gemessen werden, während der industrielle Prozess online in Betrieb ist. Das Prozesssteuerungssystem umfasst ebenfalls eine Prozesslogikmaschine, die mit der Datenerfassungsvorrichtung kommunikativ gekoppelt ist, welche auf einem Computerprozessor agiert, um den Betrieb des industriellen Prozesses unter Verwendung einiger der erfassten Prozessvariablenwerte, um einen oder mehrere zusätzliche Prozessvariablenwert/e zu produzieren, und eine Prozessdatenanalysemaschine, die kommunikativ mit der Prozesslogikmaschine gekoppelt ist, zu simulieren. Hier umfasst die Prozessanalysemaschine ein oder mehrere gespeicherte Datenanalysemodelle, die den Betrieb des Prozesses statistisch modellieren, und eine Datenanalyseausführungsmaschine, welche eine Datenanalyseroutine unter Verwendung des einen Datenanalysemodells oder mehrerer Datenanalysemodelle ausführt, während der industrielle Prozess online in Betrieb ist, um eine prädiktive Prozessvariable für den industriellen Prozess unter Verwendung eines Teils der erfassten Prozessvariablenwerte und des einen oder der mehreren zusätzlichen Prozessvariablenwert/e zu ermitteln, während der industrielle Prozess online in Betrieb ist.

[0026] In diesem Fall kann die Prozessanlagensteuerungsausrüstung mit einem ersten Kommunikationsnetzwerk gekoppelt werden, und die Prozesslogikmaschine und die Prozessanalysemaschine können mit einem zweiten Kommunikationsnetz-

werk gekoppelt werden, wobei eine oder mehrere Firewalls zwischen dem ersten und dem zweiten Kommunikationsnetzwerk angeordnet werden. Wenn so gewünscht, kann die Datenerfassungsvorrichtung sowohl mit dem ersten als auch mit dem zweiten Kommunikationsnetzwerk gekoppelt werden und kann Read-only-Operationen am ersten Kommunikationsnetzwerk durchführen, ohne Schreiboperationen am ersten Kommunikationsnetzwerk durchzuführen. Gleichsam kann die Prozessanlagensteuerungsausrüstung eine Datenhistorie umfassen, welche mit dem ersten und dem zweiten Kommunikationsnetzwerk verbunden ist, das dafür adaptiert ist oder so betrieben wird, dass es Daten, die von den mit dem ersten Kommunikationsnetzwerk in Verbindung stehenden Geräten generiert oder empfangen werden, speichert.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0027] Es zeigen:

[0028] Fig. 1 ein Diagramm einer isolierten Datenanalysemaschine, die mit einem Prozesssteuerungsnetzwerk, welches eine Steuerung und Feldgeräte aufweist, gekoppelt ist, wobei die Datenanalysemaschine für die Implementierung von online- oder offline-Datenanalytik für Chargen- oder kontinuierliche Prozesse verwendet werden kann.

[0029] Fig. 2 ein Blockdiagramm zur Veranschaulichung eines Beispiels einer nicht-intrusiv implementierten Datenanalysemaschine, welche eine Datenanalysemaschine und eine Logikmaschine in der Form eines simulierten Prozesssteuerungssystems aufweist.

[0030] Fig. 3 ein Datenflussdiagramm eines Prozesssteuerungssystems, welches eine Datenanalysemaschine aufweist, die vom Onlineprozesssteuerungssystem isoliert ist, aber die in Bezug auf den Betrieb des Prozesssteuerungssystems online betrieben wird, um eine Onlinechargendatenanalyse durchzuführen.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0031] Fig. 1 stellt ein Beispiel einer Industrieanlage **5** dar, in der eine nicht-intrusive Datenanalysemaschine installiert und benutzt werden kann. Die Industrieanlage **5** umfasst ein Onlineprozesssteuerungssystem **10**, welches ein oder mehrere Prozesssteuerungsgerät/e (**11A** und **11B** in Fig. 1), welches oder welche in einem primären Kommunikationsnetzwerk der Anlage mit einer Datenhistorie **12** und mit einer oder mehreren Hostarbeitsstationen oder Computern **13** verbunden sind (bei denen es sich um jede Art von Personalcomputer, Arbeitsstation, etc. handeln kann), wobei jede der Hostarbeitsstationen oder Computer einen eigenen Bildschirm

14 aufweist. Die Steuerungsgeräte **11A** und **11B** sind zudem mit den Feldgeräten **15–27** über die Eingabe/Ausgabe-Karten (E/A-Karten) **28A**, **28B** und **29A**, **29B** verbunden und können betrieben werden, um einen oder mehrere Chargenläufe eines Chargenprozesses zu implementieren oder können einen kontinuierlichen Prozess unter Verwendung aller oder einiger Feldgeräte **15–27** implementieren. Die Steuerungsgeräte **11**, die Datenhistorie **12**, die Computer **13**, die Eingabe/Ausgabe-Geräte (E/A-Geräte) **28** und **29** und die Feldgeräte **15–27** sind kommunikativ mit einem primären Steuerungskommunikationsnetzwerk **30** verbunden, welches im Folgenden auch als Onlinesteuerungsnetzwerk bezeichnet wird.

[0032] Die Datenhistorie **12**, welche jede beliebige Art von Datenerfassungseinheit sein kann, die jede beliebige Art von Speicher und jede beliebige oder bekannte Art von Software, Hardware oder Firmware zum Speichern von Daten aufweisen kann, kann getrennt von den Arbeitsstationen (wie in **Fig. 1** gezeigt) oder als Teil der Arbeitsstationen **13** vorhanden sein. Die Steuerungsgeräte **11**, bei welchen es sich zum Beispiel um von Emerson Process Management vertriebene DeltaV®-Geräte handeln kann, sind kommunikativ mit den Hostcomputern **13** und mit der Datenhistorie **12**, zum Beispiel über eine Ethernetverbindung oder eine beliebige andere Kommunikationsleitung, die Teil des Kommunikationsnetzwerkes **30** ist, verbunden. Die Steuerungsgeräte **11A** und **11B** können kommunikativ mit den Feldgeräten **15–27** unter Verwendung jeder beliebigen Hardware und jeder beliebigen Software verbunden sein, die zum Beispiel mit einem Standard-4-20-mA-Kommunikationsprotokoll und/oder einem beliebigen Smart-Kommunikationsprotokoll wie zum Beispiel dem FOUNDATION® Feldbus-Protokoll, dem HART® Protokoll, dem WirelessHART® Protokoll, etc. verknüpft sein kann.

[0033] Im System der **Fig. 1** wird das Steuerungsgerät **11A** dargestellt, das über das E/A-Gerät **28A** an 4-20-mA-Geräte, oder an HART-Geräte **15–18** über Standardverkabelung, wie zum Beispiel verkabelte HART-Kommunikationsleitungen, verbunden ist. Gleichsam wird das Steuerungsgerät **11A** in **Fig. 1** über das E/A-Gerät **28B** an die FOUNDATION®-Feldbusgeräte **19–22** über standardmäßig verkabelte Feldbuslinks oder -busse angeschlossen gezeigt. Zudem erscheint im System der **Fig. 1** das Steuerungsgerät **11B** angeschlossen an die WirelessHART® Feldgeräte **23–25** über das E/A-Gerät **29A** und über Sender, die ein WirelessHART-Kommunikationsprotokoll implementieren, während das Steuerungsgerät **11B** an andere Feldgeräte **26**, **27** über andere drahtlose Kommunikationsprotokolle, wie das auf Prozesssteuerung basierende, drahtlose IEEE-Protokoll, angeschlossen ist. Jedoch können die Steuerungsgeräte **11** mit einer beliebigen Anzahl an Feldgeräten jeder beliebigen Art unter Verwendung eines beliebigen Kommunikationsprotokolls mit oder ohne

Kabel oder einer beliebigen Kommunikationstechnologie mit oder ohne Kabel kommunizieren. Selbstverständlich können die Feldgeräte **15–27** Feldgeräte eines jeden beliebigen Typs sein, wie z. B. Sensoren, Ventile, Sender, Stellungsgeber, etc. Insbesondere können die Feldgeräte **15–27** eine Prozesssteuerungskomponente eines beliebigen Typs umfassen, welche in der Lage ist, Eingaben zu empfangen, Ausgaben zu generieren und/oder einen Prozess zu steuern. Zum Beispiel können die Feldgeräte **15–27** die Form von Steuerungseingabegeräten oder Prozesssteuerungseingabegeräten aufweisen, wie zum Beispiel Ventile, Pumpen, Ventilatoren, Heizer, Kühler und/oder Mixer für die Steuerung eines Prozesses. Zusätzlich können die Feldgeräte **15–27** die Form von Ausgabegeräten für die Prozesssteuerung aufweisen, wie zum Beispiel Thermometer, Druckmessgeräte, Konzentrationsmessgeräte, Flüssigkeitsstandmesser, Durchflussmessgeräte und/oder Dampfsensoren, welche die Prozessvariablen innerhalb eines Teils oder mehrerer Teile eines Prozesses messen. Die Eingabegeräte können Befehle von den Steuerungsgeräten **11** empfangen, einen oder mehrere spezifische Befehle auszuführen und eine Prozessänderung zu verursachen. Des Weiteren messen die Ausgabegeräte Prozessdaten, Umgebungsdaten und/oder Daten der Eingabegeräte und übermitteln die gemessenen Daten an die Steuerungsgeräte **11** oder an andere Geräte als Prozesssteuerungsinformationen. Diese Prozesssteuerungsinformationen können Werte von Variablen sein (z. B. gemessene Prozessvariablen und/oder gemessene Qualitätsvariablen), die einer gemessenen Ausgabe der einzelnen Feldgerätes entsprechen. Die gemessenen Prozessvariablen können auch mit Prozesssteuerungsinformationen verknüpft sein, die von Feldgeräten, die Teile des Prozesses und/oder Merkmale der Feldgeräte messen, herrühren. Gemessene Qualitätsvariablen können mit Prozesssteuerungsinformationen verknüpft sein, die sich auf das Messen von Prozessmerkmalen beziehen, welche sich auf zumindest einen Teil eines fertiggestellten Produktes oder eines Zwischenproduktes beziehen.

[0034] Des Weiteren können die E/A-Karten **28** und **29** E/A-Karten jedes beliebigen Typs sein, die jedem beliebige Kommunikations- oder Steuerungsprotokoll entsprechen. Obwohl in **Fig. 1** nur zwei Steuerungsgeräte **11A** und **11B** in **Fig. 1** dargestellt sind, könnte auch eine beliebige Anzahl an Steuerungsgeräten verwendet werden, um mit einer beliebigen Anzahl von Feldgeräten unter Verwendung von einem beliebigen Kommunikationsprotokoll, wie Profibus, AS-Schnittstelle, etc., Protokolle, verbunden zu werden und diese zu steuern.

[0035] In jedem Fall umfassen die Steuerungsgeräte **11A** und **11B**, wie generell üblich, Prozessoren **31**, die eine oder mehrere Prozesssteuerungsroutinen (gespeichert in einem Speicher **32**) imple-

mentieren oder überwachen, wobei die Prozesssteuerungsroutinen Steuerungskreise umfassen können und mit den Feldgeräten **15–27**, den Hostcomputern **13** und der Datenhistorie **12** kommunizieren, um einen Prozess auf eine gewünschte Weise zu steuern. Zu erwähnen ist, dass Teile jeder hierin beschriebenen Steuerungsroutine oder Steuerungsmodul durch verschiedene Steuerungsgeräte oder, wenn gewünscht, andere Geräte, implementiert oder ausgeführt werden können. Gleichsam können die hierin beschriebenen Steuerungsroutinen oder Steuerungsmodul, die innerhalb des Prozesssteuerungssystems **10** zu implementieren sind, jede beliebige Form, inklusive Software, Firmware, Hardware, etc. annehmen. Steuerungsroutinen können in jedem beliebigen Softwareformat, wie z. B. objektorientiertem Programmieren, Ladder Logic, sequentiellen Funktionscharts oder Funktionsblockdiagrammen oder in jeglicher anderen Softwareprogrammiersprache oder in jedem anderen Designparadigma implementiert werden. Gleichsam können die Steuerungsroutinen beispielsweise in ein oder mehreren EPROMs, EEPROMs, anwendungsspezifischen integrierten Schaltungen (ASICs), oder in jeglichen anderen Hardware- oder Firmwareelementen hartkodiert werden. Daher können die Steuerungsgeräte **11** konfiguriert werden, um eine oder mehrere Steuerungsstrategien oder -routinen in jeder beliebigen Weise zu implementieren.

[0036] In manchen Ausführungen implementieren die Steuerungsgeräte **11** eine oder mehrere Steuerungsstrategien unter Verwendung von üblicherweise so genannten Funktionsblöcken, wobei jeder Funktionsblock ein Objekt oder ein anderer Teil (z. B. eine Subroutine) einer generellen Steuerungsroutine ist und gemeinsam mit anderen Funktionsblöcken (über Verbindungen, den sogenannten Links) betrieben wird, um Prozesssteuerungskreise (Loops) innerhalb des Prozesssteuerungssystems **10** zu implementieren. Funktionsblöcke führen normalerweise eine von einer Eingabefunktion, wie jene, die mit einem Sender, einem Sensor oder einem anderen Prozessparametermessgerät verknüpft sind, einer Steuerungsfunktion wie jener, die mit einer Steuerungsroutine verknüpft ist, die PID-, Fuzzy-Logik, neuronale Netzwerke, etc., Steuerung durchführen, oder einer Ausgabefunktion durch, welche den Betrieb einiger Geräte wie eines Ventils steuern, um eine physische Funktion innerhalb des Prozesssteuerungssystems **10** durchzuführen. Selbstverständlich existieren auch hybride oder andere Arten von Funktionsblöcken. Funktionsblöcke können in den Steuerungsgeräten **11** gespeichert und von den Steuerungsgeräten **11** ausgeführt werden, was typischerweise der Fall ist, wenn diese Funktionsblöcke für Standard-4-20-mA-Geräte und einigen Arten von Smart-Feldgeräten wie zum Beispiel HART-Geräte verwendet werden oder mit diesen verknüpft werden, und können außerdem in Smart-Feldgeräten selbst gespeichert und von die-

sen implementiert werden, was auf Feldbusgeräte zutreffen kann.

[0037] Wie in **Fig. 1** anhand der auseinandergezogenen Ansicht des Blocks **40** dargestellt, kann das Steuerungsgerät **11A** eine Anzahl an Single-Loop-Steuerungsroutinen umfassen, dargestellt als Routinen **42** und **44**, und kann, wenn gewünscht, einen oder mehrere erweiterte Steuerungsloops wie Multiple-Input / Multiple-Output-Steuerungsroutinen, dargestellt als Steuerungsloop **46**, implementieren. Jeder solche Loop wird typischerweise als Steuerungsmodul bezeichnet. Die Single-Loop-Steuerungsroutinen **42** und **44** werden beim Durchführen einer Single-Loop-Steuerung unter Anwendung eines Single-Input/Single-Output-Fuzzy-Logik-Steuerungsblocks beziehungsweise eines Single-Input/Single-Output-PID-Steuerungsblocks dargestellt, wobei diese mit geeigneten analogen (AI) Input- bzw. analoge (AO) Output-Funktionsblöcken verbunden sind, welche mit Prozesssteuerungsgeräten wie Ventilen, mit Messgeräten wie Temperatur- und Drucksensoren, oder mit einem beliebigen anderen Gerät innerhalb des Prozesssteuerungssystems **10** verknüpft sein können. Die dargestellte erweiterte Steuerungsloop **46** umfasst Eingaben, die kommunikativ mit einem oder mehreren AI-Funktionsblöcken verbunden sind, und Ausgaben, die kommunikativ mit einem oder mehreren AO-Funktionsblöcken verbunden sind, obwohl die Eingaben und Ausgaben eines erweiterten Steuerungsblocks **48** mit jedem anderen beliebigen Funktionsblock oder anderen beliebigen Steuerungselementen verbunden werden können, um andere Arten von Eingaben und Ausgaben zu empfangen und um andere Arten von Steuerungsausgaben bereitzustellen. Der erweiterte Steuerungsblock **48** kann zum Beispiel jede Art von MPC-Block (modellprädiktive Steuerung), ein Neuralnetzmodellierungs- oder -steuerungsblock, ein vielfachvariabler Fuzzylogik-Steuerungsblock, ein Echtzeitoptimierungsblock, ein adaptiv abgestimmter Steuerungsblock, etc. sein. Es versteht sich, dass die in **Fig. 1** dargestellten Funktionsblöcke, die den erweiterten Steuerungsblock **48** umfassen, vom Steuerungsgerät **11A** ausgeführt werden können, oder sich aber in einem beliebigen anderen Verarbeitungsgerät wie einer der Arbeitsstationen **13** oder sogar eines der Feldgeräte **19–22** befinden kann und von diesen anderen beliebigen Verarbeitungsgeräten ausgeführt werden können. Es versteht sich, dass die Steuerungsloops oder Steuerungsmodul **42**, **44** und **46** mit der Implementieren von Chargenprozessen oder kontinuierlichen Prozessen innerhalb des Prozesssteuerungssystems **10** verknüpft sein oder bei dieser Implementierung verwendet werden können.

[0038] Zudem wird in **Fig. 1** ein sekundäres Kommunikationsnetzwerk **50** dargestellt, das mit einem primären Steuerungskommunikationsnetzwerk **30** zum

Beispiel über eine oder mehrere der Computerge-
räte **13**, der Historie **12** und/oder einem Firewallge-
rät **51** gekoppelt ist. Das sekundäre Netzwerk **50** ist
vom primären Steuerungskommunikationsnetzwerk
30 isoliert, beispielsweise durch das Verwenden des
Firewallgeräts **51** und/oder einer oder mehrerer Fire-
walls bzw. Sicherheits-Isolier-Mechanismen, die sich
in einem beliebigen oder in allen mit dem Netzwerk
50 verbundenen Server- und Computergeräten **12**
und **13** befinden können und von diesen implemen-
tiert werden können. Relevant ist, dass ein Daten-
analyse-system **52** kommunikativ mit dem sekundä-
ren Netzwerk **50** und daher mit den verschiedenen
Geräten **12** und **13** verbunden ist, im Wesentlichen,
um vom primären Steuerungskommunikationsnetz-
werk **30** von einem sicherheitstechnischen Stand-
punkt aus isoliert zu sein. Das Datenanalyse-system
52 kann jede Art von Computer oder Verarbeitungs-
gerät sein, das einen Speicher **54** und einen Prozes-
sor **56** hat, wobei der Speicher **54** eine oder mehrere
Datenanalyseroutinen und/oder Anwendungen spei-
chert und der Prozessor **56** eine oder mehrere Da-
tenanalyseroutinen und/oder Anwendungen ausführt
und die Datenanalyseroutinen und/oder Anwendun-
gen Datenanalyse in Bezug auf einen oder mehre-
re Chargen- oder kontinuierliche Prozesse ausfüh-
ren, die vom oder am primären Steuerungskommuni-
kationsnetzwerk **30** implementiert werden, inklusive
von beispielsweise Online- oder Offline-Datenanaly-
sen für das primäre oder Onlinesteuerungsnetzwerk
30. Während beim sekundären Kommunikationsnetz-
werk **50** das Verwenden eines festverdrahteten Kom-
munikationsnetzwerks dargestellt ist, könnte das se-
kundäre Kommunikationsnetzwerk **50** ein drahtloses
Kommunikationsnetzwerk umfassen, oder stattdes-
sen als solches implementiert werden, unter Verwen-
dung eines beliebigen drahtlosen Kommunikations-
protokolls und/oder beliebiger Hardware und könnte
mit dem primären Kommunikationsnetzwerk **30** fest-
verdrahtet oder drahtlos verbunden werden.

[0039] Wie anhand des vergrößerten Blocks **59** in
Fig. 1 gezeigt wird, kann das Datenanalyse-system
52 eine Datenanalysemaschine **60** umfassen, wel-
che mit einer Logikmaschine **62** gekoppelt ist. Wie
nachstehend genauer erörtert wird, kann die Daten-
analysemaschine **60** eine Datenanalyse- oder eine
Modellierungsschnittstelle für das Erstellen oder das
Formen einer oder mehrerer Datenanalysemodelle,
die verwendet werden können, online oder offline Da-
tenanalyse durchzuführen; einen Speicher für das
Speichern des einen oder mehrerer Modelle zum
Durchführen der Datenanalyse, und eine Datenana-
lyseausführungsmaschine umfassen, um das eine
oder die mehreren Datenanalysemodelle gemeinsam
mit dem Betrieb des Prozesssteuerungssystems **10**
auszuführen, wobei das Prozesssteuerungssystem
10 mit dem primären Kommunikationsnetzwerk **30**
verbunden ist, um Datenanalyse in Bezug auf den
Betrieb des Prozesssteuerungsnetzwerkes **10** auszu-

führen, wie zum Beispiel Vorhersagen zu Prozess-
variablen innerhalb des Prozesses zu treffen, oder
zu Qualitätsvariablen von Produkten, welche durch
den Prozess gefertigt werden, an das Prozesssteue-
rungssystem **10** Empfehlungen bezüglich Änderun-
gen abzugeben, Prozessleistungsanalysen zu erstel-
len, etc. Des Weiteren kann die Logikmaschine **62**,
die teilweise oder gänzlich aus einem simulierten Pro-
zesssteuerungsmodul bestehen kann, den Betrieb
des Prozesssteuerungssystems **10** simulieren oder
zurückverfolgen, gemäß Implementierung über das
primäre Kommunikationsnetzwerk **30** (oder relevan-
te Teile davon), um online Parameter oder Varia-
blenwerte für das Prozesssteuerungssystem **10** zu
erfassen und/oder entwickeln, die von der Daten-
analysemaschine **60** beim Durchführen der Online-
Datenanalyse verwendet werden. Wenn gewünscht,
kann das simulierte Prozesssteuerungssystem die-
selbe oder eine andere Version des Online-Prozess-
steuerungsnetzwerkes **30** umfassen und kann so-
gar unter Anwendung derselben oder einer anderen
Art von Prozesssteuerungssystemsoftware geformt
werden als jener, die im Onlinesteuerungsnetz-
werk **30** verwendet wird. Auf diese Weise kann
das simulierte Prozesssteuerungssystem oder -mo-
dul den Betrieb des Online-Prozesssteuerungsnetz-
werkes **30** mit denselben oder anderen (z.B. weiterent-
wickelten) Kapazitäten simulieren, um dadurch den
Betrieb eines Steuerungsnetzwerkes zu simulieren,
welches für den Betrieb im Onlinesteuerungsnetz-
werk **30** getestet wird, oder kann Kapazitäten aufwei-
sen, die im Online-Prozesssteuerungsnetzwerk **30**
nicht vorhanden sind.

[0040] Für die Unterstützung der Datenanalysema-
schine **60** während Online- oder in manchen Fällen
Offlineoperationen ist in einem der Computergerä-
te oder -server **13** ein Kommunikationsmodul **65**
angeordnet und wird betrieben, um verschiedene Pro-
zessvariablenwerte und andere Prozessinformatio-
nen aus dem Prozesssteuerungsnetzwerk **10**, wel-
ches mit dem primären Kommunikationsnetzwerk **30**
verbunden ist, zu erfassen oder zu lesen, und wird
des Weiteren betrieben, um diese Werte dem Da-
tenanalyse-system **52** über das sekundäre Kommu-
nikationsnetzwerk **50** zu übermitteln, sodass die Da-
tenanalysemaschine **60** und/oder die Logikmaschine
62 diese Werte beim Durchführen einer Online- oder
Offline-Datenanalyse verwenden kann. Das Kom-
munikationsmodul **65**, das konkret im vorliegenden
Dokument als eine Datenerfassungsvorrichtung in
der Form eines offenen Prozesssteuerungsservers
(OPC-Server) beschrieben wird, kann jede Art von
System oder Modul für das Lesen und das Erfas-
sen von Informationen aus den Geräten sein, wel-
che mit dem primären Kommunikationsnetzwerk **30**
verknüpft oder verbunden sind, einschließlich der
Steuerungsgeräte **11A** und **11B**, der Datenhistorie
12, der Feldgeräte **15–27**, den Computern **13** oder
beliebiger anderer Geräte im primären Kommunika-

tionsnetzwerk **30**, beschränkt auf Nur-Lese-Funktionen. Das Kommunikationsmodul oder die Datenerfassungsvorrichtung **65** ist außerdem mit dem sekundären Kommunikationsnetzwerk **50** verbunden und wird betrieben, um die Prozessanlagendaten für einen oder mehrere Benutzer oder Geräte auf dem sekundären Netzwerk **50** bereitzustellen. Das Kommunikationsmodul **65** kann Prozessvariablenwerte auf einer „Variable by Variable“-Basis (wie das für OPC-Geräte typisch ist) erfassen und senden, oder es kann diese Daten in zum Beispiel Webseiten unter Verwendung eines HTML-basierten Protokolls erfassen und senden.

[0041] Allgemein gesagt kann das Kommunikationsmodul **65** als OPC-Server implementiert werden, welcher eine Softwareanwendung ist, die als Anwendungsprogrammchnittstelle (API) agiert, oder ein Protokollkonverter, der für gewöhnlich mit einem Gerät wie z. B. einem Steuerungsgerät, einer Datenhistorie, etc. verbunden wird und der betrieben wird, um die Daten aus dem Gerät in ein standardbasiertes OPC-Format zu übersetzen. Das OPC-Protokoll, welches von der OPC Foundation gemanagt wird, ist ein Industriestandard, der in Zusammenarbeit mit einer Reihe von weltweit tätigen Lieferanten für Automatisierungshardware und -software in Kooperation mit Microsoft® geschaffen wurde. Der Standard definiert Verfahren zum Austausch von Automatisierungsdaten zwischen PC-basierten Clients in Echtzeit. Daher verwendet OPC eine etablierte Methodik zum Spiegeln oder Bereitstellen eines Datenzugangs, zum Beispiel zwischen unterschiedlichen proprietären Netzwerken, um das Erfassen, den Import und die Kommunikation von Daten zwischen verschiedenen Netzwerken, wie Netzwerken mit unterschiedlichen Datenstrukturen, Protokollen, etc., zu ermöglichen. OPC-konforme Anwendungen wie Mensch-Maschine-Schnittstellen, Historien, Tabellenkalkulation, Trending, etc. können mit dem OPC-Server verbunden werden und diesen für das Lesen (und in manchen Fällen für das Schreiben) von Gerätedaten verwenden. Obwohl am dargestellten Kommunikationsmodul **65** erkennbar ist, dass es sich in einem der Computergeräte **30** befindet, könnte dieses sich ebenso in einem beliebigen anderen Gerät auf dem primären Kommunikationsnetzwerk **30** befinden, wie zum Beispiel im Firewallgerät **51**, in der Historie **12** oder, wie normalerweise üblich, in einem Stand-Alone-Gerät oder Server.

[0042] Erneut auf die Datenanalyse-System **52** der Fig. 1 Bezug nehmend, kann die Datenanalysemaschine **60** dieses Datenanalyse-Systems eine oder mehrere Prozessanalyseroutinen umfassen, welche im Speicher **54** gespeichert werden, um durch den Prozessor **56** ausgeführt zu werden. Während die an den Datenanalysemaschine **60** und die Logikmaschine **62** als in einem Single-Computer-lesbaren Speicher befindlich dargestellt sind und auf einem

Einzelprozessor des Systems **52** ausgeführt werden, könnten die Datenanalysemaschine **60** und die Datenlogikmaschine **62** in mehr als einem Speicher gespeichert werden und/oder in mehr als einem Prozessor ausgeführt werden, wobei sich diese Speicher und Prozessoren im selben oder in verschiedenen Geräten befinden können. Allgemein gesagt sind die Datenanalysemaschine **60** und daher die Prozessanalyseroutinen, die von der Maschine **60** ausgeführt werden, (beispielsweise über den OPC-Server **65**) mit einer oder mehreren Steuerungsrou-tinen, wie den Steuerungsrou-tinen **42**, **44**, **46**, mit der Datenhistorie **12** und/oder einer oder mehreren Anwendungen innerhalb des primären Kommunikationsnetzwerks **30** kommunikativ gekoppelt, um eine oder mehrere Prozessvariablenmessungen, Steuerungssignale, Konfigurationsdaten und/ oder andere gemessene oder generierte Datenwerte innerhalb des primären Kommunikationsnetzwerks **30** zu empfangen. Allerdings empfängt die Datenanalysemaschine **60** in diesem Fall nur Daten oder Informationen, für deren Erfassung, als Teil des Betriebs des Prozesssteuerungs-systems, das Prozesssteuerungssystem **10** konfiguriert worden ist. Jedoch können eine oder mehrere Modellerstellungsroutinen der Datenanalysemaschine **60** diese Daten zum Entwickeln eines oder mehrerer statistischer Prozessmodelle verwenden, die verwendet werden können, um einen laufenden oder Online-Chargenprozess oder kontinuierlichen Prozess zu analysieren. Die Datenanalysemaschine **60** kann dann diese Modelle online ausführen, wobei sie erneut Daten des OPC-Servers in Bezug auf den Betrieb des Online-Prozesses verwendet, während der Prozess läuft, um Vorhersagen zu Prozessvariablenwerten innerhalb des Prozesses zu treffen, Ursachen und Wirkungsbeziehungen innerhalb des Prozesses zu analysieren, Qualitätsmerkmale für durch den Prozess gefertigte Produkte oder Ausgaben vorausszusagen, Prozessänderungen für die Prozessoptimierung vorzuschlagen oder zu empfehlen, etc. Die Datenanalyseroutinen der Datenanalysemaschine **60** können auch Informationen für Benutzer, wie zum Beispiel Prozessbediener, in Bezug auf den Online- oder laufenden Prozess anzeigen, der vom Prozesssteuerungssystem **10** implementiert wird, Empfehlungen für Änderungen des Prozesssteuerungssystem oder des Prozesses abgeben, um einen effizienteren Prozessbetrieb zu ermöglichen, die Qualität der innerhalb der Anlage **10** gefertigten Produkte zu steigern, etc.

[0043] In einem Beispiel kann die Datenanalysemaschine **60** einige oder alle Datenanalyseroutinen implementieren, die genauer in der US-Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnr. 2010/0318934 beschrieben werden, welche eine Datenanalyse-System beschreibt, die es einem Bediener oder einem anderen Benutzer ermöglicht, die Ursache von Qualitätsverschlechterungen oder -schwankungen innerhalb eines Prozesses zu erkennen und ermitteln, und

dadurch den Benutzer oder den Bediener in die Lage versetzen, die Anlage zu ändern, um Qualitätsprobleme oder -verschlechterungen zu mindern oder zu beseitigen. Des Weiteren kann die Datenanalysemaschine **60** die in der US-Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnr. 2011/0288660 beschriebenen Techniken verwenden, um eines oder mehrere Prozessmodelle zur Verwendung bei der Modellierung eines Prozesses, wie zum Beispiel eines Chargenprozesses, zu erstellen, um Vorhersagen zu Prozessvariablen, wie zum Beispiel Variablen für die Produktqualität oder die Qualität des letztendlichen Ergebnisses, zu treffen. Insbesondere beschreibt diese Veröffentlichung eine Methodik für das Erstellen eines oder mehrerer Prozessmodelle für das Verwenden in Datenanalysemaschinen eines Chargenprozesses und die anschließende Verwendung dieser Modelle für die Analyse des laufenden oder Online-Betriebs von aufeinander folgenden Chargenläufen eines Prozesses. Insbesondere beschreibt diese Veröffentlichung ein Verfahren zum Erfassen von Daten und zum Abgleich der aus verschiedenen Chargenläufen eines Prozesses erfassten Daten zur Erstellung eines Modells, wobei der Datenabgleich auf dem Erkennen des Beginns und des Endes verschiedener Ereignisse innerhalb des Chargenprozesses, wie zum Beispiel verschiedenen Stufen, Prozeduren, Operationen, etc. des Chargenprozesses, basiert; und im Anschluss das Erstellen von Prozessmodellen für den Chargenprozess aus den abgeglichenen Daten. Im Anschluss daran können Daten aus einer Online-Charge analysiert werden, indem die aus diesem Chargenlauf erfassten Daten mit den abgeglichenen Modelldaten abgeglichen werden, indem PLS-, PCA- und/oder andere statistische Datenanalyseverfahren auf die abgeglichenen Daten unter Verwendung der Prozessmodelle angewandt werden, um zu ermitteln, in welcher Weise die aktuelle Charge oder Onlinecharge mit dem statistischen Modell in Zusammenhang steht, um Vorhersagen zu Prozessvariablen oder Qualitätsvariablen von Produkten treffen zu können und um eine Rechenmaschine für die oben beschriebenen Analysen für Funktionen auf der Benutzeroberfläche bereitstellen zu können. Darüber hinaus kann die Datenanalysemaschine **60** Techniken verwenden, die in der US-Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnr. 2011/0288837 beschrieben werden, welche eine weitere Datenanalyseroutine und Modellerstellungsroutine beschreibt, die den Prozess in einen Satz von Stufen teilt und Online-Datenanalyse unter Verwendung von PLS, PCA und anderen Prozessmodellen durchführt, die auf den so definierten Stufen basieren. Gleichsam kann die Datenanalysemaschine **60** die Techniken verwenden, die in der US-Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnr. 2013/0069792 beschrieben werden, welche ein System beschreibt, das einen Chargen- oder kontinuierlichen Fertigungsprozess unter Verwendung eines Modells modelliert, welches so entwickelt wurde, dass es für unterschiedliche Prozess-

stadien, wie zum Beispiel Prozessdurchsatzbereiche, gilt, und welches das in der Datenanalyse verwendete Modell auf Grundlage des aktuellen Prozessstadiums abändert oder justiert.

[0044] In Bezug auf **Fig. 2** wird ein Beispiel des Datenanalyzesystems **52**, welches die Datenanalysemaschine **60** und die Logikmaschine **62** der **Fig. 1** umfasst, genauer dargestellt. Insbesondere umfasst, wie an **Fig. 2** dargestellt, die Datenanalysemaschine **60** einen Satz an Datenanalysemodellen oder analytischen Modellen oder -routinen **70**, die in einem Speicher gespeichert sind, eine (DA) Datenanalyseausführungs- oder -laufzeitmaschine **72**, eine Modellbau- oder Modellerstellungsmaschine **73**, eine Benutzerschnittstelle (UI) **74**, und eine Kommunikationsschnittstelle **76**, die zum Beispiel ein mit einem oder mehreren beliebigen Kommunikationsprotokollen verknüpfter Kommunikationsstack sein kann. Die Modelle oder Routinen **70** werden von Benutzern oder Modellerstellern erstellt, beispielsweise unter Verwendung der Modellerstellungsmaschine **73** und der UI **74**, oder sie können von anderen Quellen importiert werden. Allgemein gesagt umfassen oder verwenden die Modelle und Routinen **70** Datenanalysemodelle wie statistisch basierte prädiktive Modelle, die auf beliebige Weise entwickelt werden, um die aktuellen Betriebscharakteristika der Prozessanlage **10** im Vergleich zum Betrieb eines statistisch akzeptablen oder modellierten Prozesslauf zu modellieren oder zu reflektieren. Die Laufzeit- oder Ausführungsmaschine **72** kann eine oder mehrere der Modelle oder Routinen **70** online ausführen, d.h. während des Betriebs des Prozesssteuerungsnetzwerkes **10**, unter Verwendung der verschiedenen Modelle oder Routinen **70** zu den richtigen Zeitpunkten, um den aktuellen Betrieb des Prozesssteuerungsnetzwerkes **10** oder von Teilen davon zu modellieren, um Voraussagen zu treffen, wie zum Beispiel Voraussagen zur Produktqualität, oder zur Ausgabequalität des von der Anlage gefertigten Produktes, Voraussagen zu aktuellen oder zukünftigen Prozessvariablenwerten, etc. Die Ausgaben der Laufzeitmaschine **72** können verwendet werden, um eine beliebige andere Analyse der Anlage oder innerhalb der Anlage **10** durchzuführen. Zum Beispiel kann die Laufzeitmaschine **72** den Betrieb der Anlage **10** unter Verwendung eines beliebigen Analyseverfahrens analysieren. In einem besonderen Beispiel kann die Laufzeitmaschine **72** als Datenanalysemaschine des Systems, das in der US-Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnr. 2010/0318934 oder in einer anderen der oben erwähnten Veröffentlichungen beschrieben wird, betrieben werden, um Produktvariablenwerte oder Produktqualitätswerte zu schätzen oder vorauszusagen, um den Beitrag verschiedener Parameter zu den prädiktiven Ausgabe- oder Qualitätsschwankungen zu ermitteln und Benutzern zu ermöglichen, diesen Beitrag zu visualisieren, um Simulationen des Anlagenbetriebs basierend auf Abweichungen eines

oder mehrerer Steuerungsparameter zu betreiben, etc. In manchen Fällen kann die Laufzeitmaschine **72** Voraussagen zur Produktqualität treffen, die von einem aktuell laufenden, vom Prozesssteuerungssystem **10** implementierten Chargenprozess ausgegeben werden wird, oder Prozessvariablenwerte des Prozesssteuerungsnetzwerkes **10** vorhersagen und solche Vorhersagen und Qualitätsvariablenwerte für einen Benutzer wie zum Beispiel einen Bediener über die UI **74** unter Verwendung der Datenanalysemodelle und -techniken bereitstellen, die in diesen Veröffentlichungen beschrieben werden. Der Bediener kann diese Vorhersagen dann dazu verwenden, die Prozesssteuerung **10** über ein oder mehrere Steuerungsgeräte **11A** oder **11B** zu verändern, um ein Produkt zu erzeugen, das bessere Qualitätscharakteristika aufweist. Beispiele solcher Benutzerschnittstellen werden detailliert beispielsweise in der US-Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnr. 2010/0318934 beschrieben. Des Weiteren werden Verfahren zur Entwicklung von Prozessmodulen zur Verwendung in einer Datenanalysemaschinen in den US-Patentanmeldungen mit den Veröffentlichungsnr. 2011/0288660, 2011/0288837 und 2013/0069792 beschrieben, deren gesamte Offenbarungen hiermit ausdrücklich als Verweis in das vorliegende Patent aufgenommen werden.

[0045] Relevant ist, dass die Laufzeitmaschine **72** während des Betriebs über die Kommunikationsschnittstelle **76** mit der Logikmaschine **62** kommuniziert, um die für das ordnungsgemäße Laufen oder Implementieren der Modelle **70** notwendigen Daten zu erhalten, um dadurch Onlinevorhersagen und Qualitätsbewertungen zu treffen oder andere Onlineanalysen bereitzustellen. Wie in **Fig. 2** dargestellt, umfasst die Logikmaschine **62** ein simuliertes Steuerungsnetzwerk **80**, eine Prozesslogikmaschine **82**, einen Kommunikationsblock **84** für das Kommunizieren mit dem aktuellen Prozesssteuerungsnetzwerk **10**, eine UI-Schnittstelle **86** und eine Logikerstellungsanwendung **88**. In einem Fall kann das simulierte Prozesssteuerungsnetzwerk **80** eine Steuerungssystemsimulation sein, die dafür konfiguriert ist, den Betrieb des in **Fig. 1** dargestellten Steuerungsnetzwerkes **10** zu simulieren. In diesem Fall umfasst das simulierte Steuerungsnetzwerk **80** einige oder alle Komponenten des tatsächlichen Steuerungsnetzwerkes **10**, die in die Simulation **80** portiert werden, sodass das simulierte Steuerungsnetzwerk **80** einige oder alle Prozessvariablenwerte simuliert. Während das simulierte Steuerungsnetzwerk **80** unter Verwendung der selben Softwaremodule, die auch im tatsächlichen Steuerungsnetzwerk **10** implementiert sind, konfiguriert oder implementiert werden kann, kann das simulierte Steuerungsnetzwerk eine andere Version eines solchen Steuerungsnetzwerkes (mit zum Beispiel anderen Features) sein, oder es kann sogar eine völlig andere Art von Steuerungsnetzwerk sein. Auf diese Weise kann das Datenanalysesystem **52** eine andere

Art von Steuerungssystem verwenden, um den Betrieb des tatsächlichen Prozesssteuerungsnetzwerkes, das modelliert wird, zu simulieren, wenn gewünscht.

[0046] Allgemein gesagt umfasst oder verwendet das simulierte Steuerungsnetzwerk **80** die mit dem tatsächlichen Steuerungsnetzwerk **10** verknüpften, für die Modelle **70** notwendige Konfigurationswerte, und imitiert oder speichert die Zusammenhänge zwischen Prozessvariablen, Konfigurationsvariablen, etc. innerhalb der Prozessanlage **10** in ihrer aktuellen Konfiguration. Als Folge davon umfasst das simulierte Steuerungsnetzwerk **80** einige oder alle Prozessvariablen, Konfigurationsvariablen, Verbindungsvariablen, Benutzerschnittstellenvariablen etc., die mit der tatsächlichen Prozessanlage **10** in ihrer Konfiguration verknüpft sind und von dieser verwendet werden.

[0047] Es versteht sich, dass der in **Fig. 2** dargestellte Kommunikationsblock **84** die tatsächlichen Prozessanlagedaten oder -information aus der Prozessanlage **10** erhält oder liest, um aktuelle Werte von Prozessvariablen, Steuerungssignalen, Alarmen und Warnhinweisen, etc., die von der tatsächlichen Prozessanlage **10** gesendet oder in dieser verwendet werden, Konfigurationsparameter, wie sie innerhalb der Anlage **10** geändert werden, etc., zu erhalten, und dass der Kommunikationsblock **84** diese Werte für das simulierte Steuerungsnetzwerk **80** bereitstellt. In einem Fall können diese Prozessvariablen, Steuerungs- und Anlagenkonfigurationsdaten etc. erhalten werden, indem eine Datenerfassungsvorrichtung mit offenem Protokoll **90** verwendet wird, welche ein in **Fig. 1** dargestellter OPC-Server **65** sein kann, der innerhalb des Computergeräts **13** angeordnet ist, welches sich auf dem in **Fig. 1** dargestellten primären Kommunikationsnetzwerk **30** befindet. Hier kann die Datenerfassungsvorrichtung **90** direkt mit der Historie **12** innerhalb der Prozessanlage **10** und/oder mit den tatsächlichen physischen Geräten innerhalb der Anlage **10** wie den Steuerungsgeräten **11A** und **11B**, den Feldgeräten **15–27**, Steuerungsmodulen wie Funktionsblöcken oder Steuerungsmodulen **42, 44, 46**, etc. innerhalb der Anlagengeräte kommunizieren, und stellt die erfassten Informationen für die Logikmaschine **62**, und insbesondere für das simulierte Steuerungsnetzwerk **80** der Logikmaschine **62** zur Verfügung. Als Beispiel kann ein OPC-Server **90** innerhalb des primären Kommunikationsnetzwerkes **30** der **Fig. 1** verbunden werden, um die aktuellen Werte von verschiedenen Prozessvariablen, Steuerungsvariablen, Konfigurationsparametern, Alarmen, Warnhinweisen, Nachrichten, etc. zu erhalten, da diese Werte innerhalb der Prozessanlage **10** existieren, und kann betrieben werden, um diese Werte für das simulierte Steuerungssystem **80** bereitzustellen, welches diese Werte einfach innerhalb des simulier-

ten Steuerungsnetzwerkes **80** als Teil der Simulation spiegeln kann.

[0048] Natürlich kann der OPC-Server **90** der **Fig. 2** jeder Standard-OPC-Netzwerkserver sein, der vor oder gemeinsam mit der Anlage **10** (wie normalerweise innerhalb von Anlagen üblich) konfiguriert wird, um Zugang zu verschiedenen Werten innerhalb der Anlage **10**, über die Historie **12**, über die tatsächlichen Geräte in der Anlage **10**, oder beiden bereitzustellen, wie hinlänglich bekannt ist. Hier agiert das OPC-Gerät **90** als oder implementiert eine Firewall zwischen dem Datenanalysesystem **52** und dem primären Kommunikationsnetzwerk **30** der **Fig. 1**. Als solche kann der OPC-Server **90** nur Nur-Lesefunktionen innerhalb des primären Kommunikationsnetzwerks **30** der **Fig. 1**. durchführen, ohne Schreibfunktionen in diesem Netzwerk durchzuführen. Das Verwenden des OPC-Servers **90** oder einer anderen ähnlichen Onlineanlagendatenerfassungsvorrichtung ermöglicht, dass die Datenanalysemaschine **60** und Logikmaschine **62** mit der Anlage **10** verbunden werden, ohne dass das Anlagennetzwerk **10** neu konfiguriert werden muss und ohne dass das Anlagennetzwerk **10** neu zertifiziert werden muss.

[0049] Es versteht sich, dass das simulierte Prozesssteuerungsnetzwerk **80** Daten, die es aus der Anlage **10** erhält, für jede der Prozessvariablen und andere Variablen speichern kann, die für das Lesen oder den Empfang durch den OPC-Server **90** programmiert worden sind und es Zugang zu diesen Variablenwerten ermöglicht, die von der Online-Diagnose- oder Analysemaschine **72** gebraucht werden. Natürlich wird der OPC-Server **90** während der Laufzeit der Anlage **10** betrieben, um neue Variablenwerte zu erhalten und um die Variablen- und Parameterwerte innerhalb des simulierten Prozesssteuerungsnetzwerks **80** gemäß jenen neuen Variablen zu aktualisieren, die innerhalb der Anlage generiert werden. Daher wird der OPC-Server **90** betrieben, um Variablen- und Parameterwerte innerhalb der Anlage **10** sofort verfügbar oder zugänglich für die Logikmaschine **62** und somit für die Laufzeitmaschine **72** zu machen, so, als ob die Diagnoselaufzeitmaschine **72** tatsächlich mit der Prozessanlage **10** verbunden wäre und diese Variablenwerte direkt an der Anlage **10** messen oder von ihr erhalten würde.

[0050] Jedoch müssen in vielen Fällen die Laufzeitmaschine **72** und/oder die von der Laufzeitmaschine **72** verwendeten Modelle **70** direkten Zugang zu verschiedenen Variablenwerten, Parameterwerten oder anderen Informationen haben, die nicht vom OPC-Server **90** erfasst werden, weil der OPC-Server **90** ursprünglich nicht dafür ausgerichtet wurde, diese Daten zu erfassen oder weil diese Daten nicht generiert werden oder nicht direkt innerhalb der Prozessanlage **10** erfasst werden können. Beispiele solcher Variablen- oder Parameterwerte umfassen das Er-

kennen von Wechseln von Stufen oder Stadien innerhalb eines Prozesses, beispielsweise wenn Stufen, Phasen, Verfahren, Einheitsphasenprozeduren, etc. innerhalb eines Prozesses beginnen oder enden, Stadienwechsel, die auf dem Wert eines Statusparameters innerhalb des Prozesses basieren, etc. Natürlich können solche Variablen oder Parameter Schätzungen von Prozessvariablen sein, die nicht innerhalb der Prozessanlage **10** gemessen oder erfasst werden, oder andere Daten oder Informationen, die nicht gemessen, erfasst oder auf andere Weise dem OPC-Server **90** zur Verfügung gestellt werden. In diesem Fall führt die Prozesslogikmaschine **82** ein oder mehrere zusätzliche Prozesslogikmodule **92** aus, welche von einem Bediener oder Konfigurationsingenieur konfiguriert oder entwickelt werden können, beispielsweise unter Verwendung der Logikerstellungsanwendung **88** und der UI **86**. Die Prozesslogikmodule **92** werden innerhalb der Prozesslogikmaschine **82** betrieben und verwenden zumindest einige der Anlagedaten, die vom OPC-Server **90** entwickelt oder erfasst werden, oder die auf andere Weise innerhalb des Prozesssimulationssystems **80** ermittelt oder gespeichert werden, um die für die Laufzeitmaschine **72** oder für die Modelle **70** notwendigen zusätzlichen Variablen oder Daten als Teil des Betriebs der Laufzeitmaschine **72** zu berechnen.

[0051] Daher kann zum Beispiel in einem Fall eines der Prozesslogikmodule **92** mit den Prozessanlagendaten arbeiten, die innerhalb des Prozesssimulationssystems **80** simuliert oder gehalten werden, um den Wechsel einer Chargenstufe, oder den Wechsel von einer Chargenphase oder -prozedur zu einer anderen Chargenphase oder -prozedur eines Chargenprozesses zu erkennen. Das Erkennen eines solchen Wechsels in einer Chargenstufe oder Chargenphase oder -prozedur kann benötigt werden, um die Laufzeitmaschine **72** in die Lage zu versetzen, ein neues Modell **70** ausführen zu können oder Daten für die Verwendung in einem neuen Modell **70** für diese Phase oder Stufe oder Prozedur des Chargenprozess zu erfassen, der in der Anlage **10** online implementiert ist. In diesem Fall kann es sein, dass der Wechsel der Phase oder Stufe oder Prozedur des Chargenprozesses nicht als solcher von der Anlage **10** oder vom OPC-Server **90** gemessen wird, oder dass diese Aktion nicht spezifisch dem OPC-Server **90** innerhalb des primären Kommunikationsnetzwerkes **30** kommuniziert wird. Zum Ausgleich dieses Umstandes können ein oder mehrere Prozesslogikmodule **92** erstellt und ausgeführt werden, um diese Information zu ermitteln, welche nie als solche aus der Onlineanlage **10** kommuniziert wird und welche möglicherweise nie als solche innerhalb der Anlage **10** festgestellt oder gemessen wird.

[0052] Um diese Operation zu ermöglichen, verwendet die Prozesslogikmaschine **82** eine oder mehrere der Prozesslogikmodule **92** zur Analyse ande-

rer Daten wie Prozessvariablendaten, Konfigurationsdaten, Modusdaten, Prozesssteuerungssignaldaten, etc., die aus der Anlage **10** erfasst werden oder die vom Anlagensimulationssystem **80** bereitgestellt werden, um basierend auf den Prozessdaten, die mit dem Prozesssteuerungssystem verknüpft sind und vom OPC-Server **90** erfasst werden oder vom Prozesssteuerungssimulationssystem **80** simuliert werden, das Ende einer Chargenstufe oder -phase, den Beginn oder Start einer neuen Chargenphase, Chargenstufe oder eines anderen Übergangspunktes innerhalb eines Prozesses, wie eines Chargenprozesses, zu erkennen, wobei der Eintritt des Prozesses in eine neue Phase von einer Statusvariable eines kontinuierlichen Prozesses oder Chargenprozesses, etc., ermittelt wird. Die Prozesslogikmaschine **82** kann dafür konfiguriert werden, diesen Übergang zu erkennen, indem die Prozesslogikmodule **92** beispielsweise auf Basis der Daten der Prozesssimulation **80** und/oder Daten des OPC-Servers **90** betrieben werden, und kann dann diese Übergangsdaten zur Verwendung mit dem Modell **70** an die Laufzeitmaschine **72** kommunizieren, um Vorhersagen zu Prozessvariablen zu treffen und Qualitätsbewertungen, etc., online für den von der Anlage **10** ausgeführten Prozess durchzuführen.

[0053] Beispiele der verschiedenen Arten von Prozesslogikmodulen, die erstellt und in der Datenanalysemaschine **52** und insbesondere in der Prozesslogikmaschine **82** verwendet werden können, umfassen Logikroutinen oder -module, die auf Grundlage von verschiedenen Informationen aus dem Prozess Übergänge von Prozessstufen oder -stadien erkennen, wie zum Beispiel Übergänge zwischen Stufen des Chargenprozesses. Zum Beispiel kann in einem Fall ein Benutzer oder Bediener ein Prozesslogikmodul oder eine Routine erstellen, das/die den Beginn oder das Ende von Stufen für die Modellerstellung definiert. Insbesondere kann ein Logikmodul entwickelt werden, um zu definieren, wann Chargenstufen in einem Prozess starten und enden. Ein solches Logikmodul kann bei der Offline-Entwicklung von Modellen (z.B. unter Anwendung von Daten aus vorherigen Chargen, die aus der Datenhistorie stammen) verwendet werden und kann dann bei oder für Online-Analysen genutzt werden, um Online-Analysen durchzuführen, indem Chargenstufenübergänge auf dieselbe Weise erkannt werden. Auf diese Weise könnten dieselben Regeln zur Definition von Stufen im Onlinechargenanalyseüberwachungssystem verwendet werden, die auch zur Erstellung des von der Chargenanalyse implementierten Modells verwendet wurden, um explizit zu signalisieren, wann Chargenstufen starten und enden.

[0054] Natürlich kann eine beliebige Anzahl an Steuerungssystembedingungen herangezogen werden, um Start- und Endregeln für Stufen oder andere Prozessleistungseinheiten zu definieren. Zum Beispiel

ist es möglich, verschiedene Prozessbedingungen zu definieren und diese auf flexible Weisen als Teil der Prozesslogikmodule oder -regeln zu bündeln, um zusammengesetzte Bedingungen zu schaffen. Als Beispiel könnte eine erste Stufe namens „Stufe 1“ eines Chargenprozesses als Start definiert werden. Wenn Operation „Operation3b-1“ startet ODER wenn „Operation3b-1“ endet UND wenn Prozessparameter „PP 1“ größer als 190 wird und nachdem dann 10 Minuten vergangen sind.

[0055] Wenn zum Beispiel ein Benutzer oder Bediener Stufen zur Modellerstellung definiert, können Null oder mehrere oder andere Prozessstufen für jede Einheit in der Anlagenausrüstungshierarchie definiert werden. Für Einheiten ohne definierte Stufen können in dem Datenanalyzesystem **60** keine Chargenmodelle erzeugt oder angewandt werden.

[0056] Zudem kann in einem Fall das Definieren einer Stufe für eine Einheit (eine Ausrüstungsgruppe innerhalb der Anlage) mit dem Definieren eines Stufenamens beginnen, welcher beispielsweise eine Zeichenfolge sein kann. Um dann die Online-Chargenanalyseüberwachung auszulösen, muss die Zeichenfolge des Stufenamens zu dem Chargenanalysestufenparameter im entsprechenden Einheitsmodul geschrieben werden. Stufenamen, die für andere Einheiten, welche dieselben Verarbeitungsfunktionen in Mehrwegschargen durchführen, definiert werden, haben sehr wahrscheinlich den gleichen Stufenamen. In diesem Fall kann derselbe Stufenname mehr als einmal (in separaten Einheiten) in Mehrfacheinheitschargen auf Benutzerscreens erscheinen. In jedem Fall können verschiedene Arten von Stufenereignissen definiert werden, um verschiedene Stufenübergänge oder andere Arten von Ereignissen zu identifizieren. Stufen-Ereignisse können beispielsweise ein Stufe-„startet an Einheit“-Ereignis, ein Stufe-„endet an Einheit“-Ereignis, etc. sein.

[0057] Insbesondere kann ein Stufe-„startet an Einheit“-Ereignis als Logikmodul entwickelt werden, um während der Modellerstellung oder der Onlinedatenanalyse angewandt zu werden. Diese Definition kann beispielsweise als „any of when“ (beliebiges von, wenn ...) definiert werden: (1) ein erstes Rezept an der Einheit startet, (2) eine Einheitsprozedurinstanz startet, (3) eine Operationsinstanz startet, (4) eine Phaseninstanz startet, (5) eine Phaseninstanz endet, (6) eine Operationsinstanz endet, oder (7) eine Einheitsprozedurinstanz endet, als Beispiele.

[0058] In vergleichbarer Weise kann ein Stufe-„endet an Einheit“-Ereignis, welches während der Modellerstellung oder der Online-Datenanalyse angewandt werden kann, beispielsweise definiert werden als ein beliebiges von oder als beliebige Kombination von, wenn (1) eine Einheitsprozedurinstanz startet, (2) eine Operationsinstanz startet, (3), eine Phaseninstanz

startet, (4) eine Phaseninstanz endet, (5) eine Operationsinstanz endet, (6) eine Einheitsprozedurinstanz endet oder (6) ein letztes Rezept an der Einheit endet.

[0059] Des Weiteren können Stufendefinitionen auf verschiedene Weisen definiert werden, wie zum Beispiel auf eine Weise, dass eine einzelne Stufe pro Einheit (in der Ausrüstungshierarchie) als Stufenname definiert werden kann, auf den als ein „<Einheitsname> in Gebrauch“ Bezug genommen wird. Hier passiert ein Stufe-„Start an Einheit“-Ereignis, wenn ein erstes Rezept an der Einheit startet, und ein Stufe-„Ende an Einheit“-Ereignis, wenn ein letztes Rezept an der Einheit endet. Dieser Satz an Stufendefinitionen geht davon aus, dass Chargensteuerungsaktionen an jeder Einheit in der Ausrüstungshierarchie an der Chargenanalyseüberwachung teilnehmen sollten, und dass eine einzelne Stufe pro Einheit eine geeignete Granularität für die Chargenanalysemodelle definiert oder bereitstellt. Natürlich können andere Stufendefinitionen eine andere Stufengranularität bereitstellen, inklusive Einheiten mit multiplen Stufen, welche auf anderen Kriterien wie Phasen, Einheitsphasen, Operationen, etc. fußen, die mit der Einheit verknüpft sind.

[0060] Wenn gewünscht, kann die Logikmaschine **82** einem Benutzer oder der Datenanalysemaschine das Durchführen einer beliebigen Anzahl an Stufendefinitionsaktionen an einer Einheit ermöglichen, wie das (1) Entfernen aller Stufen mit der Folge, dass keine Stufen für die Einheit definiert werden (was wiederum bedeutet, dass die Einheit nicht an der Chargenanalyseüberwachung teilnehmen wird), (2) das Definieren einer Stufe pro Einheit mit der Folge, dass die Einheit in die Standard-Stufenkonfiguration zurückkehrt, und (3) das Definieren einer Stufe pro Einheitsprozedur, bei der nach Wahl einer Referenzkandidatencharge aus jenen, die möglich sind, die aktuellen Stufendefinitionen für diese Einheit durch definierte Stufen ersetzt werden, die durch die jeweilige Einheitsprozedur, die auf dieser Einheit läuft, definiert sind. Hier kann jede Einheitsprozedur in einer Referenzcharge definiert werden als (1) ein Stufenname, z. B. „<Einheit Prozedur Instanz Name>“, (2) ein Stufe-„startet an Einheit“-Ereignis, z. B. <Einheit Prozedur Instanz Name> startet“ oder (3) ein Stufe-„endet an Einheit“-Ereignis z. B. <Einheit Prozedur Instanz Name> endet“.

[0061] Stufen können auch oder stattdessen in Anlehnung an Operationen definiert werden. Zum Beispiel ist es möglich, eine Stufe pro Operation an einer Einheit zu definieren. Nach Wahl einer Referenzkandidatencharge aus den geladenen können beispielsweise die aktuellen Stufendefinitionen der Einheit durch eine Stufe ersetzt werden, die für die jeweilige unter Verwendung dieser Einheit gelaufene Operation definiert ist, wo für jede in der Referenzcharge gefundenen Operation die Stufe definiert wer-

den kann als (1) ein Stufenname, z. B. "<Operation Instanz Name>", (2) ein Stufe -„startet an Einheit“-Ereignis, z. B. <Operation Instanz Name> startet, und (3) ein Stufe -„endet an Einheit“-Ereignis, z. B. „<Operation Instanz Name> endet“.

[0062] Gleichsam können Stufen auch in Anlehnung an Phasen definiert werden. In diesem Fall werden nach Auswahl einer Referenzkandidatencharge die aktuellen Stufendefinitionen für eine Einheit ersetzt durch eine Stufe, die für die jeweilige unter Verwendung dieser Einheit gelaufene Phase definiert ist, wo für jede in der Referenzcharge gefundenen Phase die Stufe definiert wird als (1) ein Stufenname, z. B. "<Phase Instanz Name>", (2) ein Phase-„startet an Einheit“-Ereignis, z. B. „<Phase Instanz Name> startet“, und (3) ein Phase-„endet an Einheit“-Ereignis, z. B. „<Phase Instanz Name> endet“.

[0063] Auch ein Benutzer kann Stufen konfigurieren. In diesem Fall kann ein Benutzer nach Auswahl einer Referenzkandidatencharge aus den geladenen Chargen die UI **74** verwenden, um völlige Kontrolle beim Hinzufügen/Löschen/Editieren der bestehenden Stufendefinitionen für eine Einheit zu haben. Zudem dürfen sich die an den Einheiten definierten Stufen für ein korrektes Funktionieren der Modellerstellung nicht überlappen. Es ist sehr empfehlenswert, die UI darauf zu programmieren, Stufenüberlappungsfehler zu erkennen, sodass diese Fehler vor dem Verlassen des Konfigurationsschrittes korrigiert werden können.

[0064] Um Schwankungen oder Änderungen an Rezepten und Phasenamen einzubeziehen, die bei oder zwischen Übungs- und Testchargen für die Modellerstellung vorkommen, kann die Modellerstellungsanwendung **73** des Weiteren spezifisch festlegen, dass jede Anzahl an Rezept-/Phasenamen bis zu einer bestimmten Anzahl (z. B. fünf) in jedes einzelne Stufe-„startet an Einheit“-Ereignis und in jedes einzelne Stufe-„endet an Einheit“-Ereignis passen kann. Zum Beispiel könnte unter Verwendung einer einzelnen Referenzcharge ein Stufe-„startet an Einheit“-Ereignis festgelegt werden als "PHASE_DAMPF_HITZE:1-1"; startet. Jedoch kann dieses Ereignis bei einigen der Übungs- oder Testchargen nicht gelöst werden, inklusive jene, die stattdessen eine Phase namens PHASE_ELEK_HITZE verwendeten. In diesem Fall wird es möglich sein, das Stufenstartereignis näher zu definieren, indem man es gleichsetzt mit:

“PHASE_DAMPF_HITZE:1-1”; Startet
ODER
“PHASE_ELEK_HITZE:1-1”; Startet.

[0065] Die Modellerstellungsanwendung kann ebenso Mittel bereitstellen, um alle Chargen, die zur Modellerstellung eingesetzt werden, auf das Vorhandensein von jeglichen „Stufe startet und endet“-Ereignis-

sen zu überprüfen. Für jede Übungs- oder Testphase sollte angegeben sein (1) eine Chargen-ID, und (2) Verwendung als Kandidatencharge: (Übung oder Testen). Idealerweise wird ein Mittel bereitgestellt, um die Verwendung zu ändern (inklusive des Ignorierens der Disqualifizierung einer Kandidatencharge mit unlösbaren Stufenereignissen), wenn die „Stufe startet und endet“-Ereignisse nicht eindeutig für jede Stufe gelöst werden konnten. Solch eine Anzeige macht es einfacher, Chargen mit abgängigen Stufenereignissen (aufgrund ihrer Disqualifikation aus der Modellerstellung) zu finden. Die Anzeige sollte es auch leicht machen, Stufendefinitionen zu erkennen, die für viele Chargen nicht funktionieren (und auf (eine) schlecht gewählte Stufendefinitionsereignis/e für diese Stufe schließen lassen). Diese Anzeige sollte es auch leicht machen, Stufensequenzen zu sehen, die beim Abgleich mit den Übungs- und Testchargen gefunden wurden, und ob es Stufenüberlappungsfehler in irgendeiner Charge gibt.

[0066] Um Benutzer bei der Konfiguration ihrer Logikmodule zu unterstützen, um die erwarteten Zeichenfolgen der Stufenamen in die richtige Einheit und Stufenparameter zu den richtigen Zeiten während der Chargenausführung zu setzen, kann die Modellerstellungsanwendung Mittel bereitstellen, um die aktuellen Stufendefinitionen (als einfachen Text) in die Windows Zwischenablage (zum Einfügen in eine E-Mail für Benutzer oder zum Drucken oder Verschieben über USB-Stick einer Datei, etc.) zu kopieren.

[0067] Sind Logikmodule für das Definieren funktionierender Stufen erst einmal angelegt, und wird daraus eine erwartete Stufensequenz abgeleitet, kann die Modellerstellungsanwendung in jedem Fall Mittel für das Konfigurieren der Parameterverwendung pro Stufe bereitstellen. In diesem Fall kann die Modellerstellungsanwendung Mittel bereitstellen, um zu konkretisieren, welche Stufen der Stufensequenz den Wert erfassen sollten oder jeden IPC verwenden sollten. Während der Modellerstellung verursacht die erste Stufe in der Stufensequenz, die einen IPC verwendet, einen zu erfassenden Wert (aus dem OPC HDA Server oder aus einer importierten Datei) zum Zeitpunkt des Startereignisses für diese Stufe und nachfolgende Stufen in der Stufensequenz, die dafür konfiguriert sind, denselben IPC und denselben Wert für den IPC zu verwenden, der von der früheren Stufe erfasst wurde. Zusätzlich kann die Modellerstellungsanwendung Mittel bereitstellen, um zu konkretisieren, welche Stufen in der Stufensequenz welchen PP verwenden sollten, und kann Mittel bereitstellen, um jene Stufe(n) in der Stufensequenz zu konkretisieren, die die einzelnen PQP (prädiktive) Werte erzeugen sollten.

[0068] Auf ähnliche Weise können Logikmodule erzeugt werden, um andere Prozessvariablen, Prozessübergänge, Prozessdefinitionen, etc. zu definie-

ren oder zu generieren, die von einem Modell oder einer Routine **70** oder von der Laufzeitmaschine **72** gebraucht werden können, um Datenanalyse durchzuführen, die als eine Funktion von Variablen berechnet werden können, die vom simulierten Steuerungssystem **80** empfangen, gespiegelt oder erzeugt werden. In diesem Fall kann ein Benutzer während der Konfiguration der Datenanalysemaschine **60** ein oder mehrere neue Logikmodule **92** innerhalb der Logikmaschine **62** schaffen, ermöglichen oder aufsetzen, um verschiedene Parameter durchzuführen oder zu berechnen, die von der Laufzeitmaschine **72** oder den Modellen **70** gebraucht werden, wie beispielsweise die Ermittlung von Übergangsinformationen, die Übergänge innerhalb von Chargen, Chargenphasen oder andere Stufenübergänge reflektieren, wobei die Berechnung von Prozessvariablen oder anderen Variablenwerten, die aus Prozessvariablen, Steuerungssignalen oder anderen Variablenwerten abgeleitet werden können, die vom OPC-Server **90** innerhalb der Prozessanlage **10** erfasst werden, etc., einen einwandfreien Betrieb der Datenanalysemaschine **60** unter Verwendung der Logikmaschine **62** ermöglichen können, ohne dafür die aktuelle Anlage **10** für den Erhalt dieser Informationen neu konfigurieren zu müssen.

[0069] Daher arbeitet, wie verständlich wird, die Datenanalysemaschine **60** mit der Logikmaschine **62** zusammen (beispielsweise in einer Form eines simulierten Steuerungssystems und einer Prozesslogik-Engine), um Onlinedatenanalyse für den Prozess **10** durchzuführen, wobei das aber auf eine Weise geschieht, die es dem Datenanalyzesystem **52** ermöglicht, zu der aktuellen Prozessanlage **10** hinzugefügt oder parallel zu ihr angeschlossen zu werden, ohne dass das Hinzufügen zusätzlicher Maschinen oder Software innerhalb des primären oder gesperrten Teils der Anlage **10** nötig sind, zum Beispiel mit dem primären Kommunikationsnetzwerk **30** verbundenen Geräte, und ohne dass das Onlineanlagenetzwerk **30** oder Geräte innerhalb des Onlineanlagenetzwerks **30** neu konfiguriert werden muss. Dieses Feature versetzt die Datenanalysemaschine **60** in die Lage, zur Anlage **10** hinzugefügt oder an diese angeschlossen zu werden, nachdem die Anlage **10** konfiguriert, zertifiziert oder gesperrt wurde, jedoch auf eine Weise, bei der die Datenanalysemaschine betrieben wird, um online Datenanalysen für die Anlage **10** während der Laufzeit der Anlage **10** durchzuführen. Dieser Betrieb verlangt keine Neukonfiguration der Prozessanlage **10** und verlangt daher keine erneute Zertifizierung der Anlage **10** beim Hinzufügen der Datenanalysemaschine **60**. Das Verwenden dieser Architektur ermöglicht ein einfaches Hinzufügen und einen einfachen Betrieb der Datenanalysemaschine gemeinsam mit andauernden oder aktuell laufenden Prozessanlagen, um Datenanalysen für jene Prozessanlagen durchzuführen, sowie das zeitlich begrenzte Anschließen an oder Laufen innerhalb

einer Prozessanlage, um den Betrieb der Prozessanlage basierend auf den erfassten analytischen Daten zu messen oder zu optimieren, und dann Entfernen zu einem späteren Zeitpunkt, ohne dass dafür eine erneute Zertifizierung oder eine Änderung des tatsächlichen Prozessanlagensteuerungssystems nötig wäre. Die einzige Erfordernis besteht darin, dass die Prozessanlage einen OPC oder andere Datenerfassung oder Zugangsroutine aufweist, die auf die Daten innerhalb der Prozessanlage zugreifen kann, die für das simulierte Prozesssteuerungssystem benötigt werden, was bei einem Großteil typischer Anlagenkonfigurationen der Fall ist.

[0070] Eine beispielhafte Weise, ein Datenanalyse-system auf nicht intrusive Weise mit einem Prozesssteuerungsnetzwerk zu verbinden, welches Chargendatenanalysen für Chargenprozesse implementiert, ist in **Fig. 3** dargestellt. Insbesondere zeigt **Fig. 3** ein Datenflussdiagramm für eine Prozessanlage **100**, die eine Datenanalysemaschine **102** aufweist, welche auf nicht intrusive Weise mit einem Onlineprozessanlagensteuerungssystem **104** verbunden ist, um Onlinechargendatenanalysen für den Chargenprozess durchführen, der im Prozesssteuerungssystem **104** implementiert wird. Wie in **Fig. 3** dargestellt, umfasst das Prozessanlagen-system **104** verschiedene Anlagengeräte oder ein Gerätenetzwerk **106**, welche/innerhalb eines Prozesssteuerungssystem **104** verbunden sind/ist und verschiedene Computergeräte umfasst, die mit dem Gerätenetzwerk **106** über in diesem Fall redundante primäre Netzwerkbusse **123** und **124** wie beispielsweise Ethernetbusse verbunden sind. Insbesondere umfassen die mit den primären Bussen **123** und **124** verbundenen Computergeräte Bediener-Arbeitsstationen **130**, **132** und mehrere Anwendungsarbeitsstationen **140**, **142**, **144**, **146** und **148**, sowie eine übergeordnete Arbeitsstation **149**, welche übergeordnete Anwendungen wie Anlagenbetriebsanwendungen, Geschäftsanwendungen, Wartungsanwendungen, etc., ausführen kann. In diesem Fall werden die Bediener-Arbeitsstationen **130**, **132** betrieben, um Daten aus einem Anlagensteuerungsnetzwerk oder Gerätenetzwerk **106** zu erfassen, das die Feldgeräte, Steuerungen, E/A-Geräte, etc, beispielsweise der **Fig. 1** umfasst, und die Arbeitsstationen **130**, **132** versetzen Benutzer in die Lage, Bediener- und Managementtätigkeiten durchzuführen, wie zum Beispiel das Anzeigen des aktuellen Prozessbetriebs, das Ändern von Sollwerten, das Konfigurieren und Betreiben von Chargenprozessläufen, das Treffen von Steuerungsentscheidungen, das Reagieren auf Alarme und Warnhinweise, das Durchführen von Wartungstätigkeiten.

[0071] Die Anwendungsarbeitsstationen **140**, **142**, **144**, **146**, und **148** speichern unterschiedliche Arten von Anwendungen, die in der Anlage verwendet werden, um das Gerätenetzwerk **106** zu überwachen, betreiben oder konfigurieren, und führen sie aus. Die

dargestellte Anwendungsstation **140** betreibt in diesem Fall einen OPC-Datenanalyseserver **170** (welcher beispielsweise der OPC-Server **51** oder **90** der **Fig. 1** und **Fig. 2** sein kann). An der dargestellten Anwendungsstation **142** ist erkennbar, dass sie in einer Internet-Explorer-Web-Browser-Anwendung **172** läuft, und an der dargestellten Anwendungsstation **142** ist ersichtlich, dass sie eine Chargenausführungsroutine **174** laufen hat, welche betrieben wird, um den Betrieb der Chargenläufe innerhalb des Gerätenetzwerkes oder Anlagennetzwerkes **106** zu spulen oder zu steuern. Wie bekannt ist, betreibt oder plant eine Chargenkoordinationsmaschine **174** typischerweise innerhalb des Prozessanlagen-systems auszuführende Chargen unter Verwendung verschiedener Steuerungsgeräte zu unterschiedlichen Zeitpunkten, um unterschiedliche Chargen, welche Teil einer Chargenkampagne sein können, zu implementieren. Des Weiteren ist an der dargestellten Anwendungsstation **146** erkennbar, dass eine Chargenhistorie **175** läuft, welche Daten aus dem Anlagennetzwerk **106** zu aktuellen oder vorherigen Chargendurchläufen erfasst, inklusive Prozessvariablen, Steuerungsvariablen, und andere Daten, die innerhalb von oder zu den Anlagengeräten **106** während des Betriebes jener Geräte erfasst werden. Gleichsam wird die Anwendungsstation **148** so dargestellt, dass darauf eine Historienanalyseanwendung **176** läuft, welche lokale Historienanalyseanwendungen dazu bringen kann, historische Datenanalyse auszuführen, wie sie üblicherweise in Prozesssteuerungsnetzwerken durchgeführt wird. Des Weiteren ist an der dargestellten erweiterten Prozesssteuerungsplattform **149** ersichtlich, dass diese eine zweite Chargenkoordinationsmaschine **174** speichert und ausführt, um eine oder mehrere der Chargen innerhalb des Prozesssteuerungsnetzwerkes **106** zu betreiben.

[0072] In diesem Beispiel ist an den dargestellten Computergeräten **132**, **140**, **142**, **144**, **146**, **148** und **149** erkennbar, dass sie drei Netzwerkkarten umfassen, wobei zwei der Netzwerkkarten verwendet werden, um diese Geräte mit den redundanten Kommunikationsnetzwerken **123** und **124** (Teil des primären Kommunikationsnetzwerkes **30** der **Fig. 1**) zu verbinden, während eine dritte Netzwerkkarte dafür verwendet wird, diese Geräte mit einer Chargenanalysemaschine **200** und mit einem/r oder mehreren Remote-Bediener-Arbeitsstationen oder -computern **202** und **204** über einen Kommunikationsbus **206** zu verbinden. Die Verwendung der separaten Netzwerkkarten ermöglicht das Isolieren des Netzwerkbusse **206** von den Netzwerkbusse **123** und **124**, und dadurch kann die Datenanalyse-system **200** unter Sicherheitsaspekten von dem Anlagennetzwerk **106** isoliert werden. Auf diese Weise kann die Datenanalyse-system **200** zu beliebiger Zeit der Anlage **100** hinzugefügt oder von der Anlage **100** entfernt werden, ohne dass irgendwelche der Steuerungsgeräte oder -an-

wendungen neu konfiguriert werden müssen, die an die Primärbusse **123**, **124** angeschlossen sind.

[0073] Wie in **Fig. 3** dargestellt, umfasst das Datenanalysesystem **200** eine Chargenmodellierungsmaschine **210**, eine Chargenanalysemaschine **216** und eine Web-Anwendung oder -schnittstelle **214**. Allgemein gesagt umfasst die Modellierungsmaschine **210** eine Chargenmodellierungsanwendung **220** und eine Bibliothek oder einen Massenspeicher **222**. Die Chargenmodellierungsanwendungsmaschine **220** kann verwendet werden, um Anlagen- oder Chargenmodelle unter Verwendung der Bibliothek **222** zu erstellen, um andauernde Modellierungsprojekte zu speichern. Hier kann ein Benutzer auf die Modellierungsmaschine **210** über Explorer oder Web-Browser wie beispielsweise die Remote-Computergeräten **202** und **204** zugreifen und kann die Modellerstellungsanwendung **220** verwenden, um Modelle für Chargen zu entwickeln, die Daten aus der Chargenhistorie **175** verwenden, welche Daten für vorherige Chargendurchläufe speichert. Sobald die Modelle erstellt, getestet und betriebsbereit sind, können diese Modelle für die Chargenanalyselaufzeitmaschine **216** zur Verwendung bei der Analyse von Onlinechargen bereitgestellt werden, die innerhalb des Anlagennetzwerkes **106** laufen.

[0074] Die Chargenlaufzeitmaschine **216** umfasst eine Chargenmodellausführungsmaschine **230**, eine Satz an Chargenmodellen oder -routinen, die in einem Speicher **232** gespeichert sind und eine Chargenverwaltungsanwendung **235**. Es versteht sich, dass die Chargenlaufzeitmaschine **216** die aktiven Chargenmodelle speichert und ausführt, die verwendet werden, um Analysen an den aktuellen Chargen durchzuführen, welche innerhalb der Prozessanlage des Gerätenetzwerkes **106** wie auch innerhalb der Logikmaschine **62** der **Fig. 1** und **Fig. 2** laufen. Hier kann eine Chargenanalysemaschine **230** der **Fig. 3** ein Anlagensimulationssystem **80** und Logikmodule **92** umfassen, verknüpft mit der in den **Fig. 1** und **Fig. 2** beschriebenen Logikmaschine **82**. Die Chargenanalysenverwaltungsroutine **235** hat eine Schnittstelle mit einer Benutzerschnittstellenroutine, um Informationen für einen Benutzer über die Benutzeroberfläche bereitzustellen und zu ermöglichen, dass der Benutzer andauernde Chargenmodellierungstätigkeiten und Vorhersagen durchführen kann. Wie in **Fig. 3** dargestellt, empfängt die Chargenmodellausführungsmaschine **216** Daten aus der Onlineanlage **104** über OPC-Datenserver **170** und der Chargenkoordinationsmaschine **174**, um Online-datenanalyse durchzuführen, wie oben beschrieben.

[0075] Während der Modellerstellung kann auf die Modellierungsanwendung **220** (welche einen Modellersteller **73** der **Fig. 2** umfassen kann) zugegriffen werden, bzw. diese kann verwendet (ausgeführt) werden, um eine oder mehrere Modelle für späte-

re Verwendung in der Chargenausführungsmaschine **216** zu entwickeln. Die Modellierungsmaschine **210** kann ebenso einen Logikersteller **88** der **Fig. 2** umfassen und verwendet werden, um Logikmodule **92** zu erstellen, welche in Bezug auf **Fig. 2** beschrieben sind, um zusätzliche Anlagenparameter zu errechnen oder ermitteln, die durch den OPC-Server **170** oder der Chargenkoordinationsmaschine **174** nicht bereitgestellt werden. Die aktiven Modelle und Modellierungsprojekte, die durch die Chargenmodellierungsanwendung **220** erstellt und gespeichert werden und die Modelle **70** aus **Fig. 2** sein können, werden unter Verwendung von Daten aus zuvor gelaufenen oder ausgeführten Chargen entwickelt, die in der Chargenhistorie **175** gespeichert sind, und werden der Chargenlaufzeit-Engine **230** bereitgestellt, wenn sie für die Verwendung zur Analyse eines Online-Chargenlaufs oder -prozesses bereit sind. Die Chargenlaufzeitmaschine **230** kann in diesem Fall die Laufzeitmaschine-**72** aus **Fig. 2** zusammen mit den Modellen **70** aus **Fig. 2** und einem Teil oder allem der Logikmaschine **62** aus **Fig. 2** implementieren. Die Chargenverwaltungsroutine **235** kann zudem die Benutzerschnittstellenanwendung **74** aus **Fig. 2** einschließen.

[0076] Der Chargenwebserver **214** kann verwendet werden, um einen Benutzer in die Lage zu versetzen, die Geräte auf dem Netzwerk **206** zu durchsuchen, um zu verschiedenen Zeiten notwendige Daten zu erhalten und um beispielsweise Änderungen an verschiedenen Geräten auf den primären Netzwerken **123** und **124** vornehmen zu können, basierend auf der von der Chargenanalysemaschine **200** entwickelten Information.

[0077] Relevant ist, dass die Chargenanalysemaschine **200** zu jedem beliebigen Zeitpunkt des Betriebs der Anlage **100** zum Netzwerk **206** der **Fig. 3** hinzugefügt werden kann, um ein oder mehrere Chargenanalysemodelle basierend auf den innerhalb der Datenhistorie **175** und anderen Geräten gespeicherten Daten zu entwickeln, und dann betrieben werden kann, um Onlinedatenanalyse am Gerätenetzwerk **106** durchführen zu können, während das Gerätenetzwerk **106** betrieben wird, um verschiedene Chargen oder Chargendurchläufe der Anlage zu implementieren. Der Benutzer kann zu einem Zeitpunkt mehrere unterschiedliche Aktionen probieren, um Chargendurchläufe zu wechseln oder zu ändern, um bessere Produkte auf Grundlage der Online-Chargenanalysen zu erzielen, und er kann zu einem bestimmten Zeitpunkt die Chargendatenanalysemaschine **200** vom Netz nehmen, nachdem die Chargensteuerungsroutinen oder das Gerätenetzwerk **106** optimiert wurde. All diese Tätigkeiten können durchgeführt werden, ohne dass die Notwendigkeit besteht, das Anlagen- oder Gerätenetzwerk **104** oder **106** neu zu zertifizieren oder zu konfigurieren, da alle Online-Datenanalysen durchgeführt wurden,

ohne dass neue (z. B. nicht bereits für den OPC-Server **170** zugänglichen) Informationen aus dem Onlinenetzwerk **104** gezogen werden mussten und ohne dass die Anlagenkonfiguration in irgendeiner Weise geändert werden muss, um die Datenerfassung für die hinzugefügte Maschine **200** zu unterstützen. Gleichsam kann die Maschine **200** aus der Anlage **100** ebenso einfach entfernt werden. Natürlich ist es die Fähigkeit des Benutzers oder des Konfigurationsingenieurs, die Daten aus der Anlage in eine Prozesssimulation zu spiegeln, die es möglich macht, dass die Datenanalysemaschine **200** arbeitet, als ob diese direkt mit der Onlineanlage **104** oder dem Gerätenetzwerk **106** verbunden wäre, um Online-Diagnosen bereitzustellen, und es ist die Verwendung der durch die Prozesslogikmodule, bereitgestellten neuen Daten, welche auf der Anwendung von Logik auf erfassten Anlagendaten- und -informationen basieren, die es möglich macht, dass das Prozesssimulationssystem Daten und Informationen entwickelt, die nicht ohne weiteres aus der Onlineanlage in ihrer aktuellen Konfiguration bezogen werden können.

[0078] Zumindest einige der oben beschriebenen Beispielfahrer und/oder Vorrichtungen können durch eine oder mehrere Software- oder Firmwareprogramme, die auf einem Computerprozessor laufen, implementiert werden. Jedoch können dedizierte Hardwareimplementierungen einschließlich, jedoch nicht auf diese beschränkt, anwendungsspezifischer integrierter Schaltungen, programmierbarer Logikbausteine und anderer Hardwaregeräte ebenso konstruiert werden, um einige oder all der hierin beispielhaften Verfahren und/oder Vorrichtungen entweder teilweise oder als Ganzes zu implementieren. Zudem können auch alternative Softwareimplementierungen, einschließlich, jedoch nicht auf diese beschränkt, dezentraler Prozesssysteme oder dezentraler Komponente/Objekt-Prozesssysteme oder virtueller maschineller Prozesssysteme konstruiert werden, um die hierin beschriebenen Verfahren und/oder Systeme zu implementieren.

[0079] Erwähnt werden sollte auch, dass die hierin beschriebenen beispielhaften Software- und/oder Firmwareimplementierungen auf einem realen Speichermedium wie einem magnetischen Medium (z. B. Magnetplatte oder -band), einem magnetisch-optischen oder optischen Medium wie einer optischen Platte, oder einem Festkörpermedium wie einer Speicherkarte oder auf anderen Medien, welche ein oder mehrere (permanente) Nur-Lese-Speicher, DRAMs oder andere wiederbeschreibbare (flüchtige) Speicher umfassen können, gespeichert werden. Dementsprechend kann die hierin beschriebene beispielhafte Software und/oder Firmware auf einem greifbaren Speichermedium wie jenen, die oben beschrieben werden, oder Nachfolgeversionen derselben gespeichert werden. In dem Ausmaß, in dem die obigen Spezifikationen beispielhafte Komponenten

und Funktionen mit Bezug auf bestimmte Standards und Protokolle beschreiben, versteht sich, dass die Reichweite dieses Patents nicht auf solche Standards und Protokolle beschränkt ist. Zum Beispiel sind jeder der Standards für das Internet und andere paketvermittelte Netzwerkübertragungen (z.B. Transmission Controller Protocol (TCP)/Internet Protocol (IP), User Datagram Protocol (UDP)/IP, Hypertext Markup Language (HTML), Hypertext Transfer Protocol (HTTP)) Beispiele des derzeitigen allgemeinen Stands der Technik. Solche Standards werden laufend durch schnellere oder effizientere Äquivalente ersetzt, welche dieselben allgemeinen Funktionalitäten aufweisen. Dementsprechend sind Ersatzstandards und -protokolle, die dieselben Funktionen aufweisen, Äquivalente, auf die in diesem Patent Bezug genommen wird und sind Teil des Umfangs der begleitenden Ansprüche.

[0080] Obwohl dieses Patent beispielhafte Verfahren und Vorrichtungen einschließlich auf Hardware ausgeführter Software oder Firmware beschreibt, muss zusätzlich erwähnt werden, dass derartige Systeme nur der Veranschaulichung dienen und nicht als einschränkend interpretiert werden sollten. Zum Beispiel ist vorgesehen, dass eines oder alle dieser Hardware- und Softwarekomponenten ausschließlich in Hardware, ausschließlich in Software, ausschließlich in Firmware oder in einer Kombination von Hardware, Firmware, und/oder Software verkörpert werden können. Dementsprechend, und obwohl die obigen Spezifikationen Systeme, Verfahren, und maschinen zugängliche Medien beschreiben, sind diese Beispiele nicht die einzige Möglichkeit, solche Systeme, Verfahren, und maschinen zugänglichen Medien zu implementieren. Daher, und obwohl bestimmte beispielhafte Verfahren, Systeme und maschinen zugängliche Medien hierin beschrieben werden, ist der Geltungsbereich dieses Patents nicht auf diese beschränkt.

Patentansprüche

1. System zur Verwendung bei der Analyse des Betriebs einer Prozessanlagensteuerungsausrüstung innerhalb einer Prozessanlage, während die Prozesssteuerungsausrüstung innerhalb der Prozessanlage online in Betrieb ist, um einen industriellen Prozess zu implementieren, wobei das System Folgendes umfasst:
 - eine Datenerfassungsvorrichtung, die mit der Prozessanlagensteuerungsausrüstung gekoppelt ist, um Prozessvariablendaten aus der Prozessanlagensteuerungsausrüstung zu erfassen, die innerhalb des industriellen Prozesses ermittelt oder gemessen werden, während der industrielle Prozess online in Betrieb ist;
 - eine Prozesslogikmaschine, die kommunikativ mit der Datenerfassungsvorrichtung gekoppelt ist und auf einem Computerprozessor läuft, um einen Teil

des Betriebs des industriellen Prozesses unter Anwendung der erfassten Prozessvariablendaten zu simulieren, um einen oder mehrere zusätzliche Prozessvariablenwerte zu erzeugen; und
 eine Prozessanalysemaschine, die kommunikativ mit der Prozesslogikmaschine gekoppelt ist, umfassend: ein oder mehrere gespeicherte Datenanalysemodelle, die den Betrieb des Prozesses statistisch modellieren; und
 eine Datenanalyseausführungsmaschine, welche eine Datenanalyseroutine unter Anwendung des einen oder der mehreren Datenanalysemodelle ausführt, während der industrielle Prozess online in Betrieb ist, um eine prädiktive Prozessvariable für den industriellen Prozess unter Anwendung einiger der Prozessvariablendaten und der einen oder mehrerer zusätzlichen Prozessvariablenwerte zu ermitteln, während der Prozess online in Betrieb ist.

2. System nach Anspruch 1, wobei die prädiktive Prozessvariable ein prädiktiver Prozessqualitätswert ist.

3. System nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Prozesslogikmaschine ein oder mehrere Prozesssimulationsmodelle und eine Prozesssimulationsmaschine umfasst, die auf einem Prozessor ausgeführt wird, um den Betrieb des industriellen Prozesses unter Anwendung des einen oder der mehreren Prozesssimulationsmodelle zu simulieren, um den einen oder die mehreren zusätzlichen Prozessvariablenwerte zu erzeugen, wobei die Prozesssimulationsmaschine vorzugsweise die erfassten Prozessvariablenwerte speichert, die von der Datenerfassungsvorrichtung erfasst werden, um den Betrieb des industriellen Prozesses zu simulieren.

4. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der industrielle Prozess ein Chargenprozess ist und das eine oder die mehreren Datenanalysemodelle ein Chargenmodell umfasst, wobei die Prozesslogikmaschine vorzugsweise ein Prozessmodell umfasst, das den Beginn oder das Ende einer Charge ermittelt, welches durch das Chargenmodell als eine der einen oder mehreren zusätzlichen Prozessvariablen definiert wird.

5. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der industrielle Prozess ein Chargenprozess ist und wobei das eine oder die mehreren Datenanalysemodelle zwei oder mehrere Stufenmodelle für das Modellieren eines speziellen Chargenprozesses umfassen, wobei die Prozesslogikmaschine vorzugsweise ein Prozessmodell umfasst, welches den Beginn oder das Ende einer jeden der beiden oder mehreren Stufen, welche mit den zwei oder mehreren Stufenmodellen verknüpft sind, als den einen oder die mehreren zusätzlichen Prozessvariablenwerte ermittelt.

6. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der industrielle Prozess ein Chargenprozess ist und wobei das eine oder die mehreren Datenanalysemodelle zwei oder mehrere Phasenmodelle für unterschiedliche Phasen einer Charge für das Modellieren eines speziellen Chargenprozesses umfassen, wobei die Prozesslogikmaschine vorzugsweise ein Prozessmodell umfasst, welches den Beginn oder das Ende einer jeden der beiden oder mehreren Phasen, welche mit den Phasenmodellen verknüpft sind, als die eine oder mehreren zusätzlichen Prozessvariablenwerte bestimmt.

7. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Datenanalysemodell ein Projektion-auf-latente-Strukturen-Modell (PLS-Modell) umfasst.

8. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Datenerfassungsvorrichtung – Prozessvariablen in Form von gemessenen Prozessvariablen und/oder
 – Prozessvariablen in der Form von Steuerungssignalen und/oder
 – Prozessvariablen in der Form von Alarmen und Warnhinweisen, die innerhalb des industriellen Prozesses generiert werden, erfasst.

9. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, des Weiteren umfassend: eine Modellerstellungsmaschine, die das eine oder die mehreren Datenanalysemodelle aus vergangenen Prozessvariablenwerten, die aus dem industriellen Prozess für eine oder mehrere vorherige industrielle Prozesse erfasst wurden, und zusätzlichen Variablenwerten, die durch die Prozesslogikmaschine für den einen oder mehrere vorherige industrielle Prozesse ermittelt wurden, entwickelt.

10. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Prozesslogikmaschine eine Prozesssimulationsmaschine umfasst, welche die aktuelle Konfiguration der im industriellen Prozess verwendeten Prozesssteuerungsausrüstung speichert und/oder die Prozesslogikmaschine eine Logikerstellungsmaschine umfasst, welche es dem Benutzer ermöglicht, ein oder mehrere Logikmodule zu entwickeln, die in die Prozesslogikmaschine zu implementieren sind, um die eine oder mehreren zusätzlichen Prozessvariablenwerte zu ermitteln.

11. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die prädiktiven Prozessvariablenwerte einen Produktqualitätswert bezüglich eines Stufen- oder Chargenendes umfassen.

12. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Datenerfassungsvorrichtung eine OPC-Datenerfassungsvorrichtung ist.

13. Computerimplementiertes Analyseverfahren für den Betrieb einer Prozessanlagensteuerungsausrüstung innerhalb einer Prozessanlage, während die Prozessanlagensteuerungsausrüstung online innerhalb der Prozessanlage in Betrieb ist, um einen industriellen Prozess zu implementieren, umfassend: Erfassen von Prozessvariablendaten aus der Prozessanlagensteuerungsausrüstung, die innerhalb des industriellen Prozesses ermittelt oder gemessen werden, während der industrielle Prozess online in Betrieb ist;

Anwenden von zumindest einem Teil der erfassten Prozessvariablendaten, um den Betrieb des industriellen Prozesses auf einem Computerprozessgerät zu simulieren, um einen oder mehrere zusätzliche Prozessvariablenwert/e zu erzeugen.

Speichern eines oder mehrerer Datenanalysemodelle, welches oder welche den Prozessbetrieb statistisch modellieren; und

Anwenden eines Computerprozessors, um eine Datenanalyseroutine unter Anwendung des einen oder der mehreren Datenanalysemodelle, zumindest eines Teils der erfassten Prozessvariablendaten und des einen oder der mehreren zusätzlichen Prozessvariablenwerte zu implementieren, während der industrielle Prozess online in Betrieb ist, um eine prädiktive Prozessvariable für den industriellen Prozess zu ermitteln.

14. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 13, wobei das Ermitteln einer prädiktiven Prozessvariable für den industriellen Prozess das Ermitteln der prädiktiven Prozessvariable

- als prädiktiven Prozessqualitätswert und/oder
- als eine Produktqualität für ein Stufen- und ein Chargenende

umfasst.

15. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, wobei das Erfassen von Prozessvariablendaten, die innerhalb des industriellen Prozesses ermittelt oder gemessen werden, während der industrielle Prozess online in Betrieb ist, aus der Prozessanlagensteuerungsausrüstung

- das Erfassen von Prozessvariablendaten ohne Neukonfiguration der Prozesssteuerungsausrüstung und/oder

- das Erfassen von Prozessvariablendaten über die Kommunikationsfirewall

umfasst.

16. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, wobei das Verwenden von zumindest einigen der erfassten Prozessvariablendaten zum Simulieren des Betriebs des industriellen Prozesses das Verwenden von einer oder mehreren Prozesslogikroutinen umfasst, welche mit zumindest einigen der erfassten Prozessvariablendaten arbeiten, um den einen zusätzlichen oder mehrere zusätzliche Prozessvariablenwerte zu erzeugen.

17. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16, wobei das Verwenden von zumindest einigen der Prozessvariablendaten zum Simulieren des Betriebs des industriellen Prozesses auf einem Computerprozessgerät, um den einen oder die mehreren zusätzlichen Prozessvariablenwerte zu erzeugen, das Simulieren des Betriebs des industriellen Prozesses unter Anwendung eines oder mehrerer Prozesssimulationsmodelle umfasst.

18. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 17,

wobei der industrielle Prozess ein Chargenprozess ist, und wobei das Verwenden eines Computerprozessors, um eine Datenanalyseroutine unter Anwendung eines oder mehrerer Datenanalysemodelle zu implementieren, das Anwenden eines oder mehrerer Chargenmodelle, Stufenmodelle oder Phasenmodelle als das eine oder die mehreren Datenanalysemodelle umfasst,

wobei das Verwenden zumindest einiger der erfassten Prozessvariablendaten zum Simulieren des Betriebs des industriellen Prozesses auf einem Computerprozessgerät, um eine oder mehrere zusätzliche Prozessvariablenwerte zu erzeugen, vorzugsweise das Ermitteln des Beginns oder des Endes einer Charge, Stufe oder Phase, die mit einem Chargenmodell, Stufenmodell oder Phasenmodell verknüpft ist, als eine des einen oder der mehreren zusätzlichen Prozessvariablenwerte umfasst.

19. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche 13 bis 18, wobei das Verwenden eines Computerprozessors zum Implementieren einer Datenanalyseroutine unter Verwendung des einen oder der mehreren Datenanalysemodelle das Verwenden eines Projektion-auf-latente-Strukturen-Modells (PLS-Modell) als eines der einen oder der mehreren Datenanalysemodelle umfasst.

20. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 13 bis 19, das einem Benutzer ferner ermöglicht, unter Anwendung eines Computerprozessors das eine oder die mehreren Datenanalysemodelle aus vergangenen Prozessvariablendaten, die aus dem industriellen Prozess für einen oder mehrere vorherige industrielle Prozesse erfasst wurden, und zusätzlichen Variablenwerten, die für den einen oder mehrere vorherige industrielle Prozesse ermittelt wurden, zu entwickeln.

21. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 20, das einem Benutzer ferner ermöglicht, ein oder mehrere Logikmodule zu entwickeln, die auf einem Computerprozessor zu implementieren sind, um die eine oder mehreren zusätzlichen Prozessvariablenwerte zu ermitteln.

22. Prozesssteuerungssystem zur Anwendung bei der Steuerung eines industriellen Prozesses, umfassend:

Prozessanlagensteuerungs-ausrüstung, einschließlich einer Steuerung und einem oder mehrerer Feldgeräte, die einen industriellen Prozess implementieren;

eine Datenerfassungsvorrichtung, die mit der Prozessanlagensteuerungs-ausrüstung kommunikativ gekoppelt ist, um Prozessvariablen-daten, die innerhalb des industriellen Prozesses ermittelt oder gemessen werden, aus der Prozessanlagensteuerungs-ausrüstung zu erfassen, während der industrielle Prozess online in Betrieb ist;

eine Prozesslogikmaschine, kommunikativ gekoppelt mit einer Datenerfassungsvorrichtung, die auf einem Computerprozessor läuft, um den Betrieb des industriellen Prozesses unter Anwendung einiger der erfassten Prozessvariablenwerte zu simulieren, um eine oder mehrere zusätzliche Prozessvariablenwerte zu erzeugen; und

eine Prozessanalysemaschine, die kommunikativ mit der Prozesslogikmaschine gekoppelt ist, umfassend: eine oder mehrere gespeicherte Datenanalysemodelle, die den Betrieb des Prozesses statistisch modellieren; und

eine Datenanalyseausführungsmaschine, welche eine Datenanalyseroutine unter Anwendung des einen oder der mehreren Datenanalysemodelle ausführt, während der industrielle Prozess online in Betrieb ist, um eine prädiktive Prozessvariable für den industriellen Prozess unter Anwendung eines Teils der erfassten Prozessvariablen-daten und dem einen oder den mehreren zusätzlichen Prozessvariablenwerten zu ermitteln, während der Prozess online in Betrieb ist;

23. Prozesssteuerungs-ausrüstung nach Anspruch 22, wobei die Prozessanlagensteuerungs-ausrüstung mit einem ersten Kommunikationsnetzwerk gekoppelt ist und die Prozesslogikmaschine und die Prozessanalysemaschine mit einem zweiten Kommunikationsnetzwerk gekoppelt sind, des Weiteren umfassend eine oder mehrere Firewalls, die zwischen dem ersten Kommunikationsnetzwerk und dem zweiten Kommunikationsnetzwerk angeordnet sind.

24. Prozesssteuerungssystem nach Anspruch 23, wobei die Datenerfassungsvorrichtung sowohl mit dem ersten als auch mit dem zweiten Kommunikationsnetzwerk gekoppelt ist.

25. Prozesssteuerungssystem nach Anspruch 24, wobei die Datenerfassungsvorrichtung Nur-Lese-Operationen am ersten Kommunikationsnetzwerk durchführt, ohne jegliche Schreiboperationen am ersten Kommunikationsnetzwerk durchzuführen.

26. Prozesssteuerungssystem nach einem der Ansprüche 23 bis 25, wobei die Prozessanlagen-

steuerungs-ausrüstung eine Datenhistorie umfasst, und wobei die Datenhistorie mit dem ersten und dem zweiten Kommunikationsnetzwerk verbunden und dafür adaptiert ist, Daten zu speichern, die von Geräten generiert und empfangen werden, die mit dem ersten Kommunikationsnetzwerk gekoppelt sind.

27. Prozesssteuerungssystem nach einem der Ansprüche 22 bis 26, wobei die prädiktive Prozessvariable ein prädiktiver Prozessqualitätswert ist.

28. Prozesssteuerungssystem nach einem der Ansprüche 22 bis 27, wobei die Prozesslogikmaschine ein oder mehrere Simulationsmodelle und eine Prozesssimulations-Engine umfasst, die auf einem Prozessor ausgeführt wird, um den Betrieb des industriellen Prozesses unter Anwendung des einen oder der mehreren Prozesssimulationsmodelle zu simulieren.

29. Prozesssteuerungssystem nach einem der Ansprüche 22 bis 28, wobei der industrielle Prozess ein Chargenprozess ist und das eine oder mehrere Datenanalysemodelle ein Chargenmodell umfasst, und wobei die Prozesslogikmaschine ein Prozessmodell umfasst, das den Beginn oder das Ende einer Charge ermittelt, das durch das Chargenmodell als einer der einen oder mehreren zusätzlichen Prozessvariablenwerten definiert ist.

30. Prozesssteuerungssystem nach einem der Ansprüche 22 bis 29, wobei die Datenanalysemodelle ein Projektion-auf-latente-Strukturen-Modell (PLS-Modell) umfassen.

31. Prozesssteuerungssystem nach einem der Ansprüche 22 bis 30, des Weiteren umfassend eine Modellerstellungsmaschine, die das eine oder die mehreren Datenanalysemodelle aus vergangenen Prozessvariablen-daten, die aus dem industriellen Prozess für eine oder mehrere vorherige industrielle Prozesszeiten erfasst wurden, und zusätzlichen Variablenwerten ermittelt, welche von der Prozesslogikmaschine für den einen oder die mehreren vorherigen industriellen Prozesszeiten ermittelt wurden, wobei die Prozesslogikmaschine vorzugsweise eine Logikerstellungsmaschine umfasst, die den Benutzer in die Lage versetzt, ein oder mehrere Logikmodule zu entwickeln, welche auf der Prozesslogikmaschine zu implementieren sind, um den einen oder die mehreren zusätzlichen Prozessvariablenwerte zu ermitteln.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

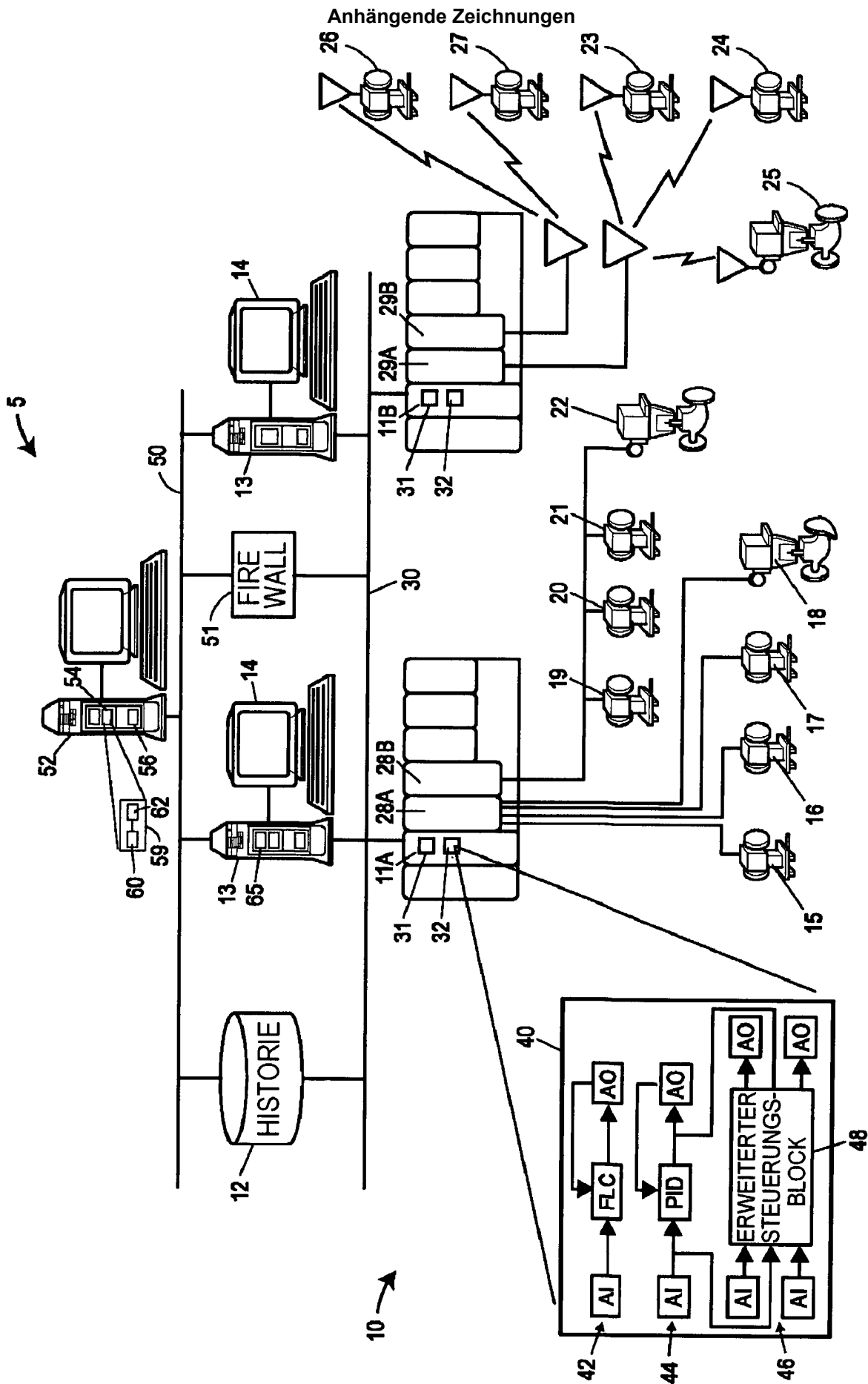


FIG. 1

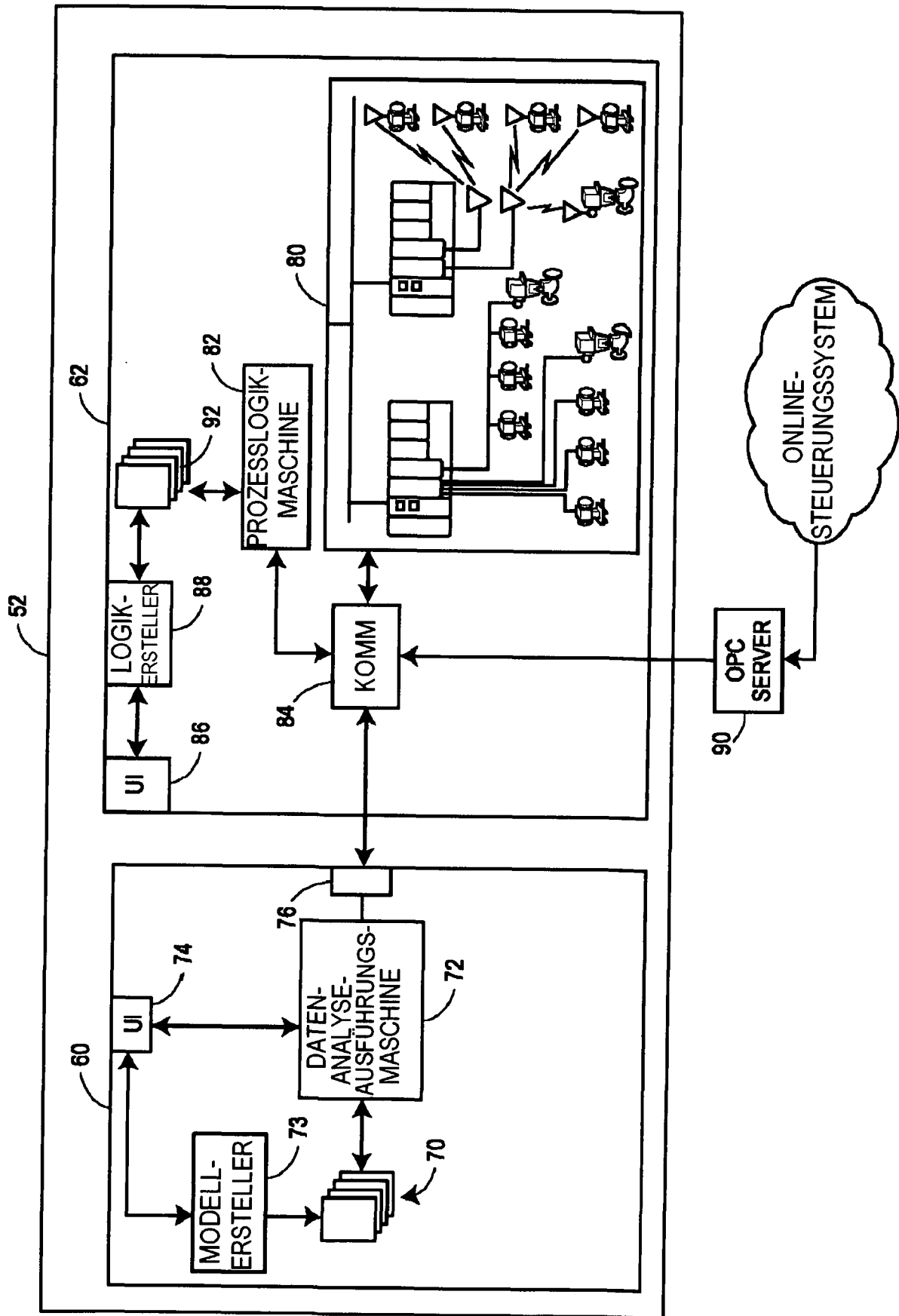


FIG. 2

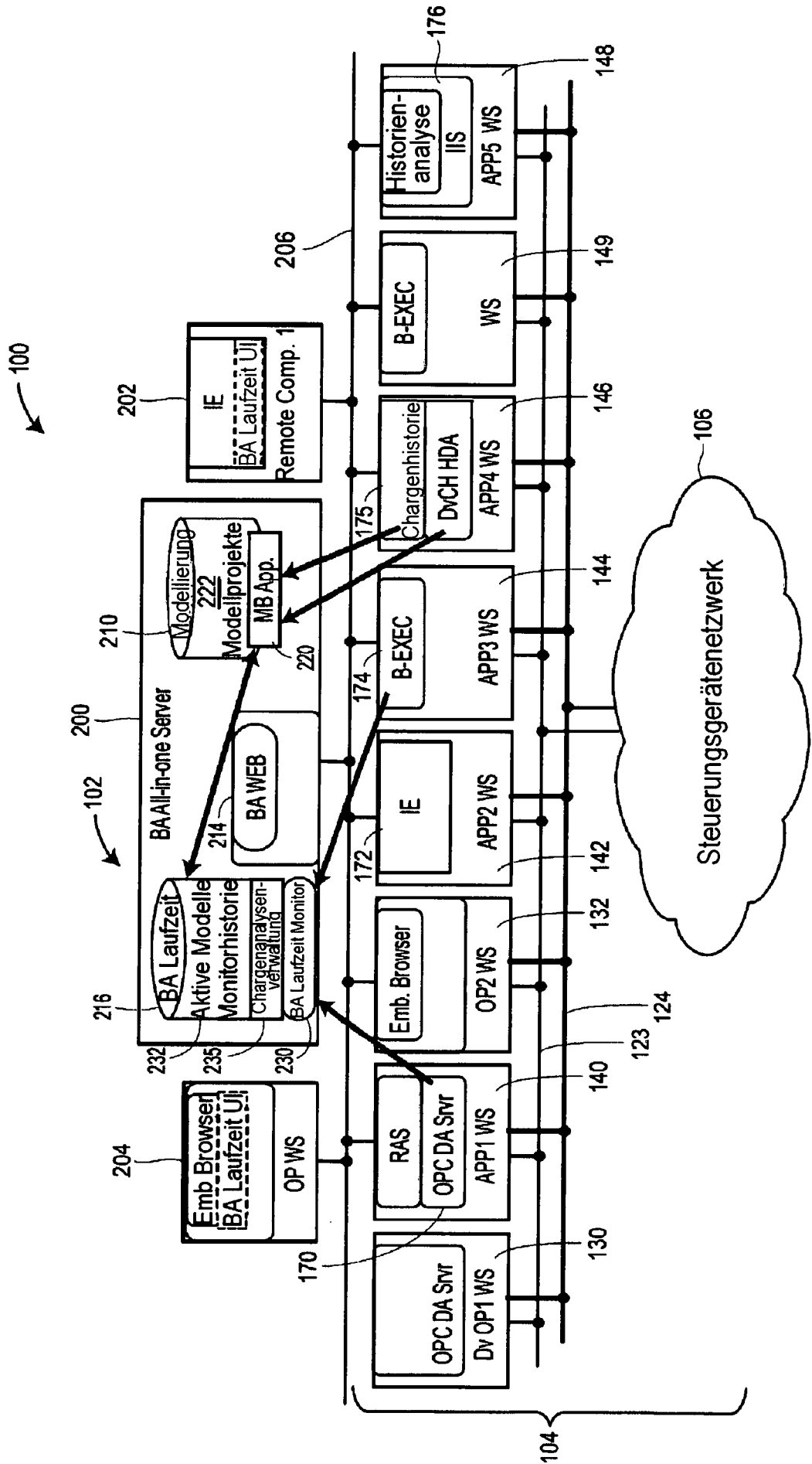


FIG. 3