



(10) **DE 10 2017 115 897 A1** 2018.01.18

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2017 115 897.9**

(22) Anmeldetag: **14.07.2017**

(43) Offenlegungstag: **18.01.2018**

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

**G05B 23/02 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

**15/211,846**

**15.07.2016**

**US**

(71) Anmelder:

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

(74) Vertreter:

**Meissner Bolte Patentanwälte Rechtsanwälte  
Partnerschaft mbB, 80538 München, DE**

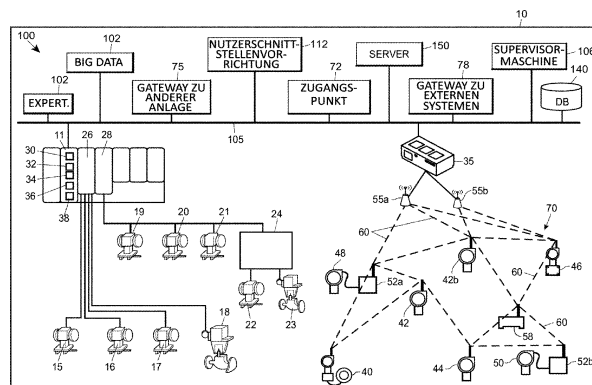
(72) Erfinder:

**Jundt, Larry Oscar, Round Rock, Tex., US; Law,  
Gary, Georgetown, Tex., US; McDevitt, Edward,  
Olathe, Kan., US; Stoner, Matt, Blue Springs,  
Mo., US; Sherriff, Godfrey R., Austin, Tex., US;  
Denison, David R., Austin, Tex., US; Nixon, Mark  
J., Round Rock, Tex., US; Balentine, James  
R., Austin, Tex., US; Lucas, J. Michael, Leire  
Lutterworth, Leicestershire, GB; Gilbert, Stephen,  
Austin, Tex., US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Architekturunabhängige Prozesssteuerung**

(57) Zusammenfassung: Hierin werden Prozesssteuersysteme zum Betreiben von Prozessanlagen offenbart. Die Prozesssteuerungssysteme umfassen Steuerungsmodulen, die von der I/O-Architektur der Prozessanlagen unter Verwendung von Signalobjekten oder generischen Schattenblöcken entkoppelt werden. Dieses Entkoppeln wird bewerkstelligt, indem die Signalobjekte oder generischen Schattenblöcke genutzt werden, um zumindest einen Teil der Kommunikation zwischen den Steuerungsmodulen und den Feldvorrichtungen zu verwalten. Signalobjekte können zwischen Protokollen, die von Steuerungsmodulen und Feldvorrichtungen genutzt werden, umwandeln, was so die Steuerungsmodulen von der I/O-Architektur entkoppelt. Generische Schattenblöcke können automatisch konfiguriert werden, um die Operation von Feldvorrichtungen innerhalb eines Controllers nachzuahmen, der die Steuerungsmodulen ausführt, was somit teilweise die Steuerungsmodulen von der I/O-Architektur entkoppelt, indem die Schattenblöcke genutzt werden, um eine Kommunikation zwischen den Steuerungsmodulen und den Feldvorrichtungen zu verwalten.



**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Offenbarung bezieht sich allgemein auf Prozessanlagen und auf Prozesssteuerungssysteme und insbesondere auf architekturunabhängige Prozesssteuerungssysteme.

## HINTERGRUND

**[0002]** Prozessleitsysteme bzw. verteilte Prozesssteuerungssysteme wie jene, die in chemischen, Erdöl- oder anderen Prozessanlagen genutzt werden, umfassen typischerweise einen oder mehrere Prozess-Controller, die über analoge, digitale oder kombinierte analoge/digitale Busse oder über eine drahtlose Kommunikationsverbindung oder ein Netzwerk mit einer oder mehreren Feldvorrichtungen kommunikativ gekoppelt sind. Die Feldvorrichtungen, welche zum Beispiel Ventile, Ventilstellglieder, Schalter und Sender (z.B. Temperatur-, Druck-, Pegel- oder Stromratensensoren) sein können, befinden sich innerhalb der Prozessumgebung und erfüllen im Wesentlichen physische bzw. physikalische oder Prozesssteuerungsfunktionen wie etwa Öffnen und Schließen von Ventilen oder Messen von Prozessparametern, um einen oder mehrere Prozesse, die innerhalb der Prozessanlage oder des Systems ablaufen, zu steuern. Intelligente Feldvorrichtungen wie etwa Feldvorrichtungen, die sich nach dem gut bekannten Feldbus-Protokoll richten, können ebenfalls Steuerungsberechnungen, Alarmfunktionen und andere Steuerungsfunktionen wahrnehmen, die üblicherweise innerhalb eines Controllers implementiert sind. Die Prozess-Controller, welche auch typischerweise innerhalb der Anlagenumgebung gelegen sind, empfangen Signale, die Prozessmessungen angeben, die von Sensoren oder Feldvorrichtungen durchgeführt wurden, und/oder andere Informationen, die zu den Feldvorrichtungen gehören, und führen eine Controller-Anwendung aus, die zum Beispiel verschiedene Steuerungsmodul laufen lässt, die Prozesssteuerungsentscheidungen treffen, Steuerungssignale basierend auf der empfangenen Information erzeugen und mit den Steuerungsmodulen oder Blöcken koordinieren, die in den Feldvorrichtungen wie etwa HART®, Wireless HART® und FOUNDATION® Feldbus-Feldvorrichtungen ausgeführt werden. Die Steuerungsmodul im Controller senden die Steuerungssignale über die Kommunikationsleitungen oder -verbindungen zu den Feldvorrichtungen, um dadurch den Betrieb zumindest eines Teils der Prozessanlage oder des Systems zu steuern.

**[0003]** Informationen von den Feldvorrichtungen und dem Controller werden gewöhnlich über eine Datenautobahn für eine oder mehrere andere Hardware-Vorrichtungen verfügbar gemacht, wie etwa Bediener-Workstations, Personalcomputer oder Com-

puter- bzw. Berechnungsvorrichtungen, Datenarchive, Report- bzw. Berichtsgeneratoren, zentralisierte Datenbanken oder andere zentralisierte administrative Berechnungsvorrichtungen, die typischerweise in Steuerungsräumen oder anderen Orten entfernt von der rauerer Anlagenumgebung platziert sind. Jede dieser Hardware-Vorrichtungen ist typischerweise über die Prozessanlage oder über einen Teil bzw. Bereich der Prozessanlage zentralisiert. Diese Hardware-Vorrichtungen lassen Applikationen laufen, die zum Beispiel einem Operator bzw. Bediener ermöglichen, Funktionen in Bezug auf ein Steuern eines Prozesses und/oder Betreiben der Prozessanlage wahrzunehmen, wie etwa Ändern von Einstellungen der Prozesssteuerungsroutine, Modifizieren der Operation der Steuerungsmodul innerhalb der Controller oder der Feldvorrichtungen, Betrachten bzw. Prüfen des aktuellen Zustands des Prozesses, Betrachten bzw. Prüfen von Alarmen, die von Feldvorrichtungen und Controllern erzeugt werden, Simulieren des Betriebs des Prozesses zum Zwecke des Trainings von Personal oder Testens der Prozesssteuerungs-Software, Halten und Aktualisieren einer Konfigurationsdatenbank etc. Die Datenautobahn, die von den Hardware-Vorrichtungen, Controllern und Feldvorrichtungen genutzt wird, kann einen drahtgebundenen Kommunikationspfad, einen drahtlosen Kommunikationspfad oder eine Kombination drahtgebundener und drahtloser Kommunikationspfade umfassen.

**[0004]** Als ein Beispiel umfasst das Steuerungssystem DeltaV™, vertrieben von Emerson Process Management, zahlreiche Anwendungen, die innerhalb verschiedener, an diversen Stellen innerhalb einer Prozessanlage gelegener Vorrichtungen gespeichert sind und von diesen ausgeführt werden. Jede dieser Anwendungen sieht eine Nutzerschnittstelle (UI) vor, um einem Nutzer (z.B. einem Konfigurationsingenieur, einem Prozessanlagenbediener, einem Wartungstechniker etc.) zu ermöglichen, Aspekte des Betriebs und der Konfiguration der Prozessanlage zu betrachten bzw. zu prüfen und/oder zu modifizieren. In dieser ganzen Beschreibung wird der Ausdruck "Nutzerschnittstelle" oder "UI" verwendet, um auf eine Anwendung oder einen Bildschirm zu verweisen, der einem Nutzer ermöglicht, die Konfiguration, den Betrieb oder Status der Prozessanlage zu betrachten oder zu modifizieren. Ähnlich wird der Ausdruck "Nutzerschnittstellenvorrichtung" oder "UI-Vorrichtung" verwendet, um auf eine Vorrichtung zu verweisen, auf der eine Nutzerschnittstelle arbeitet, gleich ob diese Vorrichtung stationär (z.B. eine Workstation, eine wandmontierte Anzeige, eine Anzeige einer Prozesssteuerungsvorrichtung etc.) oder mobil (z.B. ein Laptopcomputer, ein Tabletcomputer, ein Smartphone etc.) ist. Eine Konfigurationsanwendung, welche sich in einer oder mehreren Bediener-Workstations oder Berechnungsvorrichtungen befindet, ermöglicht Nutzern, Prozess-

steuerungsmodule zu erzeugen oder zu ändern und diese Prozesssteuerungsmodule über eine Datenautobahn zu zweckbestimmten verteilten Controllern herunterzuladen. Typischerweise sind diese Steuerungsmodule aus kommunikativ miteinander verbundenen Funktionsblöcken aufgebaut. Die Konfigurationsanwendung kann einem Konfigurations-Designer auch ermöglichen, Nutzerschnittstellen zu erzeugen oder zu ändern, welche von einer Prüf- bzw. Betrachtungsanwendung genutzt werden, um Daten einem Bediener anzuzeigen und dem Bediener zu ermöglichen, Einstellungen wie etwa Sollwerte innerhalb der Prozesssteuerungsroutinen zu ändern. Jeder zweckbestimmte Controller, und in einigen Fällen eine oder mehrere Feldvorrichtungen, speichert eine jeweilige Controller-Anwendung und führt diese aus, die die zugeordneten und dorthin heruntergeladenen Steuerungsmodule laufen lässt, um eine tatsächliche Prozesssteuerungsfunktionalität zu implementieren. Die Betrachtungsanwendungen, welche auf einer oder mehreren Bediener-Workstations (oder auf einer oder mehreren entfernten Berechnungsvorrichtungen in kommunikativer Verbindung mit den Bediener-Workstations und der Datenautobahn) ausgeführt werden können, empfangen Daten von der Controller-Anwendung über die Datenautobahn und zeigen diese Daten Designern, Bedienern oder Nutzern von Prozesssteuerungssystemen an, die die UIs nutzen, und können beliebige von mehreren verschiedenen Ansichten bereitstellen, wie etwa eine Ansicht eines Bedieners, eine Ansicht eines Ingenieurs, eine Ansicht eines Technikers etc. Eine Datenarchiv-Anwendung ist typischerweise in einer Datenarchiv-Vorrichtung gespeichert und wird von ihr ausgeführt, die einige der oder alle Daten sammelt und speichert, die über die Datenautobahn bereitgestellt werden, während eine Konfigurations-Datenbankanwendung in noch einem weiteren Computer laufen kann, der an die Datenautobahn angeschlossen ist, um die aktuelle Konfiguration einer Prozesssteuerungsroutine und damit assoziierte Daten zu speichern. Alternativ dazu kann sich die Konfigurations-Datenbank in der gleichen Workstation wie die Konfigurations-Anwendung befinden.

**[0005]** In bestehenden Prozesssteuerungssystemen ist eine Steuerung der Prozessanlage mit der Operation eines oder mehrerer, eine Prozesssteuerungslogik implementierender Steuerungsmodule verbunden, die mit Feldvorrichtungen kommunizieren, um Prozesssteuerungsdaten zu senden und zu empfangen. Da die Feldvorrichtungen ein beliebiges von verschiedenen Operations- und Kommunikationsprotokollen verwenden kann, müssen die Steuerungsmodule dafür eingerichtet bzw. konfiguriert sein, die Prozesssteuerungsdaten unter Verwendung der geeigneten Protokolle für jede Vorrichtung zu akzeptieren und bereitzustellen. Außerdem können Kommunikationsverbindungen zwischen den Steuerungsmodulen und den Feldvorrichtungen wei-

tere Schichten von Kommunikationsprotokollen oder -formaten für eine ordnungsgemäße Übertragung bzw. Sendung und Empfang von Prozesssteuerungsdaten hinzufügen. Folglich enthalten Prozesssteuerungssysteme typischerweise eine große Anzahl von Steuerungsmodulen, die die gleichen oder ähnliche logische Operationen ausführen, welche sich aber im Typ von Daten unterscheiden, die sie von den Feldvorrichtungen empfangen oder diesen bereitstellen. Außerdem erfordern Änderungen im Prozesssteuerungsnetzwerk (einschließlich eines Austauschs von Feldvorrichtungen oder Änderungen an der Kommunikations-Infrastruktur des Netzwerks) häufig Änderungen an zahlreichen Steuerungsmodulen. Die hierin beschriebene Erfindung geht diese Punkte an.

## ZUSAMMENFASSUNG

**[0006]** Hierin werden Systeme und Verfahren zum Erzeugen und Betreiben von Prozesssteuerungssystemen offenbart, die von der Kommunikationsarchitektur der gesteuerten Prozessanlage unabhängig sind. Verschiedene Aspekte der beschriebenen Systeme und Verfahren nutzen vermittelnde bzw. intermediäre Komponenten, um die Prozesssteuerungslogik-Operationen von Kommunikations-Operationen innerhalb eines Prozesssteuerungsnetzwerks der Prozessanlage ganz oder teilweise zu entkoppeln. Diese Entkopplung wird erreicht unter Verwendung von Signalobjekten und Shadow- bzw. Schattenblöcken, um zwischen Steuerungsmodulen, die eine Prozesssteuerungslogik implementieren, und Feldvorrichtungen zu kommunizieren, die Steuerungseinstellungen an der Prozessanlage implementieren. Die Signalobjekte und die Schattenblöcke isolieren beide die Steuerungsmodule von einer direkten Kommunikation mit den Feldvorrichtungen über die I/O-Architektur eines Prozesssteuerungsnetzwerks bzw. schirmen diese dagegen ab und können beide eine Protokollumwandlung für Prozesssteuerungsdaten bearbeiten bzw. erledigen, die zwischen den Steuerungsmodulen und den Feldvorrichtungen kommuniziert werden. Einige Ausführungsformen der Systeme und Verfahren, die hierin beschrieben werden, können sowohl Signalobjekte als auch Schattenblöcke nutzen, während andere nur Signalobjekte oder nur Schattenblöcke nutzen können.

**[0007]** Gemäß einem Aspekt der hierin beschriebenen Erfindung wird ein Verfahren zum Betreiben einer Prozessanlage offenbart, umfassend: Auswählen eines Steuerungsmoduls, das mit einem Steuerungsprozess verbunden bzw. assoziiert ist, Verbinden bzw. Assoziieren eines Signalobjekts mit einem Eingang oder Ausgang des Steuerungsmoduls und Zuweisen eines Pfads zum Signalobjekt. Das Steuerungsmodul kann Prozesssteuerungsdaten empfangen, verarbeiten und erzeugen, um die Prozessanlage zu steuern. Gemäß einem anderen Aspekt der hierin beschriebenen Erfindung wird ein System

zum Betreiben einer Prozessanlage offenbart, umfassend: eine Vielzahl von Prozesssteuerungsvorrichtungen, die innerhalb der Prozessanlage angeordnet sind, und einen Controller, der mit der Vielzahl von Feldvorrichtungen kommunikativ verbunden ist und zumindest ein Steuerungsmodul aufweist, wobei das Steuerungsmodul einen Eingang aufweist, um Eingabe-Prozesssteuerungsdaten zu empfangen, und einen Ausgang, um Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten zu kommunizieren bzw. zu übermitteln. Der Eingang des Steuerungsmoduls kann mit einem Signalobjekt assoziiert sein, um Prozesssteuerungsdaten zu empfangen, und das Signalobjekt kann einen zugewiesenen Pfad aufweisen, der einen Ausgang einer Prozesssteuerungsvorrichtung der Vielzahl von Prozesssteuerungsvorrichtungen spezifiziert. Folglich kann das Steuerungsmodul mit der Prozesssteuerungsvorrichtung assoziierte Prozesssteuerungsdaten vom Signalobjekt empfangen. Andere Charakteristiken oder Komponenten eines solchen Systems und Verfahrens können in verschiedenen Ausführungsformen, wie etwa jenen, die im Folgenden beschrieben werden, einbezogen sein.

**[0008]** Der dem Signalobjekt zugewiesene Pfad kann einen Eingang oder Ausgang einer Prozesssteuerungsvorrichtung der Prozessanlage spezifizieren, welche eine Feldvorrichtung sein kann. In einigen Ausführungsformen kann der Pfad einen Konstantdatenwert oder eine andere Datenquelle wie etwa eine Datenbank spezifizieren. Da das Signalobjekt das Steuerungsmodul von der Prozesssteuerungsvorrichtung entkoppelt, können die von der Feldvorrichtung empfangenen oder erzeugten Prozesssteuerungsdaten von der I/O-Architektur der Prozessanlage unabhängig sein. Zu diesem Zweck kann das Signalobjekt Ausgangs- bzw. Ausgabedaten von einer Prozesssteuerungsvorrichtung oder einem Steuerungsmodul empfangen, Prozesssteuerungsdaten aus den Ausgabedaten extrahieren und die Prozesssteuerungsdaten einem Steuerungsmodul oder einer Prozesssteuerungsvorrichtung unter Verwendung eines verschiedenen Formats von den empfangenen Ausgabedaten bereitstellen. Besonders wenn das Signalobjekt Prozesssteuerungsdaten einem Steuerungsmodul oder einer Nutzerschnittstelle bereitstellt, kann das Signalobjekt die Ausgabedaten in ein Standardformat umwandeln. Folglich können die Prozesssteuerungsdaten von einem beliebigen Steuerungsmodul ohne Berücksichtigung des Formats, Protokolls oder anderer Ereignisse der I/O-Architektur der Prozessanlage direkt genutzt werden.

**[0009]** In einigen Ausführungsformen können zusätzliche Signalobjekte mit dem Steuerungsmodul assoziiert sein. Ein zweites Signalobjekt kann zum Beispiel mit einer Ausgabe bzw. einem Ausgang des Steuerungsmoduls assoziiert sein, um von dem Ausgang des Steuerungsmoduls kommunizierte Pro-

zesssteuerungsdaten zu empfangen. Das zweite Signalobjekt kann einem Pfad zugewiesen sein, der einen Eingang einer Prozesssteuerungsvorrichtung der Prozessanlage spezifiziert, welche die gleiche Prozesssteuerungsvorrichtung oder eine andere Prozesssteuerungsvorrichtung sein kann. Indem der Pfad dem zweiten Signalobjekt so zugewiesen wird, kann das zweite Signalobjekt veranlasst werden, die Prozesssteuerungsdaten der Prozesssteuerungsvorrichtung bereitzustellen. Das Signalobjekt bearbeitet eine Kommunikation zwischen dem Steuerungsmodul und der Prozesssteuerungsvorrichtung, so dass das Steuerungsmodul die Prozesssteuerungsdaten über das Signalobjekt ohne Berücksichtigung der I/O-Architektur, die mit der Prozesssteuerungsvorrichtung assoziiert ist, indirekt an die Prozesssteuerungsvorrichtung übermitteln kann. In weiteren Ausführungsformen kann ein Eingang eines zweiten Steuerungsmoduls mit dem zweiten Signalobjekt assoziiert sein, um Prozesssteuerungsdaten vom zweiten Signalobjekt zu empfangen. Auf diese Weise kann der Eingang des zweiten Steuerungsmoduls Prozesssteuerungsdaten vom Ausgang des Steuerungsmoduls über das zweite Signalobjekt empfangen. In noch weiteren Ausführungsformen kann eine Vielzahl von Eingängen oder Ausgängen von Steuerungsmodulen mit dem gleichen Signalobjekt assoziiert sein, so dass jedes Steuerungsmodul über das Signalobjekt Prozesssteuerungsdaten von der gleichen Prozesssteuerungsvorrichtung empfängt oder Prozesssteuerungsdaten dieser bereitstellt. Zusätzliche Steuerungsmodule oder Signalobjekte können ähnlich hinzugefügt und in verschiedenen Konfigurationen geschaltet bzw. verbunden werden.

**[0010]** Die Steuerungsmodule können in einigen Ausführungsformen als Instanzen einer Klasse in einer objektorientierten Programmiersprache implementiert sein. Folglich können mehrere Instanzen der Steuerungsmodulklassse automatisch aktualisiert werden, wenn die Steuerungsmodulklassse aktualisiert wird. Eine Vielzahl von Steuerungsmodulen oder Steuerungsmodulklassen kann in einer Bibliothek gespeichert werden, aus welcher sie zur Verwendung im Prozesssteuerungssystem ausgewählt werden können. Signalobjekte oder Signalobjektklassen können ähnlich in einer Bibliothek gespeichert werden. In weiteren Ausführungsformen kann eine Bibliothek eine Vielzahl von Steuerungsstrategien speichern. Jede Steuerungsstrategie kann ein oder mehrere Steuerungsmodule enthalten, und jedes Steuerungsmodul innerhalb der Steuerungsstrategie kann ein oder mehrere, mit ihm assoziierte Signalobjekte aufweisen. Folglich kann ein Auswählen einer Steuerungsstrategie veranlassen, dass ein oder mehrere Steuerungsmodule mit einem assoziierten Signalobjekt im Prozesssteuerungssystem einbezogen werden. Die mit den Steuerungsmodulen der Steuerungsstrategien assoziierten Signalobjekte können zugewiesene Pfade enthalten oder auch nicht.

**[0011]** In einigen Ausführungsformen können ein oder mehrere Signalobjekte mit keinen Steuerungsmodulen assoziiert sein. Solche nicht assoziierten Signalobjekte können ohne Verwendung von Steuerungsmodulen mit einer Nutzerschnittstelle kommunizieren, um Prozesssteuerungsdaten der Nutzerschnittstelle bereitzustellen oder um Prozesssteuerungsdaten von der Nutzerschnittstelle zu empfangen. Beispielsweise kann ein Signalobjekt einem Pfad zugewiesen werden, der einen Ausgang einer Prozesssteuerungsvorrichtung spezifiziert, um Prozesssteuerungsdaten von der Prozesssteuerungsvorrichtung zu empfangen. Solch ein Signalobjekt kann mit der Nutzerschnittstelle direkt assoziiert sein, um die Prozesssteuerungsdaten von der Prozesssteuerungsvorrichtung der Nutzerschnittstelle ohne Verwendung irgendwelcher Steuerungsmodule bereitzustellen. Die Nutzerschnittstelle kann dann veranlassen, dass die Prozesssteuerungsdaten einem Prozessanlagen-Bediener oder anderen Nutzer präsentiert werden. Das Signalobjekt kann Skalierungs-, Alarm- oder Bit-Picking-Operationen an den Prozesssteuerungsdaten durchführen. Eine Skalierung kann ein Bereitstellen von Information bezüglich der Skalierung der Prozesssteuerungsdaten oder Umwandeln der Prozesssteuerungsdaten in eine bevorzugte Skalierung beinhalten. Ein Alarmieren kann ein Erzeugen eines Alarms basierend auf Alarmkriterien beinhalten, wenn die Prozesssteuerungsdaten die Alarmkriterien erfüllen, was veranlasst, dass die Nutzerschnittstelle dem Nutzer einen Alarm meldet. Die Alarmkriterien können vorbestimmt oder vom Nutzer konfiguriert sein. Ein Bit-Picking bzw. Herausgreifen von Bits kann ein Auswählen eines oder mehrerer spezifischer Bits aus einem oder mehreren Ausgabedatenströmen umfassen, die von einer oder mehreren Prozesssteuerungsvorrichtungen erzeugt werden.

**[0012]** Einige Ausführungsformen können ein Testen der Operation bzw. des Betriebs des Prozesssteuerungssystems einschließen. Ein Testen des Prozesssteuerungssystems kann ein Zuweisen eines mit Testdaten assoziierten Testpfads zu einem oder mehreren Signalobjekten und ein Ausführen eines oder mehrerer Steuerungsmodule unter Verwendung der Testdaten einschließen, um eine Operation der Steuerungsmodule innerhalb des Prozesssteuerungssystems zu simulieren. Die Testdaten können einen oder mehrere Sätze von Testdaten enthalten, die Betriebsbedingungen innerhalb der Prozessanlage angeben, und können von der I/O-Architektur der Prozessanlage unabhängig sein. Ein Testen der Operation des einen oder mehrerer Steuerungsmodule kann ein Empfangen von Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten von dem Modul für jeden Satz von Testdaten einschließen, ein Aufzeichnen der empfangenen Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten und ein Verifizieren eines ordnungsgemäßen Funktionierens der Steuerungsmodule unter Verwen-

dung der aufgezeichneten Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten. Testen kann ferner ein Bestimmen, dass ein Steuerungsmodul nicht innerhalb vorbestimmter Qualitätsparameter funktioniert, unter Verwendung der aufgezeichneten Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten und ein Einstellen eines oder mehrerer Parameter des Steuerungsmoduls oder eines oder mehrerer Signalobjekte einschließen. Nach solchen Einstellungen können die ein oder mehr Steuerungsmodule wieder unter Verwendung der Testdaten getestet werden. Wenn ein Test abgeschlossen ist, kann eine Information, die zumindest einen Teil der I/O-Architektur der Prozessanlage angibt, empfangen und genutzt werden, um Pfade einem oder mehreren Signalobjekten zuzuweisen. In einigen Ausführungsformen können die konfigurierten ein oder mehr Steuerungsmodule und assoziierten Signalobjekte in einem Speicher durch einen ersten Computer gespeichert und vom Speicher durch einen zweiten Computer abgerufen werden, um das Prozesssteuerungssystem zu implementieren, um den Signalobjekten Pfade zuzuweisen. In weiteren Ausführungsformen können die Pfade einem oder mehreren Signalobjekten zur Laufzeit während einer Ausführung der assoziierten Steuerungsmodule beim Betreiben der Prozessanlage zugewiesen werden.

**[0013]** Gemäß einem anderen Aspekt der hierin beschriebenen Erfindung wird ein Verfahren zum Betreiben einer Prozessanlage offenbart, umfassend: Empfangen einer Angabe eines Steuerungsmoduls zum Betreiben der Prozessanlage bei einem Controller, der mit einer Vielzahl von Feldvorrichtungen kommunikativ verbunden ist, Assoziieren eines generischen Schattenblocks innerhalb des Controllers mit dem Steuerungsmodul, Empfangen von Beschreibungsdaten betreffend eine Feldvorrichtung, die mit dem Controller kommunikativ verbunden ist, und Konfigurieren des generischen Schattenblocks, um innerhalb des Controllers die Operation des Funktionsblocks der Feldvorrichtung nachzuahmen, basierend auf den empfangenen Beschreibungsdaten. Die Beschreibungsdaten beschreiben eine Funktion der Feldvorrichtung, welche eine Beschreibung eines innerhalb der Feldvorrichtung arbeitenden Funktionsblocks enthalten kann. In einigen Ausführungsformen können die Beschreibungsdaten Daten enthalten, die die Feldvorrichtung in einer textbasierten Standardbeschreibungssprache beschreiben. Die Beschreibungsdaten können ferner eine Information betreffend die I/O-Architektur enthalten, die mit der Feldvorrichtung assoziiert ist. In einigen Ausführungsformen können ein Teil der oder alle Beschreibungsdaten empfangen werden, indem eine Anfrage nach den Beschreibungsdaten an die Feldvorrichtung gesendet und die Beschreibungsdaten von der Feldvorrichtung empfangen werden. Stattdessen können ein Teil der oder alle Beschreibungsdaten von einer Datenbank empfangen werden, die Information betreffend die Prozessanlage enthält.

**[0014]** Ein Assoziieren des generischen Schattenblocks mit dem Steuerungsmodul kann ein Spezifizieren einer Referenz entweder eines Eingangs oder eines Ausgangs des Steuerungsmoduls einschließen, um den generischen Schattenblock zu identifizieren. Solch eine Referenz kann einen Pfad zur Feldvorrichtung spezifizieren. Eine Referenz eines Eingangs oder Ausgangs des Steuerungsmoduls kann ähnlich spezifiziert werden, um einen konstanten Wert zu identifizieren. Einige Ausführungsformen können ein Assoziieren eines oder mehrerer zusätzlicher generischer Schattenblöcke innerhalb des Controllers mit Eingängen oder Ausgängen des Steuerungsmoduls, ein Empfangen zusätzlicher Beschreibungsdaten und ein Konfigurieren der ein oder mehr zusätzlichen generischen Schattenblöcke einschließen. Die zusätzlichen Beschreibungsdaten können Informationen betreffend eine oder mehrere zusätzliche Feldvorrichtungen enthalten, die mit dem Controller kommunikativ verbunden sind, welche Beschreibungen von Funktionsblöcken derartiger zusätzlicher Feldvorrichtungen enthalten können. Die ein oder mehr zusätzlichen generischen Schattenblöcke können mit dem generischen Schattenblock vor einer Konfiguration identisch sein, so dass eine Konfiguration unter Verwendung der zusätzlichen Beschreibungsdaten bewirkt, dass die generischen Schattenblöcke speziell konfiguriert werden, um innerhalb des Controllers die Operation der Funktionsblöcke der ein oder mehr zusätzlichen Feldvorrichtungen nachzuahmen. Folglich können die generischen Schattenblöcke sogar mit Feldvorrichtungen oder Funktionsblöcken innerhalb von Feldvorrichtungen genutzt werden, die sich im Typ unterscheiden oder die verschiedenen Kommunikationsprotokolle nutzen.

**[0015]** Auf eine Ausführung des Steuerungsmoduls hin kann der Controller bestimmen, ob der generische Schattenblock konfiguriert wurde. Falls der generische Schattenblock nicht konfiguriert wurde, kann der Controller den generischen Schattenblock konfigurieren, indem eine Angabe der Feldvorrichtung empfangen wird, Beschreibungsdaten betreffend die Feldvorrichtung basierend auf der empfangenen Angabe der Feldvorrichtung empfangen werden und der generische Schattenblock unter Verwendung der empfangenen Beschreibungsdaten konfiguriert wird. In einigen Ausführungsformen kann die Angabe der Feldvorrichtung durch einen Bediener der Prozessanlage ausgewählt werden. Die Angabe der Feldvorrichtung kann gleichfalls von einer Datenbank, die Information betreffend die Prozessanlage enthält, empfangen werden.

**[0016]** In weiteren Ausführungsformen kann der konfigurierte Schattenblock Prozesssteuerungsdaten für eine Kommunikation zwischen dem Steuerungsmodul und der Feldvorrichtung empfangen und umwandeln. Der konfigurierte Schattenblock kann Prozesssteuerungsdaten von der Feldvorrichtung

empfangen, die empfangenen Prozesssteuerungsdaten in ein Standardformat, das von der Konfiguration des generischen Schattenblocks unabhängig ist, unter Verwendung der Beschreibungsdaten umwandeln und die umgewandelten Prozesssteuerungsdaten im Standardformat einem Eingang des Steuerungsmoduls bereitstellen. Der konfigurierte Schattenblock kann ähnlich Prozesssteuerungsdaten von einem Ausgang des Steuerungsmoduls in einem Standardformat empfangen, das von der Feldvorrichtung und der I/O-Architektur der Prozessanlage unabhängig ist, die Prozesssteuerungsdaten von dem Standardformat in ein zweites Format umwandeln, das von der Feldvorrichtung genutzt wird, und die umgewandelten Prozesssteuerungsdaten an die Feldvorrichtung kommunizieren bzw. übermitteln.

**[0017]** In einigen Ausführungsformen kann das Steuerungsmodul eine Instanz einer Klasse von Steuerungsmodulen sein, die vom Typ der Feldvorrichtung und der I/O-Architektur der Prozessanlage unabhängig sind. Der generische Schattenblock kann ähnlich eine Instanz einer Klasse generischer Schattenblöcke sein. Ein oder mehrere generische Schattenblöcke können automatisch mit dem Steuerungsmodul basierend auf der Klasse des Steuerungsmoduls assoziiert werden. Um zu ermöglichen, dass jede Klasse von Steuerungsmodulen mehrere Prozessanlagenkonfigurationen oder -operationen abdeckt, können Steuerungsmodule Optionen enthalten, um eine oder mehrere Eingaben von den oder Ausgaben an die generischen Steuerblöcke zu ignorieren. Ferner kann das Steuerungsmodul oder ein Aspekt des Steuerungsmoduls dem Bediener einer Prozessanlage oder einem anderen Nutzer des Prozesssteuerungssystems unter Verwendung eines Standardformats basierend auf der Steuerungsmodulklassse präsentiert werden. Beispielsweise kann eine Nutzerschnittstelle, die dafür eingerichtet ist, die Prozessanlage zu betreiben, beim Controller oder bei einer Nutzervorrichtung erzeugt werden, welche Nutzerschnittstelle eine Darstellung des Steuerungsmoduls enthalten kann. Die Nutzerschnittstelle kann dem Bediener einer Prozessanlage oder einem anderen Nutzer Information betreffend die Prozessanlage präsentieren, welche eine oder mehrere Darstellungen von Steuerungsmodulen der gleichen Klasse enthalten kann, so dass alle Steuerungsmodule der gleichen Klasse durch das gleiche Standardformat dargestellt werden.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0018]** Fig. 1A–B sind Blockdiagramme eines beispielhaften Prozesssteuerungsnetzwerks, das in einem Prozesssteuerungssystem oder einer Prozessanlage arbeitet.

**[0019]** Fig. 2 ist ein Blockdiagramm, das eine beispielhafte Kommunikationsstruktur eines Pro-

zesssteuerungssystem des Prozesssteuerungsnetzwerks gemäß der Beschreibung hierin veranschaulicht.

**[0020]** Fig. 3 ist ein Blockdiagramm, das eine beispielhafte Kommunikationsstruktur eines Prozesssteuerungssystems des Prozesssteuerungsnetzwerks gemäß der Beschreibung hierin weiter veranschaulicht.

**[0021]** Fig. 4 ist ein Blockdiagramm, das ein beispielhaftes Steuerungsmodul innerhalb der beispielhaften Prozesssteuerungssysteme des Prozesssteuerungsnetzwerks gemäß der Beschreibung hierin weiter veranschaulicht.

**[0022]** Fig. 5 ist ein Flussdiagramm, das ein beispielhaftes Verfahren zum Konfigurieren bzw. Einrichten der Prozesssteuerungssysteme des Prozesssteuerungsnetzwerks gemäß der Beschreibung hierin darstellt.

**[0023]** Fig. 6 ist ein Blockdiagramm, das eine beispielhafte Konfiguration eines Steuerungsmoduls, das generische Schattenblöcke nutzt, innerhalb des Prozesssteuerungsnetzwerks gemäß der Beschreibung hierin veranschaulicht.

**[0024]** Fig. 7 ist ein Flussdiagramm, das ein beispielhaftes Verfahren zum Instanzieren von Schattenblöcken unter Verwendung generischer Schattenblöcke innerhalb des Prozesssteuerungsnetzwerks gemäß der Beschreibung hierin darstellt.

#### DETAILBESCHREIBUNG

**[0025]** Prozesssteuerungssysteme werden in einem weiten Bereich industrieller Anwendungen verwendet, um Prozessanlagen zu überwachen und zu betreiben. Solche Prozesssteuerungssysteme können so aufgebaut sein, dass sie Steuerungsmodule nutzen, die Steuerungslogikblöcke, -schleifen bzw. Regelkreise, -routinen oder -funktionen implementieren. Die Steuerungsmodule empfangen Eingabe-Prozesssteuerungsdaten (z.B. von Messvorrichtungen innerhalb der Prozessanlage) und erzeugen Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten (z.B. Steuerungsbefehle, um Ventile, Pumpen etc. zu betreiben). Die Steuerungsmodule laufen häufig in einem Controller, der von den Feldvorrichtungen entfernt ist, die die Eingabe-Prozesssteuerungsdaten erzeugen oder die Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten empfangen. Um mit solchen Feldvorrichtungen zu kommunizieren, können die Steuerungsmodule veranlassen, dass Prozesssteuerungsdaten über verschiedene Kommunikationsverbindungen der Prozessanlage, die die I/O-Architektur der Prozessanlage aufbauen bzw. ausmachen, gesendet oder empfangen werden. Wie hierin verwendet, meint "I/O-Architektur" die physikalische und Kommunikations-Infrastruktur der gesam-

ten Prozessanlage oder eines Teils davon, welche Anzahlen und Typen von Kommunikationsverbindungen, Kommunikationsrelais oder -schaltern, Kommunikationsprotokollen, Kommunikationsformaten, Typen von Vorrichtungen, Vorrichtungsspezifikationen, Vorrichtungsprotokollen und Formaten für eine Vorrichtungsoperation oder -kommunikation einschließen können.

**[0026]** Um eine Kommunikation von Prozesssteuerungsdaten oder anderen Daten über die I/O-Architektur zu verwalten, können verschiedene Ausführungsformen der Erfindung, die hierin beschrieben werden, Schattenblöcke oder Signalobjekte nutzen. Die Schattenblöcke oder Signalobjekte entkoppeln die Steuerungsmodule von der I/O-Architektur in unterschiedlichen Ausmaßen, indem Aspekte einer Kommunikation zwischen den Steuerungsmodulen und den Feldvorrichtungen verwaltet werden. Die Schattenblöcke können dafür eingerichtet sein, eine Operation der Feldvorrichtung (oder Funktionsblöcke innerhalb der Feldvorrichtungen) innerhalb des Controllers oder einer anderen, die Steuerungsmodule ausführenden Vorrichtung nachzuahmen, was folglich ermöglicht, dass die Steuerungsmodule mit den Schattenblöcken interagieren, als ob sie die eigentlichen Feldvorrichtungen wären. Die Schattenblöcke können unter Verwendung der I/O-Architektur dann Prozesssteuerungsdaten senden und empfangen. Die Signalobjekte können dafür eingerichtet sein, die Steuerungsmodule mit den Feldvorrichtungen zu verbinden, was ein Übersetzen der Prozesssteuerungsdaten zwischen Protokollen, die in der I/O-Architektur genutzt werden, und Standardformaten, die von den Steuerungsmodulen genutzt werden, einschließen kann. Die Signalobjekte können folglich genutzt werden, um eine Kommunikation zwischen einem Steuerungsmodul und Feldvorrichtungen oder anderen Steuerungsmodulen zu verwalten. Signalobjekte können auch verwendet werden, um Prozesssteuerungsdaten direkt an eine Nutzerschnittstelle zu übermitteln, wodurch die Steuerungsmodule für eine einfache Präsentation oder Alarm-Funktionalität umgangen werden.

#### Systemüberblick

**[0027]** Wendet man sich zunächst der Gesamtarchitektur einer beispielhaften Prozessanlage zu, ist Fig. 1A ein Blockdiagramm eines beispielhaften Prozesssteuerungsnetzwerks **100**, das in einem Prozesssteuerungssystem oder einer Prozessanlage **10** (oder einem Teil davon) arbeitet. Das Prozesssteuerungsnetzwerk **100** kann ein Netzwerk-Rückgrat bzw. -Backbone **105** enthalten, das eine Konnektivität direkt oder indirekt zwischen einer Vielzahl anderer Vorrichtungen schafft. Die mit dem Netzwerk-Backbone **105** gekoppelten Vorrichtungen umfassen in verschiedenen Ausführungsformen Kombinationen von Zugangspunkten **72**, Gateways **75** zu an-

deren Prozessanlagen (z.B. über ein Intranet oder ein gemeinsames Wide Area Network bzw. Weitbereichsnetzwerk), Gateways **78** zu externen Systemen (z.B. zum Internet), UI-Vorrichtungen **112**, Servern **150**, Datenbanken **140**, Big-Data-Anwendungen **102** (z.B. einschließlich Big-Data-Archiven), Expertensystemen **104** für große Datenmengen, Supervisor-Maschinen **106**, Controllern **11**, Eingabe/Ausgabe-(I/O-)Karten **26** und **28**, drahtgebundenen Feldvorrichtungen **15–23**, drahtgebundenen Steuerungsvorrichtungen **24**, drahtlosen Gateways **35** und drahtlosen Kommunikationsnetzwerken **70**. Die Kommunikationsnetzwerke **70** können drahtlose Vorrichtungen **40–58** einbeziehen, welche drahtlose Feldvorrichtungen **40–46**, drahtlose Adapter **52a** und **52b**, Zugangspunkte **55a** und **55b** und einen Router **58** umfassen. Die drahtlosen Adapter **52a** und **52b** können mit nicht drahtlosen Feldvorrichtungen **48** bzw. **50** verbunden sein. Der Controller **11** kann einen Prozessor **30**, einen Speicher **32** und eine oder mehrere Steuerungsroutinen **38** enthalten. Obgleich **Fig. 1A** nur eine einzige von einigen der Vorrichtungen darstellt, die mit dem Netzwerk-Backbone **105** verbunden sind, versteht man, dass jede der Vorrichtungen mehrere Instanzen auf dem Netzwerk-Backbone **105** aufweisen könnte und dass in der Tat die Prozessanlage **10** zahlreiche Netzwerk-Backbones **105** enthalten kann.

**[0028]** Die UI-Vorrichtungen **112** sind mit dem Controller **11** und dem drahtlosen Gateway **35** über das Netzwerk-Backbone **105** kommunikativ verbunden. Der Controller **11** kann über I/O-Karten **26** und **28** mit drahtgebundenen Feldvorrichtungen **15–23** kommunikativ verbunden sein und kann über das Netzwerk-Backbone **105** und ein drahtloses Gateway **35** mit drahtlosen Feldvorrichtungen **40–46** und nicht-drahtlosen Feldvorrichtungen **48–50** kommunikativ verbunden sein. Einige Feldvorrichtungen **22** und **23** können über eine Steuerungsvorrichtung **24**, die mit den Feldvorrichtungen **22** und **23** direkt kommuniziert und über eine I/O-Karte **28** mit dem Controller **11** kommuniziert, mit dem Controller **11** indirekt verbunden sein. Der Controller **11** kann arbeiten, um einen Batch-Prozess oder einen kontinuierlichen Prozess unter Verwendung zumindest einiger der Feldvorrichtungen **15–23** und **40–50** zu implementieren. Der Controller **11**, welcher zum Beispiel der DeltaV™-Controller sein kann, der von Emerson Process Management verkauft wird, ist mit dem Netzwerk-Backbone **105** der Prozesssteuerung kommunikativ verbunden. Der Controller **11** kann auch mit den Feldvorrichtungen **15–23** und **40–50** kommunikativ verbunden sein unter Verwendung einer beliebigen gewünschten Hardware und Software, die mit zum Beispiel standardmäßigen 4–20 mA Vorrichtungen, I/O-Karten **26**, **28** und/oder einem beliebigen intelligenten Kommunikationsprotokoll assoziiert sind, wie etwa dem FOUNDATION® Feldbus-Protokoll, dem HART®-Protokoll, dem Wireless-HART®-Protokoll etc. In der in **Fig. 1A** veranschaulichten

Ausführungsform sind der Controller **11**, die Feldvorrichtungen **15–23** und **48–50**, die Steuerungsvorrichtung **24** und die I/O-Karten **26**, **28** drahtgebundene Vorrichtungen, und die Feldvorrichtungen **40–46** sind drahtlose Vorrichtungen. Wenn es der Kontext nicht anders angibt, könnte jedoch eine beliebige der Feldvorrichtungen **15–23** oder **40–50**, auf die hierin verwiesen wird, als eine drahtgebundene oder drahtlose Feldvorrichtung implementiert sein, und Kommunikationsverbindungen zwischen dem Controller **11** und den Feldvorrichtungen **15–23** oder **40–50** könnten entweder drahtgebundene oder drahtlose Verbindungen oder beide umfassen. Obgleich eine Prozesssteuerung hierin in Bezug auf Feldvorrichtungen diskutiert wird, kann ein beliebiger Typ einer Prozesssteuerungsvorrichtung in einer beliebigen der verschieden beschriebenen Ausführungsformen genutzt werden.

**[0029]** Im Betrieb der UI-Vorrichtung **112** kann die UI-Vorrichtung **112** in einigen Ausführungsformen eine Nutzerschnittstelle ("UI") ausführen, die ermöglicht, dass die UI-Vorrichtung **112** über eine Eingabeschnittstelle eine Eingabe akzeptiert und eine Ausgabe an einer Anzeige bereitstellt. Die UI-Vorrichtung **112** kann Daten (z.B. prozessbezogene Daten wie etwa Prozessparameter, Log-Daten, Sensordaten und/oder beliebige andere Daten, die in der Big-Data-Anwendung **102** erfasst und gespeichert werden können) vom Server **150** empfangen. In anderen Ausführungsformen kann die UI ganz oder teilweise beim Server **150** ausgeführt werden, wobei der Server **150** Anzeigedaten an die UI-Vorrichtung **112** sendet. Die UI-Vorrichtung **112** kann UI-Daten (welche Anzeigedaten und Prozessparameterdaten umfassen können) über das Backbone **105** von anderen Knoten im Prozesssteuerungsnetzwerk **100**, wie etwa dem Controller **11**, dem drahtlosen Gateway **35** oder dem Server **150**, empfangen. Basierend auf den bei der UI-Vorrichtung **112** empfangenen UI-Daten liefert die UI-Vorrichtung **112** eine Ausgabe (d.h. visuelle Darstellungen oder Grafiken), die Aspekte des Prozesses darstellen, die mit dem Prozesssteuerungsnetzwerk **100** assoziiert sind, was dem Nutzer ermöglicht, den Prozess zu überwachen. Der Nutzer kann den Prozess auch steuern, indem eine Eingabe bei der UI-Vorrichtung **112** vorgesehen wird. Zur Veranschaulichung kann die UI-Vorrichtung **112** Grafiken bereitstellen, die zum Beispiel einen Tankfüllprozess (einschließlich Daten von einer oder mehr Feldvorrichtungen) darstellen. In solch einem Szenario kann der Nutzer eine Tankpegelmessung ablesen und entscheiden, dass der Tank gefüllt werden muss. Der Nutzer kann mit einer bei der UI-Vorrichtung **115** angezeigten Einlassventil-Grafik interagieren und einen Befehl eingeben, der das Einlassventil veranlasst zu öffnen.

**[0030]** Im weiteren Betrieb kann die UI-Vorrichtung **112** zusätzlich zu der UI eine Anzahl von Rou-



tin, Modulen oder Services ausführen. In einer Ausführungsform kann die UI-Vorrichtung **112** eine Kontext-Wahrnehmungs-Routine ausführen, welche zum Beispiel verschiedene Routinen oder Subroutinen umfassen kann, die sich auf eine Standortwahrnehmung, Ausrüstungswahrnehmung oder Planungs- bzw. Dispositions-Wahrnehmung beziehen. Diese Kontext-Routinen können der UI-Vorrichtung **112** ermöglichen, eine Konfiguration einer grafischen Nutzerschnittstelle ("GUI-Konfiguration") wiederzugeben, die an eine bestimmte Umgebung oder einen bestimmten Kontext angepasst ist, in welchem die UI-Vorrichtung **112** arbeitet. Die UI-Vorrichtung **112** kann auch eine Zustandsbestimmungs-Routine ausführen, die der UI-Vorrichtung **112** ermöglicht, den Zustand der UI-Vorrichtung **112** zu verfolgen und zu sichern, einschließlich des Zustands der Anwendungen, die bei der UI-Vorrichtung **112** ausgeführt werden (wie etwa die UI). Durch Verfolgen des Zustands von Anwendungen an der UI-Vorrichtung **112** kann die UI-Vorrichtung **112** einem Benutzer ermöglichen, zum Beispiel eine Sitzung an einer ersten UI-Vorrichtung **112** zu initiieren und unter Verwendung einer zweiten UI-Vorrichtung **112** eine Wiederaufnahme des Arbeitsablaufs von seiner vorherigen Sitzung mit minimaler Unterbrechung zu starten.

**[0031]** Die UI-Vorrichtung **112** (oder der Server, der eine Anwendung oder einen Bildschirm der UI-Vorrichtung **112** bedient) kann auch Routinen ausführen, die sich auf eine Verwaltung von Anlageneinrichtungen bzw. -assets beziehen. Beispielsweise können einige Routinen zum Installieren, Ersetzen, Warten, Kalibrieren, Diagnostizieren oder Kommissionieren von Assets in der Prozessanlage verwendet werden. Andere Routinen können genutzt werden, um Arbeitsbefehle vorzubereiten oder abzuschließen, die mit bestimmten Assets assoziiert sind, und/oder Anlagenpersonal (z.B. Personal in der Nähe einer bestimmten Vorrichtung) über einen Arbeitsbefehl zu unterrichten. Die UI-Vorrichtung **112** kann Routinen ausführen, die sich auf ein Überwachen des Prozesses beziehen. Beispielsweise können einige Routinen zur Feldprotokollierung von Instrumentendaten, Melden von Laborproben, Anzeigen von Echtzeit-Assetparametern und dergleichen verwendet werden. Die UI-Vorrichtung **112** kann ferner Routinen ausführen, die sich auf eine Einhaltung von Anlagenprozeduren und des Arbeitsablaufs beziehen. Beispielsweise können einige Routinen Informationen liefern, die sich auf Standardbetriebsprozeduren (SOPs), Anlaufprozeduren, Abschaltprozeduren, Sperrprozeduren, Arbeitsanweisungen oder ein anderes Produkt/Assetdokumentation beziehen. Zusätzliche Routinen können noch, wenn die UI-Vorrichtung **112** mit einem Netzwerk gekoppelt ist, eine sofortige Ausgabe von Arbeitsbefehlen und sofortige Systemverfügbarkeit für rechnerunabhängige, manuell eingegebene Daten erleichtern. Kommunikationsroutinen können E-Mail-Routinen, Textnachricht-

ten-Routinen, Instant-Messaging-Routinen etc. umfassen, um eine Kommunikation zwischen Anlagenpersonal und/oder externen Teilnehmern, die technischen oder anderen Support bereitstellen, zu erleichtern.

**[0032]** Die UI-Vorrichtung **112** (oder der Server, der eine Anwendung oder einen Bildschirm der UI-Vorrichtung **112** bedient) kann ferner Routinen enthalten, die ein oder mehrere Auditprozesse unterstützen und/oder ermöglichen. Die Auditprozesse können beispielsweise Arbeitsaudits und/oder regulatorische Audits einschließen. In Ausführungsformen können die Routinen einem Nutzer erlauben, Daten zu betrachten und/oder Berichte zu erzeugen, die sich auf Daten beziehen, die für die Zwecke der Erfüllung regulatorischer Anforderungen gesammelt, gewartet bzw. gepflegt und/oder zusammengetragen werden. Zu Veranschaulichungszwecken kann, wo der mobile Steuerungsraum in einer pharmazeutischen Produktionsanlage implementiert ist, der mobile Steuerungsraum ein Betrachten bzw. Prüfen und Melden von Daten erleichtern, die gesammelt werden, um Regierungsanforderungen zu genügen, die die Sicherheit des Produktausstoßes der Anlage betreffen. In Ausführungsformen können die Routinen einem Nutzer ermöglichen, Berichte zu sichten und/oder zu erzeugen, die sich auf ein Auditieren von Arbeitsbefehlen, Wartung oder andere Anlagenprozesse beziehen.

**[0033]** In bestimmten Ausführungsformen kann die UI-Vorrichtung **112** einen beliebigen Typ von Client implementieren, wie etwa einen Thin-Client, Web-Client oder Thick-Client. Beispielsweise kann die UI-Vorrichtung **112** von anderen Knoten, Computern oder Servern für die Masse der Verarbeitung abhängen, die für einen Betrieb der UI-Vorrichtung **112** notwendig ist. In solch einem Beispiel kann die UI-Vorrichtung **112** mit dem Server **150** kommunizieren, wobei der Server **150** mit einem oder mehreren anderen Knoten auf dem Prozesssteuerungsnetzwerk **100** kommunizieren kann und die Anzeigedaten und/oder Steuerungsdaten bestimmen kann, um sie an die UI-Vorrichtung **112** zu senden. Überdies kann die UI-Vorrichtung **112** beliebige Daten, die sich auf eine empfangene Nutzereingabe beziehen, zum Server **150** leiten, so dass der Server **150** die auf eine Nutzereingabe bezogenen Daten verarbeiten und dementsprechend arbeiten kann. Mit anderen Worten kann die UI-Vorrichtung **112** wenig mehr tun, als Grafiken zu erstellen und als ein Portal zu einem oder mehreren Knoten oder Servern zu dienen, die die Daten speichern und die für einen Betrieb der UI-Vorrichtung **112** notwendigen Routinen ausführen. Eine Thin-Client-UI-Vorrichtung bietet den Vorteil minimaler Hardware-Anforderungen für die UI-Vorrichtung **112**.

**[0034]** In anderen Ausführungsformen kann die UI-Vorrichtung **112** ein Web-Client sein. In solch einer Ausführungsform kann ein Nutzer der UI-Vorrichtung **112** mit dem Prozesssteuerungssystem über einen Browser an der UI-Vorrichtung **112** interagieren. Der Browser ermöglicht dem Nutzer, auf Daten und Ressourcen an einem anderen Knoten oder Server **150** (wie etwa dem Server **150**) über das Backbone **105** zuzugreifen. Beispielsweise kann der Browser UI-Daten, wie etwa Anzeigedaten oder Prozessparameterdaten, vom Server **150** empfangen, was ermöglicht, dass der Browser Grafiken zum Steuern und/oder Überwachen eines gewissen Teils des oder des gesamten Prozesses darstellt. Der Browser kann auch eine Nutzereingabe (wie etwa einen Mausklick auf einer Grafik) empfangen. Die Nutzereingabe kann den Browser veranlassen, eine auf dem Server **150** gespeicherte Informationsressource abzufragen oder auf sie zuzugreifen. Beispielsweise kann der Mausklick den Browser veranlassen, (vom Server **150**) eine zu der angeklickten Grafik gehörende Information abzurufen und anzuzeigen. In noch anderen Ausführungsformen kann die Masse der Verarbeitung für die UI-Vorrichtung **112** an der UI-Vorrichtung **112** stattfinden. Beispielsweise kann die UI-Vorrichtung **112** die vorher diskutierte UI, Zustandsbestimmungs-Routine und Kontext-Wahrnehmungs-Routine ausführen. Die UI-Vorrichtung **112** kann auch Daten lokal speichern, darauf zugreifen und analysieren.

**[0035]** Im Betrieb kann ein Nutzer mit der UI-Vorrichtung **112** interagieren, um eine oder mehrere Vorrichtungen im Prozesssteuerungsnetzwerk **100**, wie etwa beliebige der Feldvorrichtungen **15–23** oder der Vorrichtungen **40–50**, zu überwachen oder zu steuern. Der Nutzer kann mit der UI-Vorrichtung **112** interagieren, um zum Beispiel einen Parameter zu modifizieren oder zu ändern, der mit einer im Controller **11** gespeicherten Steuerungsroutine **38** assoziiert ist. Der Prozessor **30** des Controllers **11** implementiert oder beaufsichtigt eine oder mehrere (in einem Speicher **32** gespeicherte) Prozesssteuerungsroutinen **38**, welche Steuerungsschleifen bzw. Regelkreise enthalten können. Der Prozessor **30** kann mit den Feldvorrichtungen **15–23** und **40–50** und mit anderen Knoten kommunizieren, die mit dem Backbone **105** kommunikativ verbunden sind. Es sollte besonders erwähnt werden, dass Teile beliebiger Steuerungsroutinen oder -module (einschließlich Qualitätsvorhersage- oder Störungsdetektions-Module oder Funktionsblöcke), die hierin beschrieben werden, durch verschiedene Controller oder andere Vorrichtungen implementiert oder ausgeführt werden können, falls dies erwünscht ist. Desgleichen können die hierin beschriebenen Steuerungsroutinen oder -module, welche innerhalb der Prozessanlage **10** implementiert werden sollen, eine beliebige Form, einschließlich Software, Firmware, Hardware etc., einnehmen. Steuerungsroutinen können in jedem beliebigen gewünschten Software-For-

mat wie etwa unter Verwendung einer objektorientierten Programmierung, Leiterlogik, sequenzieller Funktionskarten, Funktionsblockdiagramme oder unter Verwendung einer beliebigen anderen Software-Programmiersprache oder eines Entwurfsparadigmas implementiert sein. Insbesondere können die Steuerungsroutinen von einem Nutzer über die UI-Vorrichtung **112** implementiert werden. Die Steuerungsroutinen können in jeder beliebigen gewünschten Art von Speicher wie etwa einem Direktzugriffsspeicher (RAM) oder Nurlesespeicher (ROM), gespeichert werden. Desgleichen können die Steuerungsroutinen in zum Beispiel einen oder mehrere EPROMs, EEPROMs, anwendungsspezifische integrierte Schaltungen (ASICs) oder beliebige andere Hardware- oder Firmware-Elemente fest eingebaut bzw. hartcodiert sein. Folglich kann der Controller **11** (durch einen Nutzer, der eine UI-Vorrichtung **112** in bestimmten Ausführungsformen nutzt) konfiguriert werden, um eine Steuerungsstrategie oder Steuerungsroutine in einer beliebigen gewünschten Weise zu implementieren.

**[0036]** In einigen Ausführungsformen der UI-Vorrichtung **112** kann ein Nutzer mit der UI-Vorrichtung **112** interagieren, um eine Steuerungsstrategie am Controller **11** zu implementieren, unter Verwendung davon, worauf allgemein als Funktionsblöcke verwiesen wird, wobei jeder Funktionsblock ein Objekt oder ein anderer Teil (z.B. eine Subroutine) einer globalen Steuerungsroutine ist und in Verbindung mit anderen Funktionsblöcken (über Links genannte Kommunikationen) arbeitet, um Prozesssteuerungsschleifen innerhalb der Prozessanlage **10** zu implementieren. Steuerungsbasierte Funktionsblöcke führen typischerweise eine einer Eingabefunktion, wie etwa diejenige, die mit einem Sender, einem Sensor oder einer anderen Prozessparameter-Messvorrichtung assoziiert ist; einer Steuerungsfunktion wie etwa diejenige, die mit einer Steuerungsroutine assoziiert ist, die eine PID-, Fuzzy-Logic-, etc. -Steuerung durchführt; oder einer Ausgabefunktion aus, welche den Betrieb irgendeiner Vorrichtung wie etwa eines Ventils steuert, um eine gewisse physikalische Funktion innerhalb des Prozesssteuerungssystems zu erfüllen. Natürlich gibt es Hybrid- und andere Typen von Funktionsblöcken. Die Funktionsblöcke können grafische Darstellungen aufweisen, die an der UI-Vorrichtung **112** bereitgestellt werden, was einem Nutzer erlaubt, die Typen von Funktionsblöcken, die Verbindungen zwischen den Funktionsblöcken und die Eingaben/Ausgaben einfach zu modifizieren, die mit jedem der im Prozesssteuerungssystem implementierten Funktionsblöcke assoziiert sind. Funktionsblöcke können in dem Controller **11** gespeichert und von ihm ausgeführt werden, was typischerweise der Fall ist, wenn diese Blöcke für standardmäßige 4–20 mA Vorrichtungen oder manche Typen intelligenter Feldvorrichtungen wie etwa HART®-Vorrichtungen verwendet werden oder mit diesen assoziiert sind, oder kön-

nen in den Feldvorrichtungen selbst gespeichert und durch sie implementiert werden, was bei Feldbus-Vorrichtungen der Fall sein kann. In Fällen, in denen die Funktionsblöcke durch die Feldvorrichtungen selbst implementiert sind, können Schattenblöcke **36** vom Controller **11** ausgeführt werden, um eine Operation der Funktionsblöcke nachzuahmen. Der Controller **11** kann eine oder mehrere Steuerungsroutinen **38** enthalten, die eine oder mehrere Steuerungsschleifen implementieren können. Auf jede Steuerungsschleife wird typischerweise als ein Steuerungsmodul **34** verwiesen, und sie kann durch Ausführen eines oder mehrerer der Funktionsblöcke durchgeführt werden.

**[0037]** Die UI-Vorrichtung **112** interagiert, in einigen Ausführungsformen, mit der Big-Data-Anwendung **102** und/oder dem Expertensystem **104** und/oder der Supervisor-Maschine **106**. Die Big-Data-Anwendung **102** kann alle Arten von Prozesssteuerungsdaten von der Prozessanlage **10** sammeln und speichern, einschließlich Sensordaten, Steuerungsparameter, manuell eingegebener Daten (z.B. statischer Daten, die durch einen Bediener der Prozessanlage eingegeben werden), Personalstandorte und Befehlseingaben, Zeitstempel, die mit all den Daten assoziiert sind, und jeder beliebigen anderen Art von Daten, die in der Prozessanlage **10** verfügbar sind. Dass mit der Big-Data-Anwendung **102** kommunikativ gekoppelte Expertensystem **104** kann unabhängig oder gemäß spezifischen Nutzereingaben arbeiten, um in der Big-Data-Anwendung **102** gespeicherte Prozessanlagendaten zu analysieren. Das Expertensystem **104** kann Modelle entwickeln und/oder verwenden, Datentrends und/oder Korrelationen erkennen, Anlagenpersonal auf tatsächliche oder vorhergesagte Probleme und/oder anormale Situationen und/oder suboptimale Bedingungen aufmerksam machen, die die Prozessanlage **10** gerade beeinflussen können oder bald beeinflussen werden, etc. In einigen Ausführungsformen erfüllt das Expertensystem **104** diese Funktionen, ohne speziell programmiert zu sein, um einen bestimmten Satz von Daten oder Trends mit einem bestimmten Problem oder einer Bedingung zu assoziieren bzw. in Verbindung zu setzen, und erkennt stattdessen, dass ein aktueller Trend oder ein Zusammentreffen von Daten aufgetreten ist, vor der oder um die Zeit einer vorherigen Bedingung (welche eine positive/wünschenswerte Bedingung oder eine negative/unerwünschte Bedingung sein könnte). Aus dem Erkennen des vorherigen Auftretens des Trends oder Zusammentreffens von Daten kann das Expertensystem **104** die Bedingung vorhersagen. Das Expertensystem **104** kann aus den in der Big-Data-Anwendung **102** gespeicherten Daten auch bestimmen, welche Prozessvariablen, Sensorablesungen etc. beim Detektieren, Vorhersagen, Verhindern und/oder Korrigieren einer anormalen Situation in der Prozessanlage **10** am wichtigsten sind. Beispielsweise kann das Expertensystem **104** be-

stimmen, dass Kohlenwasserstoffe gerade aus einem Schornstein abgeblasen werden, und kann automatisch den Grund des Abblasens von Kohlenwasserstoff bestimmen und/oder veranlassen, dass (z.B. durch die Supervisor-Maschine **106**) Arbeitsaufgaben erzeugt werden, um das Problem zu korrigieren, das das Abblasen von Kohlenwasserstoffen verursacht, und/oder veranlassen, dass Arbeitsaufgaben erzeugt werden, um die Anlage zu inspizieren oder einen Parameter zu beobachten/aufzuzeichnen, der über das Netzwerk nicht verfügbar ist. Als ein weiteres Beispiel kann das Expertensystem **104** bestimmen, dass ein durch eine Reihe vorheriger Datenpunkte angezeigter Trend eine vorhergesagte anormale Situation, ein vorhergesagtes Wartungsanliegen, eine vorhergesagte Störung etc. anzeigt.

**[0038]** Wie im Folgenden im Detail beschrieben wird, kann die Supervisor-Maschine **106** mit der Big-Data-Anwendung **102** und/oder dem Expertensystem **104** interagieren, um verschiedene Aufsichtsaktivitäten automatisch durchzuführen und/oder zu erleichtern. Beispielsweise kann die Supervisor-Maschine **106** durch das Expertensystem **104** identifizierte Trends überwachen und Arbeitsaufgaben für Anlagenpersonal erzeugen. Als ein weiteres Beispiel kann die Supervisor-Maschine **106** einen Kalibrierungsstatus von Prozessanlagenressourcen überwachen und kann Arbeitsaufgaben für Anlagenpersonal erzeugen. In Verbindung mit diesen Funktionen kann die Supervisor-Maschine **106** auch Personalzertifizierungen, Genehmigungen für einen Zugriff auf die Anlage während der Durchführung planmäßiger Arbeitsaufgaben und eine Zeitplanung der Durchführung von Arbeitsaufgaben verwalten. Die Supervisor-Maschine **106** kann mit den UI-Vorrichtungen **112** interagieren, um die Durchführung von Arbeitsaufgaben zuzuweisen und zu verfolgen, und nach Abschluss einer Arbeitsaufgabe nachfassen, um zu verifizieren, dass der Status oder eine Angabe, die die Erzeugung der Arbeitsaufgabe zur Folge hatte (z.B. der identifizierte Trend, die anormale Situation etc.) geklärt ist. Zum Beispiel kann die Supervisor-Maschine **106** vom Expertensystem **104** bestimmen, dass ein Ventil fehlerhaft ist, und eine Arbeitsaufgabe erzeugen. Die Supervisor-Maschine **106** kann später bestimmen, dass ein Wartungstechniker, der eine UI-Vorrichtung **112** trägt, in der Nähe des fehlerhaften Ventils ist, und auffordern, die Arbeitsaufgabe dem Wartungstechniker zuzuweisen, der über die UI-Vorrichtung **112** die Arbeitsaufgabe entgegennehmen kann. Die Supervisor-Maschine **106** kann verifizieren, dass der Wartungstechniker die geeigneten Fähigkeiten besitzt, um die Arbeitsaufgabe durchzuführen, und kann die notwendigen Genehmigungen für den Wartungstechniker bereitstellen, um die Arbeitsaufgabe durchzuführen. Außerdem kann die Supervisor-Maschine **106** Prozesssteuerungsaktivitäten neu planen, so dass die Arbeitsaufgabe abgeschlossen werden kann. Die Supervisor-Maschi-

ne **106** kann standardmäßige Betriebsprozeduren, Manuals bzw. Handbücher und eine andere Dokumentation dem Personal vor und/oder während der Durchführung der Arbeitsaufgabe bereitstellen. Dies sind jedoch wenige Beispiele der Supervisor-Maschine **106**, welche im Folgenden weiter erläutert werden.

**[0039]** Noch auf **Fig. 1A** Bezug nehmend, kommunizieren die drahtlosen Feldvorrichtungen **40–46** in einem drahtlosen Netzwerk **70** unter Verwendung eines Drahtlosprotokolls wie etwa des Wireless-HART®-Protokolls. In bestimmten Ausführungsformen kann die UI-Vorrichtung **112** imstande sein, mit den drahtlosen Feldvorrichtungen **40–46** unter Verwendung des drahtlosen Netzwerks **70** zu kommunizieren. Derartige drahtlose Feldvorrichtungen **40–46** können mit einem oder mehreren anderen Knoten des Prozesssteuerungsnetzwerks **100** direkt kommunizieren, die auch dafür eingerichtet sind, drahtlos (beispielsweise unter Verwendung des Drahtlosprotokolls) zu kommunizieren. Um mit einem oder mehreren anderen Knoten zu kommunizieren, die nicht dafür eingerichtet sind, drahtlos zu kommunizieren, können die drahtlosen Feldvorrichtungen **40–46** ein drahtloses Gateway **35** nutzen, das mit dem Backbone **105** verbunden ist. Natürlich könnten die Feldvorrichtungen **15–23** und **40–46** sich nach irgendeinem anderen gewünschten Standard(s) oder Protokollen richten bzw. ihnen entsprechen, wie etwa beliebigen drahtgebundenen oder drahtlosen Protokollen, einschließlich beliebiger Standards oder Protokolle, die zukünftig entwickelt werden.

**[0040]** Das drahtlose Gateway **35** kann einen Zugang zu verschiedenen drahtlosen Vorrichtungen **40–58** eines drahtlosen Kommunikationsnetzwerks **70** bereitstellen. Insbesondere stellt das drahtlose Gateway **35** eine kommunikative Kopplung zwischen den drahtlosen Vorrichtungen **40–58** und anderen Knoten des Prozesssteuerungsnetzwerks **100** (einschließlich des Controllers **11** von **Fig. 1A**) bereit. Das drahtlose Gateway **35** stellt eine kommunikative Kopplung in einigen Fällen durch die Routing-, Puffer- und Zeitsteuerungs-Dienste niedrigeren Schichten der drahtgebundenen und drahtlosen Protokoll-Stacks bereit (z.B. Adressumwandlung, Routing, Paketsegmentierung, Priorisierung etc.), während eine gemeinsam genutzte Schicht oder Schichten der drahtgebundenen und drahtlosen Protokoll-Stacks getunnelt werden. In anderen Fällen kann das drahtlose Gateway **35** Befehle zwischen drahtgebundenen und drahtlosen Protokollen übersetzen, die sich keine Protokollschichten teilen. Zusätzlich zu einer Protokoll- und Befehlsumwandlung kann das drahtlose Gateway **35** eine synchronisierte Takterzeugung bereitstellen, die von Zeitschlitzten und Superframes (Sätzen von Kommunikations-Zeitschlitzten, die in der Zeit gleich beabstandet sind) eines Scheduling- bzw. Planungsschemas verwendet wird, das mit dem im drahtlosen Netzwerk **70** implementierten drahtlosen

Protokoll assoziiert ist. Überdies kann das drahtlose Gateway **35** eine Netzwerk-Verwaltung und administrative Funktionen für das drahtlose Netzwerk **70** wie etwa Ressourcenmanagement, Leistungseinstellungen, Netzwerk-Fehlerminderung, Überwachung von Verkehr, Sicherheit und dergleichen bereitstellen.

**[0041]** Ähnlich den drahtgebundenen Feldvorrichtungen **15–23** können die drahtlosen Feldvorrichtungen **40–46** des drahtlosen Netzwerks **70** physikalische Steuerungsfunktionen innerhalb der Prozessanlage **10**, z.B. Öffnen oder Schließen von Ventilen oder Messen von Prozessparametern, durchführen. Die drahtlosen Feldvorrichtungen **40–46** sind jedoch dafür eingerichtet, unter Verwendung des drahtlosen Protokolls des Netzwerks **70** kommunizieren. Schlechthin sind die drahtlosen Feldvorrichtungen **40–46**, das drahtlose Gateway und andere drahtlose Knoten **52–58** des drahtlosen Netzwerks **70** Erzeuger und Abnehmer drahtloser Kommunikationspakete.

**[0042]** In einigen Szenarien kann das drahtlose Netzwerk **70** nicht drahtlose Vorrichtungen einschließen. Beispielsweise kann eine Feldvorrichtung **48** von **Fig. 1A** eine alte bzw. vorhandene 4–20 mA Vorrichtung sein, und eine Feldvorrichtung **50** kann eine traditionelle drahtgebundene HART®-Vorrichtung sein. Um innerhalb des Netzwerks **30** zu kommunizieren, können die Feldvorrichtungen **48** und **50** über einen drahtlosen Adapter (WA) **52a** oder **52b** mit dem drahtlosen Kommunikationsnetzwerk **70** verbunden sein. Außerdem können die drahtlosen Adapter **52a**, **52b** andere Kommunikationsprotokolle wie etwa FOUNDATION® Feldbus, PROFIBUS, Device-Net etc. unterstützen. Überdies kann das drahtlose Netzwerk **30** einen oder mehrere Netzwerkzugangspunkte **55a**, **55b** umfassen, welche separate physikalische Vorrichtungen in einer drahtgebundenen Kommunikation mit dem drahtlosen Gateway **35** sein können oder mit dem drahtlosen Gateway **35** als eine integrale Vorrichtung vorgesehen sein können. Das drahtlose Netzwerk **70** kann auch einen oder mehrere Router **58** enthalten, um Pakete von einer drahtlosen Vorrichtung zu einer anderen drahtlosen Vorrichtung innerhalb des drahtlosen Kommunikationsnetzwerks **30** weiterzuleiten. Die drahtlosen Vorrichtungen **32–46** und **52–58** können miteinander und mit dem drahtlosen Gateway **35** über drahtlose Verknüpfungen bzw. Links **60** des drahtlosen Kommunikationsnetzwerks **70** kommunizieren.

**[0043]** Dementsprechend enthält **Fig. 1A** mehrere Beispiele von Provider-Vorrichtungen, welche in erster Linie dazu dienen, eine Netzwerk-Routing-Funktionalität und Administration verschiedenen Netzwerken des Prozesssteuerungssystems bereitzustellen. Beispielsweise enthalten das drahtlose Gateway **35**, die Zugangspunkte **55a**, **55b** und der Router **58** eine Funktionalität, um Drahtlos-Pakete in dem drahtlosen Kommunikationsnetzwerk **70** zu leiten. Das drahtlo-

se Gateway **35** führt ein Verkehrsmanagement und administrative Funktionen für das drahtlose Netzwerk **70** aus und leitet auch Verkehr zu und von den drahtgebundenen Netzwerken, die mit dem drahtlosen Netzwerk **70** in kommunikativer Verbindung stehen. Das drahtlose Netzwerk **70** kann ein drahtloses Prozesssteuerungsprotokoll nutzen, das Prozesssteuerungsnachrichten und -funktionen wie etwa Wireless HART® speziell unterstützt.

**[0044]** In bestimmten Ausführungsformen kann das Prozesssteuerungsnetzwerk **100** andere, mit dem Netzwerk-Backbone **105** verbundene Knoten umfassen, die unter Verwendung anderer drahtloser Protokolle kommunizieren. Beispielsweise kann das Prozesssteuerungsnetzwerk **100** einen oder mehrere drahtlose Zugangspunkte **72** umfassen, die andere drahtlose Protokolle wie etwa WiFi oder IEEE 802.11 konforme Protokolle eines drahtlosen lokalen Netzwerks, Protokolle einer mobilen Kommunikation wie etwa WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), LTE (Long Term Evolution) oder andere ITU-R(International Telecommunication Union Radiocommunication Sector)-kompatible Protokolle, kurzweilige Radiokommunikationen wie etwa Nahfeldkommunikation (NFC) und Bluetooth oder andere drahtlose Kommunikationsprotokolle nutzen. Typischerweise ermöglichen derartige drahtlose Zugangspunkte **72**, dass in der Hand gehaltene oder andere tragbare Berechnungsvorrichtungen über ein jeweiliges drahtloses Netzwerk kommunizieren, das von dem drahtlosen Netzwerk **70** verschieden ist und das ein anderes drahtloses Protokoll als das drahtlose Netzwerk **70** unterstützt. In einigen Ausführungsformen kommuniziert die UI-Vorrichtung **112** über das Prozesssteuerungsnetzwerk **100** unter Verwendung eines drahtlosen Zugangspunktes **72**. In einigen Szenarien können zusätzlich zu tragbaren Berechnungsvorrichtungen eine oder mehrere Prozesssteuerungsvorrichtungen (z.B. Controller **11**, Feldvorrichtungen **15–23** oder drahtlose Vorrichtungen **35**, **40–58**) ebenfalls unter Verwendung des durch die Zugangspunkte **72** unterstützten drahtlosen Netzwerks kommunizieren.

**[0045]** Zusätzlich oder alternativ dazu können die Provider-Vorrichtungen ein oder mehr Gateways **75**, **78** zu Systemen umfassen, die außerhalb der unmittelbaren Prozessanlage **10** gelegen sind. In solchen Ausführungsformen kann die UI-Vorrichtung **112** genutzt werden, um die externen Systeme zu steuern, zu überwachen oder auf andere Weise mit ihnen zu kommunizieren. Typischerweise sind derartige Systeme Abnehmer oder Anbieter von Information, die durch die Prozessanlage **10** erzeugt, genutzt oder geändert wird. Beispielsweise kann ein Anlagen-Gatewayknoten **75** die unmittelbare Prozessanlage **10** (mit ihrem eigenen jeweiligen Netzwerk-Backbone **105** für Prozesssteuerungsdaten) mit einer anderen Prozessanlage kommunikativ verbinden, die

ihr eigenes jeweiliges Netzwerk-Backbone aufweist. In einer Ausführungsform kann ein einzelnes Netzwerk-Backbone **105** zahlreiche Prozessanlagen oder Prozesssteuerungsumgebungen bedienen.

**[0046]** In einem anderen Beispiel kann der Anlagen-Gatewayknoten **75** die unmittelbare Prozessanlage mit einer alten bzw. vorhandenen oder nach dem Stand der Technik ausgelegten Prozessanlage kommunikativ verbinden, die kein Prozesssteuerungsnetzwerk **100** oder Backbone **105** enthält. In diesem Beispiel kann der Anlagen-Gatewayknoten **75** Nachrichten zwischen einem Protokoll, das von dem Big-Data-Backbone **105** zur Prozesssteuerung der Anlage **10** genutzt wird, und einem verschiedenen Protokoll, das von dem vorhandenen bzw. alten System genutzt wird (z.B. Ethernet, Profibus, Feldbus, DeviceNet, etc.), umwandeln oder übersetzen. In solch einem Beispiel kann die UI-Vorrichtung **112** verwendet werden, um Systeme oder Netzwerke in der vorhandenen oder nach dem Stand der Technik ausgelegten Prozessanlage zu steuern, zu überwachen oder auf andere Weise mit ihnen zu kommunizieren. In anderen Beispielen kann das Backbone **105** ein Altsystem der Anlage **10** enthalten, und der Anlagen-Gatewayknoten **75** kann das Backbone **105** des Altsystems mit einem Big-Data-Backbone einer anderen Anlage verbinden.

**[0047]** Die Provider-Vorrichtungen können ein oder mehrere externe System-Gatewayknoten **78** umfassen, um das Prozesssteuerungsnetzwerk **100** mit dem Netzwerk eines externen öffentlichen oder privaten Systems kommunikativ zu verbinden, wie etwa einem Laborsystem (z.B. Laboratory Information Management System oder LIMS), einer Personal-Runden-Datenbank, einem System zum Material-Handling, einem Wartungsverwaltungssystem, einem Warenbestands-Steuerungssystem, einem Produktionsplanungssystem, einem Wetterdatensystem, einem Versand- und Handlingsystem, einem Verpackungssystem, dem Internet, einem Prozesssteuerungssystem eines anderen Providers oder anderen externen Systemen. Die Gatewayknoten **78** für externe Systeme können zum Beispiel eine Kommunikation zwischen dem Prozesssteuerungssystem und Personal außerhalb der Prozessanlage (z.B. Personal zu Hause) ermöglichen. In solch einem Fall kann ein Bediener oder Wartungstechniker von dessen Zuhause aus die UI-Vorrichtung **112** nutzen, die mit dem Netzwerk-Backbone **105** über das (nicht dargestellte) Heim-Netzwerk, das Internet und das Gateway **78** verbunden ist. In einem anderen Fall kann ein Bediener oder Wartungstechniker von einem beliebigen Ort aus die UI-Vorrichtung **112** nutzen, die über ein (nicht dargestelltes) Mobiltelefonnetzwerk, das Internet und das Gateway **78** mit dem Netzwerk-Backbone **105** verbunden ist. Die Gatewayknoten **78** können auch eine Kommunikation zwischen Anlagenpersonal in der Prozessanlage und Einheiten oder Per-

sonen außerhalb der Prozessanlage ermöglichen. Zum Beispiel kann ein Techniker, der an einer Prozesssteuerungsvorrichtung in der Prozessanlage einen Service durchführt, von seiner UI-Vorrichtung **112** aus mit einem Support-Vertreter vom Hersteller der Prozesssteuerungsvorrichtung kommunizieren. In noch einem anderen Beispiel kann die Supervisor-Maschine **106** Wetter überwachen, ankommende Liefertransporte verfolgen, Finanzdaten (z.B. Warentermingeschäfte) verfolgen und dergleichen, um die Supervisor-Maschine **105** bei der Planung von Arbeitsaufgaben, Verwaltung von Produktionsplänen etc. zu unterstützen. Natürlich können alle über das Gateway **78** (oder das Gateway **75** oder in der Tat zwischen beliebigen zwei Vorrichtungen) geschaffenen Verbindungen gesicherte Verbindungen (z.B. verschlüsselte Verbindungen, Verbindungen mit Firewall etc.) sein.

**[0048]** Obgleich **Fig. 1A** einen einzelnen Controller **11** mit einer endlichen Anzahl an Feldvorrichtungen **15–23** und **40–50** veranschaulicht, ist dies nur eine veranschaulichende und nicht beschränkende Ausführungsform. Eine beliebige Anzahl von Controllern **11** kann in den Provider-Vorrichtungen des Prozesssteuerungsnetzwerks **100** enthalten sein, und jeder beliebige der Controller **11** kann mit einer beliebigen Anzahl drahtgebundener oder drahtloser Feldvorrichtungen **15–23**, **40–50** kommunizieren, um einen Prozess in der Anlage **10** zu steuern. Überdies kann die Prozessanlage **10** auch eine beliebige Anzahl drahtloser Gateways **35**, Router **58**, Zugangspunkte **55**, drahtloser Kommunikationsnetzwerke **70** zur Prozesssteuerung, Zugangspunkte **72** und/oder Gateways **75**, **78** umfassen.

**[0049]** **Fig. 1B** ist ein Blockdiagramm eines Teils des Prozesssteuerungsnetzwerks **100**, das in einem Prozesssteuerungssystem in einer Prozessanlage **10** arbeitet, insbesondere die Operation eines beispielhaften Controllers **11** veranschaulichend. Wie dargestellt ist, ist der Controller **11** über das Netzwerk-Backbone **105** mit der Nutzerschnittstellenvorrichtung **112** kommunikativ verbunden. Der Controller **11** ist ferner mit Feldvorrichtungen **20**, **22** und **23** sowie der Steuerungsvorrichtung **24** verbunden. Konkret ist der Controller **11** über die Steuerungsvorrichtung **24** mit den Feldvorrichtungen **22** und **23** verbunden. Zusätzliche Kommunikationslinks oder Komponenten in der (nicht dargestellten) I/O-Architektur können ferner in verschiedenen Ausführungsformen enthalten sein.

**[0050]** Das Blockdiagramm von **Fig. 1B** veranschaulicht insbesondere die Konfiguration eines Steuerungsmoduls **34**, das Schattenblöcke **36** nutzt, um innerhalb des Controllers **11** die innerhalb der Feldvorrichtungen **20**, **22** und **23** implementierten Funktionsblöcke zu repräsentieren. Das Steuerungsmodul **34** kann eine beliebige Art von Steuerungsmodul sein, das in einer Operation bzw. einem Betrieb der Pro-

zessanlage **10** genutzt wird, wie etwa ein PID-Controller. Nur ein Steuerungsmodul **34** ist der Klarheit dargestellt; aber Prozessanlagen-Controller umfassen typischerweise eine Vielzahl von Steuerungsmodulen. Solche Steuerungsmodule können als Hardware-Module, Software-Module oder eine Kombination von beidem implementiert sein. Das Steuerungsmodul **34** kann eine beliebige Anzahl von Eingängen (IN) und Ausgängen (OUT) enthalten, von denen jeder eine Datenquelle als eine Eingabe oder eine Komponente als eine Ausgabe referenzieren bzw. in Beziehung setzen kann. Eingänge oder Ausgänge können gleichermaßen andere Steuerungsmodule referenzieren. Das beispielhafte Steuerungsmodul **34** empfängt Eingaben von einem Feldvorrichtung **20** nachahmenden Schattenblock **36A** und eine Referenzkonstante **37**. Das beispielhafte Steuerungsmodul **34** verarbeitet die Eingabedaten, um eine Ausgabe zu einem Schattenblock **36B** zu erzeugen, der eine oder mehrere der Feldvorrichtungen **22** oder **23** nachahmt. Der Schattenblock **36A** kommuniziert mit der Feldvorrichtung **20**, und der Schattenblock **36B** kommuniziert mit der Steuerungsvorrichtung **24**. Die Steuerungsvorrichtung **24** kommuniziert ferner mit Feldvorrichtungen **22** und **23** und steuert diese, welche in einigen Ausführungsformen vorhandene bzw. alte Feldvorrichtungen oder andere Feldvorrichtungen, die zu einer direkten Kommunikation mit dem Controller **11** nicht imstande sind, sein können.

**[0051]** Die Schattenblöcke **36** werden durch das Steuerungsmodul **34** implementiert, um die Operation von (nicht dargestellten) Funktionsblöcken innerhalb der Feldvorrichtungen **20**, **22** und **23** nachzuahmen, wie im Folgenden diskutiert wird. Dies isoliert bzw. schirmt das Steuerungsmodul **34** davor ab, Kommunikationen mit den Feldvorrichtungen **20**, **22** und **23** über die I/O-Architektur einrichten und aufrechterhalten zu müssen. Durch Verwenden von Schattenblöcken kann das Steuerungsmodul **34** eine Prozessüberwachung durchführen und Funktionen steuern ohne Rücksicht auf die I/O-Architektur, die den Controller **11** und die Feldvorrichtungen **20**, **22** und **23** verbindet. Die Schattenblöcke **36** müssen jedoch dafür eingerichtet sein, Kommunikationslinks bzw. -verbindungen mit den Feldvorrichtungen **20**, **22** und **23** einzurichten und aufrechtzuerhalten. Folglich müssen die Schattenblöcke **36** die I/O-Architektur, die Kommunikationsprotokolle und die Operationsspezifikation der Feldvorrichtungen **20**, **22** und **23** kennen. Außerdem muss in einigen Ausführungsformen das Steuerungsmodul **34** dafür eingerichtet sein, mit den Schattenblöcken **36** unter Verwendung geeigneter, von den Feldvorrichtungen **20**, **22** und **23** genutzter Protokolle zu kommunizieren.

**[0052]** Die Referenzkonstante **37** ist ein gespeicherter Wert, der permanent fixiert, durch den Bediener der Prozessanlage oder einen anderen Nutzer einge-

stellt oder durch den Controller **11** oder eine andere Berechnungsvorrichtung innerhalb des Prozesssteuerungsnetzwerks **100** erzeugt werden kann. Beispielsweise kann die Referenzkonstante **37** durch die Big-Data-Anwendungen **102**, das Expertensystem **104**, die Supervisor-Maschine **106** oder den Server **150** periodisch oder bei Eintreten eines Ereignisses (wie etwa während eines anfänglichen Setup bzw. Einrichtens der Prozessanlage **10**) eingestellt werden. In einigen Ausführungsformen kann die Referenzkonstante **37** durch den Bediener einer Prozessanlage über die UI-Vorrichtung **112** eingestellt oder von der Datenbank **140** abgefragt werden. Als ein weiteres Beispiel kann die Referenzkonstante **37** einen Konstantdatenwert wie etwa einen Sollwert für eine Prozessbedingung enthalten.

**[0053]** Fig. 1B ist dazu gedacht, zu veranschaulichen, dass die vorliegende Beschreibung nicht im Umfang auf die bezüglich Fig. 1A beschriebene Prozessanlage beschränkt ist und auf andere Steuerungs-, Überwachungs- und Sicherheitssysteme und dergleichen anwendbar ist. Obgleich die vorliegende Beschreibung Ausführungsformen in Bezug auf die Prozessanlage **10** beschreibt, gilt diese Konvention nur zu Zwecken der Bequemlichkeit und soll nicht beschränkend sein.

#### Signalobjekte

**[0054]** Gemäß einem Aspekt der hierin offenbarten Erfindung können Signalobjekte genutzt werden, um die Steuerungslogik und Nutzerschnittstellen, die für einen Betrieb der Prozessanlage **10** genutzt werden, von der Kommunikation mit Feldvorrichtungen innerhalb des Prozesssteuerungsnetzwerks **100** zu entkoppeln. Die Signalobjekte können im Controller **11** oder in der UI-Vorrichtung **112** angeordnet und dafür eingerichtet sein, Kommunikationsverbindungen mit Feldvorrichtungen **15-23**, **40-50** einzurichten, aufrechtzuerhalten oder zu nutzen. Die Signalobjekte können mit Steuerungsmodulen **34** assoziiert sein, um eine Prozesssteuerung zu erleichtern, indem Prozesssteuerungsdaten zwischen Steuerungsmodulen oder zwischen Steuerungsmodulen und Feldvorrichtungen kommuniziert werden. Um solche Kommunikationsvorgänge zu ermöglichen, können die Signalobjekte auch Pfade zugewiesen werden, die Datenquellen spezifizieren, von denen Prozesssteuerungsdaten empfangen werden, oder Datenziele, an die Prozesssteuerungsdaten zu senden sind. Um die Steuerungsmodule von einer Kommunikation mit den Feldvorrichtungen weiter zu entkoppeln, können die Signalobjekte Prozesssteuerungsdaten empfangen, die von der I/O-Architektur unabhängig sind, die mit den Feldvorrichtungen der Prozessanlage assoziiert ist, und die Prozesssteuerungsdaten zu den Feldvorrichtungen in einer Weise kommunizieren, die die relevante I/O-Architektur berücksichtigt. Ähnlich können die Signalobjekte Prozesssteuerungsdaten un-

geachtet der I/O-Architektur, die mit den empfangenen Prozesssteuerungsdaten assoziiert ist, Steuerungsmodulen in einem Standardformat bereitstellen.

**[0055]** Fig. 2 ist ein Blockdiagramm, das eine beispielhafte Kommunikationsstruktur eines Prozesssteuerungssystems **200** des Prozesssteuerungsnetzwerks **100** veranschaulicht, darstellend eine Kommunikation zwischen Schichten des Prozesssteuerungssystems. Das Prozesssteuerungssystem **200** überwacht und steuert zumindest einen Teil der Prozessanlage **10** gemäß den hierin beschriebenen Verfahren. Obgleich das Prozesssteuerungssystem **200** unter Verwendung verschiedener Komponenten des Prozesssteuerungsnetzwerks **100** implementiert ist, sind solche Komponenten und eine Kommunikationsarchitektur aus Fig. 2 weggelassen, um die Klarheit der hervorstechenden Merkmale zu verbessern. Das beispielhafte Prozesssteuerungssystem **200** umfasst vier Schichten: eine Nutzerschnittstellen-(UI-)Schicht **210**, eine Modulschicht **220**, eine Signalschicht **230** und eine Vorrichtungsschicht **240**.

**[0056]** Die Schichten **210**, **220**, **230** und **240** kommunizieren, um die Prozessanlage **10** zu betreiben. Die UI-Blöcke **212** der UI-Schicht **210** präsentieren dem Bediener der Prozessanlage Information und empfangen Befehle betreffend Änderungen in Operationen der Prozessanlage. Die UI-Schicht **210** kommuniziert mit der Modulschicht **220**, und die UI-Schicht **210** kann in einigen Ausführungsformen auch mit der Signalschicht **230** kommunizieren. Die UI-Blöcke **212** empfangen Prozesssteuerungsdaten von den Steuerungsmodulen **222** oder den Signalobjekten **232**, welche Prozesssteuerungsdaten dem Bediener einer Prozessanlage präsentiert werden können, verarbeitet werden können, um zusätzliche Daten zu erzeugen, oder für einen späteren Gebrauch gespeichert werden können. Die UI-Blöcke **212** senden auch Angaben der Prozesssteuerungsdaten oder Steuerungsbefehle an die Steuerungsmodule **222** in der Modulschicht **220**, um die Prozessanlage **10** zu betreiben. In einigen Ausführungsformen können die UI-Blöcke **212** auch Angaben von Prozesssteuerungsdaten oder Steuerungsbefehlen direkt an Signalobjekte **232** in der Signalschicht **230** senden, um die Prozessanlage **10** zu betreiben. Die Steuerungsmodule **222** sind dafür eingerichtet, die Prozessanlage **10** gemäß Parametern oder Metriken zu betreiben, welche durch den Bediener der Prozessanlage über die UI-Blöcke **212** gesetzt oder eingestellt werden können. Um die Prozessanlage **10** zu betreiben, empfangen die Steuerungsmodule **222** von den Feldvorrichtungen **242** erzeugte Prozesssteuerungsdaten, verarbeiten die Prozesssteuerungsdaten und senden andere Prozesssteuerungsdaten (d.h. Steuerungsbefehle) an die Feldvorrichtungen **242**.

**[0057]** Die Feldvorrichtungen **242** stellen Prozesssteuerungsdaten über die Signalobjekte **232** den Steuerungsmodulen **222** bereit, und die Steuerungsmodulen **222** empfangen die Prozesssteuerungsdaten über die Signalobjekte **232** von den Feldvorrichtungen **242**. Außerdem senden die Steuerungsmodulen **222** auch Prozesssteuerungsdaten über die Signalobjekte **232** an die Feldvorrichtungen **242**, und die Feldvorrichtungen **242** empfangen die Prozesssteuerungsdaten über die Signalobjekte **232**. Die Signalobjekte **232** dienen als Kommunikationslinks zwischen den Feldvorrichtungen **242** und den Steuerungsmodulen **222** oder den UI-Blöcken **212**, um Prozesssteuerungsdaten zu übersetzen oder umzuwandeln und Kommunikationsverbindungen zwischen den Steuerungsmodulen **222** und den Feldvorrichtungen **242** aufrechtzuerhalten. Durch Einfügen der Signalschicht **230** zwischen der Modulschicht **220** und der Vorrichtungsschicht **240** werden die Steuerungsmodulen **222** von den Feldvorrichtungen **242** entkoppelt. Eine derartige Entkopplung ermöglicht den Steuerungsmodulen **222**, in einer von spezifischen Feldvorrichtungskonfigurationen oder der I/O-Architektur der Prozessanlage **10** unabhängigen Art und Weise zu arbeiten.

**[0058]** Die UI-Schicht **210** enthält UI-Blöcke **212**, die einen Teil des oder das ganze UI-Programm implementieren, das Information dem Bediener der Prozessanlage präsentiert und Befehle von ihm empfängt. Die UI-Blöcke **212** können in einer oder mehreren UI-Vorrichtungen **112**, Servern **150** oder Controllern **11** ablaufen. Jeder UI-Block **212** kann gewisse Prozesssteuerungs-Schnittstellenfunktionen implementieren, wie etwa dem Bediener einer Prozessanlage eine Prozessanlageninformation anzeigen, Betriebsbedingungen innerhalb eines Teils der Prozessanlage **10** einstellen, Alarme für den Bediener der Prozessanlage einstellen und anzeigen oder dem Bediener der Prozessanlage eine zusammenfassende Information präsentieren. Die UI-Blöcke **212** können Prozessinformationen von einem oder mehreren Modulen **222** oder von Signalobjekten **232** empfangen, welche Prozesssteuerungsdaten enthalten können. Manche empfangene Prozessinformation kann zusammengefasst oder genutzt werden, um zusätzliche Information zu erzeugen, um sie über die UI-Vorrichtung **112** dem Bediener der Prozessanlage zu präsentieren. Außerdem können einige UI-Blöcke **212** eine empfangene Information zur Verwendung oder Präsentation für den Bediener einer Prozessanlage auf Anfrage speichern oder verfolgen, ohne ansonsten die Prozessinformation anzuzeigen. Jeder UI-Block **212** kann ein Teil eines Prozesssteuerungssystems sein oder kann ein separates Prozesssteuerungssystem sein, welches auf verschiedenen Vorrichtungen für verschiedene Nutzer arbeiten bzw. laufen kann. Einige UI-Blöcke **212** können ebenfalls dafür eingerichtet sein, Eingaben von einem Nutzer (z.B. dem Bediener einer Prozessanlage) zu emp-

fangen, um einen oder mehrere Aspekte der Operation der Prozessanlage **10** über die Module **222** zu steuern. Beispielsweise kann der Bediener einer Prozessanlage eine Änderung an einem Parameter (z.B. Temperatur, Druck, Stromrate etc.) innerhalb der Prozessanlage **10** auswählen, was an ein oder mehrere Module **222** zur Implementierung kommuniziert werden kann. Obgleich das beispielhafte Prozesssteuerungssystem **200** zwei UI-Blöcke **212A** und **212B** veranschaulicht, kann jede beliebige Anzahl derartiger UI-Blöcke **212** in verschiedenen Ausführungsformen enthalten sein.

**[0059]** Die Modulschicht **220** enthält Steuerungsmodulen **222**, die Überwachungs- und Steuerungsoperationen innerhalb der Prozessanlage **10** durchführen. Jedes Steuerungsmodul **222** kann ein Steuerungsmodul **34** sein, das in dem Controller **11** läuft, wie hierin an anderer Stelle weiter diskutiert wird. Die Steuerungsmodulen **222** können auch durch eine oder mehrere UI-Vorrichtungen **112**, einen Server **150**, ein Expertensystem **104** oder Supervisor-Maschinen **106** in verschiedenen Ausführungsformen implementiert sein. Die Steuerungsmodulen **222** können über die UI-Blöcke **212** durch den Bediener der Prozessanlage gesteuert, konfiguriert oder ausgewählt werden, und die Steuerungsmodulen **222** können Prozessinformation an die UI-Blöcke **212** liefern. In einigen Ausführungsformen können die Steuerungsmodulen **222** anfangs durch einen Prozessingenieur oder Techniker konfiguriert werden, wenn das Prozesssteuerungsnetzwerk **100** oder Steuerungssystem ursprünglich bzw. zunächst konfiguriert wird. Die Steuerungsmodulen **222** können Steuerungsschleifen bzw. Regelkreise oder Steuerungsroutinen implementieren, um ein ordnungsgemäßes Funktionieren der Prozessanlage **10** aufrechtzuerhalten, wie etwa Rückkopplungsschleifen (z.B. PID-Schleifen, PI-Schleifen, PD-Schleifen etc.) oder Feed-Forward-Schleifen. Um die Prozessanlage **10** zu steuern, empfangen die Steuerungsmodulen **222** Eingangssignale von einem oder mehreren Signalobjekten **232**, die die Ausgabe einer oder mehrerer Feldvorrichtungen **242** repräsentieren. Die Steuerungsmodulen **222** können ferner Ausgangssignale erzeugen, welche durch die Signalobjekte **232** geleitet werden können, um eine oder mehrere der Feldvorrichtungen **242** zu steuern. Obgleich das beispielhafte Prozesssteuerungssystem **200** drei Steuerungsmodulen **222A**, **222B** und **222C** veranschaulicht, kann jede beliebige Anzahl derartiger Steuerungsmodulen **222** in verschiedenen Ausführungsformen enthalten sein.

**[0060]** Die Signalschicht **230** enthält Signalobjekte **232**, die Prozesssteuerungsdaten an die Steuerungsmodulen **222** liefern oder Prozesssteuerungsdaten von diesen empfangen. Signalobjekte **232** können mit Eingängen oder Ausgängen der Steuerungsmodulen **222** assoziiert sein, um Prozesssteuerungsdaten in einem Standardformat zu kommunizieren.



Die Signalobjekte **232** können ferner dafür eingerichtet sein, Prozesssteuerungsdaten mit den Feldvorrichtungen zu kommunizieren, welche in einem verschiedenen Format oder Protokoll als das Standardformat kommuniziert werden können. Die Signalobjekte **232** können in einem Speicher **32** des Controllers **11** gespeicherte Datenobjekte sein. Alternativ dazu können die Signalobjekte **232** durch eine oder mehrere UI-Vorrichtungen **112**, Server **150**, ein Expertensystem **104** oder Supervisor-Maschinen **106** implementiert sein. Es ist besonders vorteilhaft, jedes Signalobjekt **232** in der gleichen Hardware-Vorrichtung (z.B. Controller **11**, UI-Vorrichtung **112** oder Server **150**) zu implementieren, worin entsprechende Steuerungsmodule **222** implementiert sind. Ein gemeinsames Anordnen der Signalobjekte **232** und der Steuerungsmodule **222** in der gleichen Vorrichtung ermöglicht eine effizientere Kommunikation, reduziert Komplexität und verbessert die Geschwindigkeit. Beispielsweise können die Steuerungsmodule **222** und Signalobjekte **232**, mit denen sie assoziiert sind, im Speicher **32** gespeichert und als Software-Module durch den Prozessor **30** des Controllers **11** ausgeführt werden. Einige Beispiele oder Ausführungsformen können jedoch ein oder mehrere Steuerungsmodule **222** enthalten, die bei verschiedenen Vorrichtungen von den Signalobjekten **232** implementiert sind, mit denen sie assoziiert sind. Beispielsweise können einige Steuerungsmodule **232** durch die UI-Vorrichtung **112** implementiert sein, während sie mit durch den Controller **11** implementierten Signalobjekten assoziiert sind. Obgleich das beispielhafte Prozesssteuerungssystem **200** fünf Signalobjekte **232A**, **232B**, **232C**, **232D** und **232E** veranschaulicht, kann eine beliebige Anzahl derartiger Signalobjekte in verschiedenen Ausführungsformen enthalten sein.

**[0061]** Die Vorrichtungsschicht **240** enthält Feldvorrichtungen **242**, die Bedingungen und eine Einrichtung innerhalb der Prozessanlage **10** überwachen und steuern. Jede Feldvorrichtung **242** erzeugt Prozesssteuerungsdaten (d.h. erzeugt Sensordaten betreffend eine Bedingung innerhalb eines Teils der Prozessanlage **10**, wie etwa Temperatur, Lagerbestand, Druck, Stromrate etc.) oder implementiert Prozesssteuerungsaktionen basierend auf empfangenen Prozesssteuerungsdaten (d.h. implementiert eine physikalische Steuerungsfunktion innerhalb der Prozessanlage **10** wie etwa Öffnen oder Schließen eines Ventils, Einstellen der Geschwindigkeit eines Motors, Betreiben einer Pumpe etc.). Einige Feldvorrichtungen **242** erzeugen Prozesssteuerungsdaten und implementieren auch Prozesssteuerungsaktionen. Obgleich das beispielhafte Prozesssteuerungssystem **200** zwei Feldvorrichtungen **242A** und **242B** veranschaulicht, kann jede beliebige Anzahl derartiger Feldvorrichtungen **242** in verschiedenen Ausführungsformen enthalten sein. Jede Feldvorrichtung **242** kann eine drahtgebundene oder drahtlose Steuerungsvorrichtung **15–23** oder **40–50** sein, wie hierin

an anderer Stelle weiter diskutiert wird. Einige Feldvorrichtungen **242** können (nicht dargestellte) Funktionsblöcke ausführen, wie hierin an anderer Stelle diskutiert wird.

**[0062]** Wie in **Fig. 2** veranschaulicht ist, können die UI-Blöcke **212** mit einem oder mehreren Steuerungsmodulen **222** kommunikativ verbunden sein, und jedes Steuerungsmodul **222** kann mit einem oder mehreren UI-Blöcken **212** kommunikativ verbunden sein. Beispielsweise kommuniziert das Steuerungsmodul **222A** mit beiden UI-Blöcken **212A** und **212B**; aber die Steuerungsmodule **222B** und **222C** kommunizieren nur mit dem UI-Block **212B**. Die Steuerungsmodule **222** können mit anderen Steuerungsmodulen **222** kommunizieren. Beispielsweise kommuniziert das Steuerungsmodul **222B** mit dem Steuerungsmodul **222C**. Eine derartige Kommunikation zwischen Steuerungsmodulen **222** kann eine Prozesssteuerung unter Verwendung von Rückkopplungs- bzw. Feedback- oder Feed-Forward-Regelkreisen sowie einer ausgefeilteren Messanalyse und Antwortbestimmung ermöglichen. In einigen Ausführungsformen kann ein Steuerungsmodul **222** dafür eingerichtet sein, eine Ausgabe zu einem Eingang des gleichen Steuerungsmoduls **222** zu kommunizieren. In einigen Ausführungsformen können die UI-Blöcke **212** mit einem oder mehreren Signalobjekten **232** ohne dazwischen angeordnete Steuerungsmodule **222** kommunikativ verbunden sein. Zum Beispiel ist der UI-Block **212B** direkt mit dem Signalobjekt **232B** verbunden, so dass der UI-Block **212B** Prozesssteuerungsdaten oder andere Informationen vom Signalobjekt **232B** empfängt, ohne dass die Prozesssteuerungsdaten oder andere Informationen durch eines der Steuerungsmodule **222** gelangt.

**[0063]** Alle Signalobjekte **232** können Prozesssteuerungsdaten von einem oder mehreren Steuerungsmodulen **222** oder Feldvorrichtungen **242** empfangen. In einigen Ausführungsformen können einige Signalobjekte **232** Prozesssteuerungsdaten von sowohl einem Steuerungsmodul **222** als auch einer Feldvorrichtung **242** empfangen. In anderen Ausführungsformen empfängt jedes Signalobjekt **232** Prozesssteuerungsdaten höchstens von entweder einem oder mehreren Steuerungsmodulen **222** oder einer oder mehreren Feldvorrichtungen **242**. Eine derartige Ausführungsform ist in **Fig. 2** veranschaulicht, worin Signalobjekte **232A** und **232C** Prozesssteuerungsdaten nur von Steuerungsmodulen **222** empfangen, Signalobjekte **232B** und **232D** Prozesssteuerungsdaten nur von Feldvorrichtungen **242** empfangen und das Signalobjekt **232E** Prozesssteuerungsdaten weder von den Steuerungsmodulen **222** noch den Feldvorrichtungen **242** empfängt. In weiteren Ausführungsformen kann jedes Signalobjekt **232** mit einer oder weniger Feldvorrichtungen **242** assoziiert sein, kann aber dennoch mit mehr als einem Eingang und/oder Ausgang in einigen Fällen assoziiert sein.

In noch weiteren Ausführungsformen kann jedes Signalobjekt **232** mit höchstens einem Eingang oder Ausgang einer Feldvorrichtung **242**, wie in **Fig. 2** veranschaulicht, assoziiert sein. Das Signalobjekt **232A** ist mit einem Eingang der Feldvorrichtung **242A** assoziiert, während das Signalobjekt **232B** mit einem Ausgang der Feldvorrichtung **242A** assoziiert ist. Ähnlich ist das Signalobjekt **232C** mit einem Eingang der Feldvorrichtung **242B** assoziiert, während das Signalobjekt **232D** mit einem Ausgang der Feldvorrichtung **242B** assoziiert ist. Das Signalobjekt **232E** ist mit keinen Feldvorrichtungen **242** assoziiert. Stattdessen kann das Signalobjekt **232E** unvollständig konfiguriert sein (d.h. es kann noch keinen Pfad einer Feldvorrichtung **242** zugewiesen worden sein), oder das Signalobjekt **232E** kann statische oder konstante Daten enthalten. In einigen Ausführungsformen kann das Signalobjekt **232E** einen Pfad zu einer externen Datenquelle wie etwa einer Datenbank **140** enthalten oder kann dafür eingerichtet sein, eine Eingabe von einem Bediener einer Prozessanlage zu empfangen.

**[0064]** Jedes Signalobjekt **232** kann mit einem oder mehreren Steuermodulen **222** assoziiert sein, um Prozesssteuerungsdaten bereitzustellen oder zu empfangen. In einigen Ausführungsformen können Signalobjekte **232** mit zahlreichen Steuermodulen assoziiert sein, wie durch das Signalobjekt **232B** veranschaulicht ist, welches mit beiden Steuermodulen **222A** und **222B** kommunikativ verbunden ist. In anderen Ausführungsformen kann jedes Signalobjekt **232** mit höchstens einem Steuermodul **222** (oder UI-Block **212**) assoziiert sein, um entweder Prozesssteuerungsdaten zu empfangen oder Prozesssteuerungsdaten bereitzustellen. In zusätzlichen Ausführungsformen kann jedes Signalobjekt **232** nur erzeugt werden, wenn es mit einem Steuermodul **222** oder UI-Block **212** assoziiert ist, so dass kein Signalobjekt **232** existiert, es sei denn, es ist mit einem Steuermodul **222** oder UI-Block **212** assoziiert. Dies ist jedoch nicht vorgeschrieben, da andere Ausführungsformen Signalobjekte **232** enthalten können, die existieren, ohne mit einem Steuermodul **222** oder UI-Block **212** assoziiert zu sein. Solche nicht assoziierten Signalobjekte **232** können dafür eingerichtet sein, mit einer Feldvorrichtung **242** kommunikativ verbunden zu werden oder in einer Bibliothek von Signalobjekten **232** gespeichert zu werden.

**[0065]** **Fig. 3** veranschaulicht eine beispielhafte Kommunikationsstruktur eines Prozesssteuerungssystems **300** des Prozesssteuerungsnetzwerks **100** in weiteren Details, wobei Eingaben bzw. Eingänge, Ausgaben bzw. Ausgänge, Variablen, Pfade und Alarmer innerhalb der verschiedenen Komponenten gezeigt sind. Zusätzliche Verbindungen und Elemente sind in dem beispielhaften Prozesssteuerungssystem **300** veranschaulicht; aber das System **300** kann in einigen Ausführungsformen das gleiche Sys-

tem wie System **200** sein. Das beispielhafte Prozesssteuerungssystem **300** kann ähnlich eine UI-Schicht **310** mit UI-Blöcken **312**, eine Modulschicht **320** mit Steuermodulen **322**, eine Signalschicht **330** mit Signalobjekten **332** und eine Vorrichtungsschicht **340** mit Feldvorrichtungen **342** umfassen. Jeder/jedes/jede der UI-Blöcke **312**, Steuermodulen **322**, Signalobjekte **332** und Feldvorrichtungen **342** kann UI-Blöcke **212**, Steuerungsblöcke **222**, Signalobjekte **232** bzw. Feldvorrichtungen **242** sein, wie sie oben beschrieben wurden. Außerdem kann die Modulschicht **320** eine Steuermodul-Bibliothek **324** enthalten, und die Signalschicht **330** kann eine Signalobjekt-Bibliothek **334** enthalten. Diese Bibliotheken können Klassen von Steuermodulen **322** oder Signalobjekten **332** speichern, die innerhalb des Prozesssteuerungssystems **300** implementiert sein können. In weiteren Ausführungsformen können stattdessen zusätzliche, weniger oder alternative Komponenten, Konfigurationen oder Verbindungen genutzt werden.

**[0066]** Zusätzlich zu Verbindungen, wie sie in **Fig. 2** veranschaulicht sind, veranschaulicht das Blockdiagramm in **Fig. 3** interne Verbindungen der UI-Blöcke **312**, Steuermodulen **322**, Signalobjekte **332** und Feldvorrichtungen **342**. In der veranschaulichten beispielhaften Ausführungsform weist jeder UI-Block **312** Variablen **316** und entsprechende Pfade **318** auf. Die Variablen **316** können einen Namen oder ein Mittel zum Erhalten von Informationen vorsehen, die mit dem entsprechenden Pfad im UI-Block **312** verbunden sind, wie ein konfigurierbarer Variablenname, um die Daten zu identifizieren, wenn sie von einem anderen Block, einer anderen Anwendung oder einem anderen Programm abgerufen oder angefordert werden. In einigen Ausführungsformen können die Variablen **316** (in einem flüchtigen oder permanenten Speicher) Werte speichern, die einem anderen Block, einer anderen Anwendung oder Programm bereitgestellt werden können. In Ausführungsformen, in denen die Variablen **316** Daten speichern, können sie die zuletzt empfangenen Daten speichern, bis neue Daten empfangen werden. Folglich können die Variablen **316** die zuletzt empfangenen Daten Steuermodulen **322** oder anderen Blöcken, Anwendungen oder Programmen über zahlreiche Prozesssteuerungszyklen (oder andere relevante Aktualisierungsperioden) bereitstellen, bis neue Daten zur Verfügung stehen. Zum Beispiel kann die Variable **316A3** des UI-Blocks **312A** den zuletzt empfangenen Wert von Ausgang **328A1** des Steuermoduls **322A** speichern. Diese gespeicherten Prozesssteuerungsdaten können dem Bediener einer Prozessanlage zum Beispiel angezeigt oder in der Datenbank **140** gespeichert werden. Falls ein Nutzer oder ein Programm Informationen über die Variable **316A3** anfordert, kann der gespeicherte Wert bereitgestellt werden. Falls in den Variablen **316** keine Daten gespeichert sind, kann die Anfrage nach Infor-

mationen von **316A3** stattdessen bewirken, dass die Anfrage bzw. Aufforderung zum Ausgang **328A1** des Steuerungsmoduls **322A** geleitet wird, indem man dem entsprechenden Pfad **318A3** folgt.

**[0067]** Ähnlich können die Variablen **316** genutzt werden, um eine Änderung in einem steuerbaren Parameter der Prozessanlage **10** zu veranlassen. Beispielsweise kann die Variable **316B1** Eingabedaten von dem Bediener der Prozessanlage oder einer anderen Quelle empfangen, welche über einen entsprechenden Pfad **318B1** zum Eingang **326C1** des Steuerungsmoduls **326C** kommuniziert werden können. Die Eingabedaten können andere Eingabedaten, die durch einen Eingang **326C1** des Steuerungsmoduls **326C** empfangen wurden, aufheben bzw. außer Kraft setzen, oder in einigen Ausführungsformen können die Eingabedaten die einzige Quelle von Daten zu einem Eingang des Steuerungsmoduls **322** sein. In einigen Ausführungsformen kann ein UI-Block **312** gleichfalls Prozesssteuerungsdaten direkt einem Signalobjekt **332** bereitstellen, statt die Prozesssteuerungsdaten einem Steuerungsmodul **322** bereitzustellen. Das Signalobjekt **332** kann die Prozesssteuerungsdaten einer Feldvorrichtung **342** bereitstellen (z.B. um eine Steuerung für eine Notabschaltung durch die UI-Schicht **310** zu ermöglichen). Das Signalobjekt **332** kann zusätzlich oder alternativ dazu die empfangenen Prozesssteuerungsdaten einem Steuerungsmodul **322** bereitstellen (z.B. um die Feldvorrichtungen **342** durch die Operation der Steuerungsmodule **322** indirekt zu steuern). Zusätzlich können die UI-Blöcke **312** mit den Steuerungsmodulen **322** auf solch eine Weise kommunikativ verbunden sein, dass einem UI-Block **312** ermöglicht wird, die Operation oder Konfiguration eines Steuerungsmoduls **322** über einen Pfad **318** einzustellen, wenn eine Variable **316** eingestellt wird. Zum Beispiel kann ein Bediener der Prozessanlage einen Wert für eine Variable **316** eines UI-Blocks **312** setzen, welche über den Pfad **318** entsprechend der Variable an ein Steuerungsmodul **322** gesendet werden kann, um eine Verstärkung im Steuerungsmodul **322** einzustellen. In einigen Ausführungsformen können die UI-Blöcke **312** Prozesssteuerungsdaten (z.B. einen Sollwert) empfangen und den Steuerungsmodulen **322** allein über die Signalobjekte **332** bereitstellen. In einigen derartigen Ausführungsformen können die UI-Blöcke **312** gleichwohl die Steuerungsmodule **322** direkt einstellen oder direkt konfigurieren (d.h. ohne die Signalobjekte **332** zu verwenden). Obgleich zwei UI-Blöcke **312A** (mit Variablen **316A1**, **316A2** und **316A3** entsprechend Pfaden **318A1**, **318A2** und **318A3**) und **312B** (mit Variablen **316B1** und **316B2** entsprechend Pfaden **318B1** und **318B2**) veranschaulicht sind, können andere Konfigurationen mehr oder weniger UI-Blöcke **312** mit unterschiedlichen Anzahlen von Variablen **316** und entsprechenden Pfaden **318** in verschiedenen Ausführungsformen verwendet werden.

**[0068]** Auch in der veranschaulichten beispielhaften Ausführungsform können die Steuerungsmodule **322** Eingänge **326** und Ausgänge **328** aufweisen. Die Eingänge **326** empfangen Prozesssteuerungsdaten von den Signalobjekten **322**, UI-Blöcken **312** oder anderen Quellen (z.B. einer Datenbank **140** oder einem Expertensystem **104**). Die Steuerungsmodule **322** nutzen die Eingabe-Prozesssteuerungsdaten von den Eingängen **326**, um Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten an den Ausgängen **328** zu erzeugen. Die Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten können dem Bediener der Prozessanlage oder einem anderen Nutzer über die UI-Blöcke **312** bereitgestellt werden, welche veranlassen können, dass die Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten angezeigt oder gespeichert werden. Die Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten können zusätzlich oder alternativ dazu den Feldvorrichtungen **342** über die Signalobjekte **332** bereitgestellt werden, welche die Operation der Feldvorrichtung **342** steuern können. Beispielsweise kann ein Steuerungsmodul **322** einen PID-Controller implementieren, der Messungen von einer Feldvorrichtung **342** (über ein Signalobjekt **332**) als Eingabe-Prozesssteuerungsdaten an einem Eingang **326** empfängt, um Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten an einem Ausgang **328** als Steuerungsbefehle zu erzeugen, um eine andere Feldvorrichtung **342** (über ein anderes Signalobjekt **332**) zu betreiben, um einen Teil der Prozessanlage **10** zu steuern. Solch ein beispielhaftes PID-Steuerungsmodul **322** ist in der im Folgenden diskutierten **Fig. 4** veranschaulicht.

**[0069]** Außerdem können die Steuerungsmodule **322** so miteinander verbunden sein, dass ein Eingang **326** eines ersten Steuerungsmoduls **322** Prozesssteuerungsdaten von einem Ausgang **328** eines zweiten Prozesssteuerungsmoduls **322** empfangen kann. Solch eine Anordnung ist in der Verbindung des Eingangs **326A2** des Steuerungsmoduls **322A** veranschaulicht, um Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten vom Ausgang **328B1** des Steuerungsmoduls **322B** zu empfangen. Obgleich der Eingang **326A2** so veranschaulicht ist, dass er mit dem Ausgang **328B1** direkt verbunden ist, können einige Ausführungsformen Signalobjekte **332** nutzen, um die Eingänge **326** und Ausgänge **328** von zahlreichen Steuerungsmodulen **322** zu verbinden. In solchen Ausführungsformen ist jeder Ausgang **328** mit einem Signalobjekt **332** verbunden, um dem Signalobjekt **332** Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten bereitzustellen. Ein Eingang **326** des gleichen oder eines anderen Steuerungsmoduls **322** kann dann mit dem Signalobjekt **332** verbunden sein, um die Prozesssteuerungsdaten zu empfangen. Folglich sind in solchen Ausführungsformen jeder Eingang **326** und jeder Ausgang **328** mit nur einem der Signalobjekte **332** assoziiert (d.h. damit verbunden). Da zahlreiche Steuerungsmodule **322** oder ein UI-Block **312** die gleichen Prozesssteuerungsdaten nutzen können, können jedoch zahlreiche Eingänge **326** oder Pfade **318** mit

der Variable **336** eines Signalobjekts **332** zur gleichen Zeit assoziiert sein. In weiteren Ausführungsformen können zahlreiche Ausgänge **328** von Steuerungsblöcken **322** oder Pfade **318** von UI-Blöcken **312** mit der gleichen Variable **336** des Signalobjekts **332** assoziiert sein. Beispielsweise kann der Ausgang **328** eines Steuerungsmoduls **322** gewöhnlich Prozesssteuerungsdaten einer Variable **336** eines Signalobjekts **332** bereitstellen; aber der Bediener der Prozessanlage kann die vom Modul erzeugten Prozesssteuerungsdaten unter Verwendung eines UI-Blocks **312** außer Kraft setzen, wobei der UI-Block **312** Prozesssteuerungsdaten der Variable **336** des gleichen Signalobjekts **332** bereitstellt. Obgleich drei Steuerungsmodule **322A** (mit Eingängen **326A1**, **326A2** und **326A3** und Ausgängen **328A1** und **328A2**), **322B** (mit Eingängen **326B1** und **326B2** und einem Ausgang **328B**) und **322C** (mit Eingängen **326C1** und **326C2** und Ausgängen **328C1** und **328C2**) veranschaulicht sind, können andere Konfigurationen mehr oder weniger Steuerungsmodule **322** mit unterschiedlichen Anzahlen von Eingängen **326** und Ausgängen **328** aufweisen und in verschiedenen Ausführungsformen verwendet werden.

**[0070]** Ferner hat in der veranschaulichten beispielhaften Ausführungsform jedes Signalobjekt **332** eine Variable **336** und einen Pfad **338**. Die Variablen **336** und Pfade **338** der Signalobjekte **332** arbeiten in einer Weise ähnlich den Variablen **316** und Pfaden **318** der UI-Blöcke **312**. Um die Steuerungsmodule **322** mit den Signalobjekten **332** zu verbinden, können Eingänge **326** oder Ausgänge **328** der Steuerungsmodule **322** mit den Signalobjekten **332** assoziiert werden. Derartige Assoziierungen können bewerkstelligt werden, indem eine Referenz oder ein Zeiger für einen Eingang **326** eines Steuerungsmoduls **322** eingestellt wird, um die Variable **336** eines Signalobjekts anzuzeigen oder abzurufen. In einer bevorzugten Ausführungsform hat jedes Signalobjekt nur eine Variable **336** und einen entsprechenden Pfad **338**. Die Variable **336** kann entweder so definiert sein, dass sie einen vorselektierten Typ und/oder Skalierung (z.B. lange Ganzzahl, Floating Point bzw. Gleitkommazahl, Textfolge, Milliampere, Volt, psi, etc.) aufweist, oder undefiniert sein, um eine beliebige Art von Prozesssteuerungsdaten zu repräsentieren. In einigen Ausführungsformen kann die Variable **336** sowohl Prozesssteuerungsdaten als auch Datenstrukturinformation betreffend das Format und die Skalierung der Variable umfassen. Weitere Ausführungsformen können ähnlich dem Steuerungsmodul **322** gestatten, die Variable zu konfigurieren, um Daten in einer besonderen Weise zu speichern. Beispielsweise können der Datentyp und die Skalierung der Variable **336** eingestellt werden, wenn das Signalobjekt **332** mit einem Eingang **326** oder einem Ausgang **328** assoziiert wird. In bevorzugten Ausführungsformen wird die Variable **336** eines Signalobjekts **332** auf ein Standardformat eingestellt, ungeachtet von Protokol-

len, Typen oder Formaten der Prozesssteuerungsdaten, die von der Feldvorrichtung **342**, die mit dem Signalobjekt **332** verbunden ist, empfangen oder an diese gesendet werden. Folglich kann das Signalobjekt **332** Prozesssteuerungsdaten, die von der Feldvorrichtung **342** über die I/O-Architektur empfangen werden, extrahieren und die Prozesssteuerungsdaten zur weiteren Verwendung durch ein oder mehrere Steuerungsmodule **322** in das Standardformat umwandeln. Das Signalobjekt **332** kann gleichfalls Prozesssteuerungsdaten, die in dem Standardformat von dem einen oder mehreren Steuerungsmodulen **322** empfangen werden, in ein Format umwandeln, das für eine Übertragung über die relevante I/O-Infrastruktur zu der Feldvorrichtung **342** geeignet ist.

**[0071]** Jedes Signalobjekt **332** enthält auch einen Pfad **338** entsprechend der Variable **336**. Der Pfad **338** spezifiziert die Datenquelle für die Variable **336** oder das Ziel, an das bei der Variable **336** empfangene Daten gesendet werden. Typischerweise gibt der Pfad **338** entweder eine Feldvorrichtung **342** oder konstante Daten an; aber der Pfad **338** kann andere Typen einer Datenquelle oder Datenempfänger angeben. Zum Beispiel können Pfade **338** Datenbanken **140**, Eingänge **326** oder Ausgänge **328** von Steuerungsmodulen **322** oder andere Stellen innerhalb des Prozesssteuerungsnetzwerks **100** angeben. Wenn der Pfad **338** eine Feldvorrichtung **342** angibt, kann er einen Pfad über die relevante I/O-Architektur zu einem Eingang **346** oder Ausgang **348** der Feldvorrichtung **342** angeben, welche separate Kanäle oder Ports der Feldvorrichtung **342** sein kann. Der Pfad **338** kann daher eine Information betreffend Kommunikationsprotokolle oder -formate für einen Teil der I/O-Infrastruktur der Prozessanlage **10** enthalten, der für die Feldvorrichtung **342** relevant ist. In einigen Ausführungsformen kann der Pfad **338** ein oder mehrere Bits aus einem Datenstrom herausgreifen, der zahlreiche, durch die Feldvorrichtung **342** erzeugte Bits enthält, was ermöglichen kann, Prozesssteuerungsdaten einer besonderen Relevanz von einem digitalen Signal zu erhalten, das von der Feldvorrichtung **342** empfangen wird. Wenn der Pfad **338** konstante Daten angibt, können die konstanten Daten direkt im Pfad **338** gespeichert werden, oder der Pfad kann auf einen die Konstantdaten enthaltenden Speicherplatz eines Speichers zeigen, welcher ein lokaler oder entfernter Platz sein kann. Die konstanten Daten können Prozesssteuerungsdaten oder andere relevante Daten wie etwa eine Verstärkung oder eine Grenze sein.

**[0072]** Signalobjekte **332** können mit Steuerungsmodulen **322** assoziiert sein, ohne einen spezifizierten Pfad **338** aufzuweisen. Während einer anfänglichen oder nachfolgenden Konfiguration des Prozesssteuerungssystems **300** können zum Beispiel Signalobjekte **332** mit undefinierten Pfaden **338** erzeugt werden. Die undefinierten Pfade **338** können später

definiert werden, indem ein Wert zugewiesen wird, der entweder konstante Daten oder eine Datenquelle wie eine Feldvorrichtung **342** spezifiziert. Folglich kann ein Signalobjekt **332** mit einem Eingang **326** oder einem Ausgang **328** eines Steuerungsmoduls **322** assoziiert werden, ohne einen Wert oder eine Datenquelle aufzuweisen, die dem Pfad **338** des Signalobjekts **332** zugewiesen ist. Der Pfad **338** kann später, entweder vor oder während eines Betriebs der Prozessanlage **10**, zugewiesen werden. Zum Beispiel kann der Pfad **338** durch den Bediener der Prozessanlage während eines Betriebs der Prozessanlage **10** zugewiesen werden, wenn die Information benötigt wird (oder kurz bevor erwartungsgemäß die Information benötigt werden wird). In solchen Fällen kann ein UI-Block **312** den Bediener der Prozessanlage auffordern bzw. veranlassen, den Pfad **338** dem Signalobjekt **332** über die UI-Vorrichtung **112** zuzuweisen. In einigen Ausführungsformen kann dies einschließen, dem Bediener der Prozessanlage eine oder mehrere Optionen zu präsentieren, aus denen der Pfad **338**, der dem Signalobjekt **332** zugewiesen wird, ausgewählt wird. Beispielsweise kann über die UI-Vorrichtung **112** eine Liste aller Feldvorrichtungen **342**, die als mit dem Controller **11** verbunden identifiziert sind, präsentiert werden, um die Auswahl eines Pfades **338** für eine Zuweisung zum Signalobjekt **332** zu ermöglichen. Dies kann damit verbunden sein, dass der Controller **11** die Feldvorrichtungen **342** abfragt, um die Feldvorrichtungen **342** zu identifizieren, die mit dem Controller **11** kommunikativ verbunden sind, oder es kann mit einer Abfrage einer Datenbank **140** verbunden sein, um Konfigurationsinformation betreffend verbundene Feldvorrichtungen **342** und die lokale I/O-Architektur zu erhalten.

**[0073]** Außerdem können neue Pfade **338** Signalobjekten **332** zugewiesen werden, wodurch bestehende Pfade **338** ersetzt werden. Dies kann geschehen, wenn sich eine Datenquelle ändert, wie etwa wenn eine Feldvorrichtung **342** durch eine andere Feldvorrichtung **342** ersetzt wird oder wenn sich die lokale I/O-Architektur ändert. Ein erneutes Zuweisen von Pfaden **338** ermöglicht auch einen effizienteren Test eines Betriebs des Prozesssteuerungssystems **300**. In einigen Ausführungsformen können die Pfade **338** der Signalobjekte **332** Testdaten zugewiesen werden. Die Testdaten können Prozesssteuerungsdaten, die man von Feldvorrichtungen **342** erwartet, unter einer Vielzahl von Betriebsbedingungen der Prozessanlage **10** nachahmen. Das Prozesssteuerungsdaten **300** kann dadurch vor einer Installation innerhalb der Prozessanlage **10** getestet werden. Solch ein Test kann durchgeführt werden ohne Rücksicht auf die I/O-Architektur oder spezifische Typen, Protokolle, Formate oder andere Informationen betreffend die Feldvorrichtungen **342**, indem die Testdaten spezifizierende Pfade **338** genutzt werden. Die Testdaten müssen nicht für irgendwelche besonderen Feldvorrichtungen **342** oder eine besondere I/O-Architektur

tur einer Prozessanlage **10** spezifisch sein, so dass das Prozesssteuerungssystem **300** ohne Kenntnis der Konfiguration der Prozessanlage **10** getestet werden kann. Dies ist äußerst wünschenswert, da die besondere Konfiguration der Prozessanlage **10** (d.h. die Typen, Anzahlen und I/O-Architektur der Feldvorrichtungen **342**) oft bis kurz vor dem Aufbau der Prozessanlage **10** nicht endgültig festgelegt ist und die Konfiguration sich während der Nutzungsdauer der Prozessanlage **10** wiederholt ändern kann. Die Signalobjekte **332** trennen die Steuerungsmodule **322** von den Feldvorrichtungen **342**, so dass das System **300** für die spezifischen Feldvorrichtungen **342** nicht getestet werden muss. Stattdessen kann jedes Signalobjekt **332** nach Bedarf eingestellt werden (z.B. zwischen einem Testen und einer Installation in der Prozessanlage **10**, wenn eine Feldvorrichtung **342** ersetzt wird etc.). Ein Einstellen des Signalobjekts **332** erfordert kein erneutes Testen des gesamten Prozesssteuerungssystems **300**, da sich nur das betroffene Signalobjekt **332** ändert. In einigen Ausführungsformen kann diese Änderung nur mit einem Zuweisen eines neuen Pfades **338** zu dem Signalobjekt **332** verbunden sein, um eine neue Datenquelle oder einen neuen Datenempfänger zu spezifizieren (z.B. einen Ausgang **348** oder Eingang **346** einer neuen Feldvorrichtung **342**). In anderen Ausführungsformen können andere Parameter, die sich auf eine Verarbeitung von Prozesssteuerungsdaten innerhalb des Signalobjekts beziehen, ebenfalls eingestellt werden, wie etwa Parameter, die ein Kommunikationsprotokoll oder eine Ausgabeskalierung angeben. In einigen Ausführungsformen kann das Signalobjekt **332** Information betreffend solche Parameter direkt von der Feldvorrichtung **332** empfangen, wie etwa durch Empfangen von in der Feldvorrichtung **342** gespeicherten Daten in einer Vorrichtungsbeschreibungssprache (DDL). Natürlich kann ein Signalobjekt **332** auch durch einen Austausch aktualisiert werden, wobei ein altes Signalobjekt **332** von einem Steuerungsmodul **322** getrennt und ein neues Signalobjekt **332** mit dem Steuerungsmodul **322** verbunden bzw. assoziiert wird.

**[0074]** Einige Signalobjekte **332** können ferner konfigurierbare Alarme **335** enthalten. Die Alarme **335** können mit den UI-Blöcken **312** direkt kommunikativ verbunden sein, statt über die Steuerungsmodule **322** verbunden zu sein. Folglich kann ein Alarm **335** eines Signalobjekts **332** Daten direkt an einen UI-Block **312** senden, ohne die Daten an irgendwelche Steuerungsmodule **322** zu senden. Dies vermeidet die Verwendung von Steuerungsmodulen **322** allein für den Zweck, Alarmzustände zu bestimmen, so dass alle Steuerungsmodule **322** einen gewissen Prozessregelkreis oder eine andere Prozesssteuerungsaktion implementieren. Die Alarme **335** können während einer Konfiguration und Einrichtung bzw. eines Set-up des Prozesssteuerungssystems **300** konfiguriert werden oder können durch den Bediener

der Prozessanlage gesetzt oder eingestellt werden, um eine anormale Betriebsbedingung innerhalb der Prozessanlage **10** basierend auf Prozesssteuerungsdaten zu bestimmen, die am Signalobjekt von einer durch den Pfad **338** spezifizierten Feldvorrichtung **342** empfangen werden. Wenn ein oder mehrere Kriterien des Alarms **335** erfüllt sind, kann der Alarm **335** ausgelöst werden, was ferner veranlassen kann, dass dem Bediener der Prozessanlage oder einem anderen Nutzer des Prozesssteuerungssystems **300** über die UI-Vorrichtung **112** ein Alarmsignal oder eine Warnung präsentiert wird. Obgleich acht Signalobjekte **332A** (mit Variable **336A**, Pfad **338A** und Alarm **335A**), **332B** (mit Variable **336B** und Pfad **338B**), **332C** (mit Variable **336C** und Pfad **338C**), **332D** (mit Variable **336D** und Pfad **338D**), **332E** (mit Variable **336A**, Pfad **338A** und Alarm **335A**), **332F** (mit Variable **336F** und Pfad **338F**), **332G** (mit Variable **336G** und Pfad **338G**) und **332H** (mit Variable **336H** und Pfad **338H**) veranschaulicht sind, können andere Konfigurationen mit mehr oder weniger Signalobjekten **332** (mit oder ohne Alarme **335**) in verschiedenen Ausführungsformen genutzt werden.

**[0075]** Die Steuerungsmodul-Bibliothek **324** und die Signalschicht-Bibliothek **334** können eine Vielzahl von Klassen von Steuerungsmodulen **322** bzw. Signalobjekten **332** speichern. Die Klassen können allgemeine Typen von Steuerungsmodulen oder Signalobjekten sein, die ihre Datenstruktur und Nutzung in einer objektorientierten Programmiersprache definieren. Die in der Steuerungsmodul-Bibliothek **324** gespeicherten Steuerungsmodulklassen können wieder verwendbare bzw. mehrfach aufrufbare Klassen sein, die dafür eingerichtet sein können, Prozesssteuerungsfunktionen innerhalb des Prozesssteuerungssystems **300** zu erfüllen. Wenn jedes Steuerungsmodul **322** von einer Steuerungsmodulkasse erzeugt wird, kann das Steuerungsmodul **322** als eine Instanz der Klasse mit oder ohne weitere Konfiguration instanziiert werden. Zum Beispiel kann ein spezielles PID-Steuerungsmodul **322** als eine Instanz einer Steuerungsmodulkasse für PID-Controller erzeugt werden, die in der Steuerungsmodul-Bibliothek **324** gespeichert wird. Das instanziierte Steuerungsmodul **322** kann dafür eingerichtet sein, Prozesssteuerungsfunktionen, wie hierin an anderer Stelle diskutiert, entweder zur Zeit einer Instanziierung oder zu einer späteren Zeit auszuführen. Ähnlich können in der Signalobjekt-Bibliothek **334** gespeicherte Signalobjektklassen allgemeine Typen von Signalobjekten sein, die innerhalb des Prozesssteuerungssystems **300** genutzt werden können, und Signalobjekte **332** können als Instanzen der Signalobjektklassen erzeugt werden. In einigen Ausführungsformen können alle Signalobjekte **332** Instanzen einer Signalobjektklasse sein. In einigen Ausführungsformen kann ein Aktualisieren oder Einstellen einer Steuerungsmodulkasse in der Steuerungsmodul-Bibliothek **324** oder einer Signalobjektklasse in der Signalobjekt-Bi-

bliothek **334** automatisch die Aktualisierungen oder Einstellungen auf jedes Steuerungsmodul **322** oder Signalobjekt basierend auf der Klasse anwenden. In einigen Ausführungsformen können die Steuerungsmodul-Bibliothek **324** und die Signalschicht-Bibliothek **334** zu einer Bibliothek kombiniert sein, welche lokal in dem Speicher **32** des Controllers **11** oder entfernt in der Datenbank **140** oder an anderer Stelle gespeichert werden kann.

**[0076]** Die Feldvorrichtungen **342** innerhalb des Prozesssteuerungssystems **300** können Eingänge **346** und Ausgänge **348** aufweisen. Die Eingänge **346** können Prozesssteuerungsdaten oder Steuerbefehle über die Signalobjekte **332** empfangen, die veranlassen, dass die Feldvorrichtungen eine physikalische Steuerungsoperation wie etwa Öffnen oder Schließen eines Ventils, Starten oder Stoppen eines Motors oder Steuern einer Pumpe implementieren. Die Ausgänge **348** können von den Feldvorrichtungen erzeugte Prozesssteuerungsdaten wie etwa Temperatur-, Druck- oder Strommessungen, senden. Jede Feldvorrichtung **342** kann einen oder mehrere Eingänge **346** oder Ausgänge **348** umfassen. Obgleich zwei Feldvorrichtungen **342A** und **342B** mit einem Eingang **346A** und einem Ausgang **348A** und mit einem Eingang **346B** und zwei Ausgängen **348B1** und **348B2** veranschaulicht sind, können stattdessen in verschiedenen Ausführungsformen andere Konfigurationen implementiert sein.

**[0077]** Fig. 4 veranschaulicht ein Blockdiagramm eines beispielhaften Steuerungsmoduls, um eine Operation bzw. einen Betrieb des Prozesssteuerungssystems **300** des Prozesssteuerungsnetzwerks **100** weiter zu veranschaulichen, darstellend eine Operation eines PID-Steuerungsmoduls gemäß Ausführungsformen der hierin offenbarten Erfindung. Das Steuerungsmodul **422** oder ähnliche Steuerungsmodul können in den oben diskutierten beispielhaften Prozesssteuerungssystemen **200** und **300** als Steuerungsmodul **222** oder **232** enthalten sein. Das in Fig. 4 dargestellte Steuerungsmodul **422** veranschaulicht detaillierter die Arbeitsweisen bzw. die Tätigkeiten eines bestimmten Typs von Steuerungsmodul; aber andere Konfigurationen können stattdessen in verschiedenen Steuerungsmodulen innerhalb des Prozesssteuerungsnetzwerks **100** genutzt werden. Wie oben können die Signalobjekte **432** wie hierin an anderer Stelle beschrieben implementiert sein, insbesondere in Bezug auf Signalobjekte **232** und **332**, und die Feldvorrichtungen **442** können ein beliebiger Typ von hierin beschriebenen Feldvorrichtungen sein, insbesondere wie in Bezug auf Feldvorrichtungen **242** und **342** beschrieben wurde. Obgleich zwei Feldvorrichtungen **442A** und **442B** in der beispielhaften Ausführungsform von Fig. 4 veranschaulicht sind, können in einigen Ausführungsformen die Feldvorrichtungen **442A** und **442B** kombiniert sein.

**[0078]** Das beispielhafte Steuerungsmodul **422** umfasst einen Steuerungslogikblock **421**, der die Steuerungslogik-Operationen des Steuerungsmoduls **422** ausführt. Der Steuerungslogikblock **421** kann während einer Einrichtung der Prozesssteuerungssysteme **200** oder **300** konfiguriert werden, oder die Konfiguration des Steuerungslogikblocks **421** kann durch die Konfiguration einer Klasse von Steuerungsmodulen, zu der er gehört, bestimmt sein. Beispielsweise können die Gewichte, die jedem der Proportional-, Integral- oder Ableitungs-Terme innerhalb des PID-Steuerungslogikblocks **421** zugewiesen werden, für alle Instanzen einer Klasse von PID-Steuerungsmodulen spezifiziert sein oder können von einem allgemeinen PID-Steuerungsmodul so konfiguriert sein, dass sie für eine bestimmte Verwendung innerhalb des Prozesssteuerungsnetzwerks **100** geeignet sind. In einigen Ausführungsformen kann der Steuerungslogikblock **421** (entweder direkt oder als eine Instanz einer Klasse) durch das Expertensystem **104** basierend auf einer automatisierten Analyse und Optimierung des Betriebs der Prozessanlage **10** konfiguriert werden. Um Prozesssteuerungslogik-Operationen durchzuführen, empfängt der Steuerungslogikblock **421** eine indirekte Eingabe **426** und eine direkte Eingabe **427**. Der indirekte Eingang **426** empfängt Eingabe-Prozesssteuerungsdaten indirekt von der Feldvorrichtung **442A** betreffend den Zustand einer messbaren Bedingung innerhalb der Prozessanlage **10**. In einigen Ausführungsformen können die Eingabe-Prozesssteuerungsdaten über eine Referenz **429A** innerhalb des Steuerungsmoduls **422** erhalten werden, die einen Pfad zum Signalobjekt **432A** spezifiziert. Solche Anordnungen ermöglichen, dass der Steuerungslogikblock **421** unabhängig und konsistent über zahlreiche Instanzen einer Klasse bleibt, mit der Information betreffend die assoziierten Signalobjekte **432**, die in den Referenzen **429** enthalten ist. Der direkte Eingang **427** empfängt direkt Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten vom Ausgang **428** des Steuerungslogikblocks **421** über eine andere Referenz **429B** innerhalb des Steuerungsmoduls **422**. Diese am indirekten Eingang **426** empfangenen Eingabe-Prozesssteuerungsdaten können mit den am direkten Eingang **427** empfangenen Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten verglichen werden, um Fehlerterme zu bestimmen und weitere Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten zu erzeugen, um die Feldvorrichtung **442B** zu steuern, wobei bekannte Techniken genutzt werden.

**[0079]** Um die Feldvorrichtungen **442A** und **442B** mit dem Steuerungsmodul **422** zu verbinden, werden Signalobjekte **432A** und **432B** verwendet. Die Signalobjekte **432** enthalten jeweils eine Variable **436** und einen Pfad **438**, wie hierin an anderer Stelle in weiteren Details diskutiert wird. Die Referenz **429A** spezifiziert einen Pfad oder Zeiger auf die Variable **436A** eines Signalobjekts **432A**, welches einen entsprechenden Pfad **438A** aufweist, der den Ausgang **448A**

der Feldvorrichtung **442A** spezifiziert. Folglich werden die durch die Feldvorrichtung **442A** am Ausgang **448A** erzeugten Prozesssteuerungsdaten von einem Signalobjekt **432A** empfangen (wo sie in einer Variable **436** gespeichert werden können), wovon eine Referenz **429A** des Steuerungsmoduls **422** die Prozesssteuerungsdaten empfängt und sie dem Eingang **426** des Steuerungslogikblocks **421** bereitstellt. Der Steuerungslogikblock **421** nutzt die direkten und indirekten Prozesssteuerungsdaten, um zusätzliche Prozesssteuerungsdaten zu erzeugen, um die Feldvorrichtung **446B** zu steuern, um eine Prozesssteuerung innerhalb der Prozessanlage **10** durchzuführen. Die beim Steuerungslogikblock **421** erzeugten Prozesssteuerungsdaten werden einer Referenz **429B** bereitgestellt, welche die Prozesssteuerungsdaten sowohl dem direkten Eingang **427** als auch der Variable **436B** des Signalobjekts **432B** bereitstellt. Das Signalobjekt **432B** empfängt die Prozesssteuerungsdaten bei der Variable **436B** und stellt die Prozesssteuerungsdaten einem Eingang **446B** der Feldvorrichtung **442B** unter Verwendung des der Variable **436B** entsprechenden Pfades **438B** bereit. Wie hierin an anderer Stelle diskutiert wird, können die Signalobjekte Teile der Prozesssteuerungsdaten extrahieren oder umwandeln, um Prozesssteuerungsdaten in geeigneten Formaten und unter Verwendung geeigneter Protokolle für das Steuerungsmodul **422** und die Feldvorrichtungen **442** bereitzustellen.

**[0080]** Fig. 5 ist ein Flussdiagramm eines beispielhaften Konfigurations- und Testverfahrens **500** für ein Prozesssteuerungssystem, das ein Verfahren zum Konfigurieren von Prozesssteuerungssystemen des Prozesssteuerungsnetzwerks **100**, das Systeme **200** und **300** einschließt, veranschaulicht. Auf das Prozesssteuerungssystem **300** vorgenommene Verweise sind nur beispielhaft, und das Verfahren **500** kann auf andere Prozesssteuerungssysteme in verschiedenen Ausführungsformen angewendet werden. Das beispielhafte Verfahren **500** kann mit der Auswahl eines Steuerungsmoduls bei Block **502** beginnen. Signalobjekte können mit Eingängen und Ausgängen des ausgewählten Steuerungsmoduls bei Block **504** assoziiert werden, und Parameter des ausgewählten Steuerungsmoduls und der Signalobjekte können bei Blöcken **506** und **508** spezifiziert werden. Andere Steuerungsmodule innerhalb des Prozesssteuerungssystems können ähnlich bei Block **510** konfiguriert werden, um einen Teil des oder das gesamte Prozesssteuerungssystem zu bilden. Das konfigurierte Prozesssteuerungssystem kann dann bei Blöcken **512–518** vor einer Implementierung in der Prozessanlage **10** getestet werden. Dies kann ein Importieren von Testdaten bei Block **512**, ein Testen der Operation der Steuerungsmodule des Prozesssteuerungssystems bei Block **514** und ein Bestimmen, ob das Prozesssteuerungssystem den Test besteht, basierend auf der Ausgabe der Prozesssteuerungsmodul bei Block **516** einschließen. Wenn das Prozess-

steuerungssystem den Test nicht besteht, können Einstellungen an den Parametern eines oder mehrerer Steuerungsmodulen oder Signalobjekte bei Block **518** vorgenommen werden, und das Prozesssteuerungssystem kann bei Block **514** erneut getestet werden. Wenn das Prozesssteuerungssystem den Test bei Block **516** besteht, kann es in der Prozessanlage implementiert werden, indem ein Pfad, der zwischen einem Signalobjekt und Feldvorrichtungen verbunden ist, bei Block **520** zugewiesen wird. Das Prozesssteuerungssystem kann dann innerhalb des Prozesssteuerungsnetzwerks **100** arbeiten, um bei Block **522** die Operation der Prozesssteuerungsanlage **10** zu steuern.

**[0081]** In einigen Ausführungsformen können die Blöcke **502–518** auf einem oder mehreren Computern, die mit der Prozessanlage **10** nicht assoziiert sind, implementiert sein. Folglich kann das Prozesssteuerungssystem entworfen, konfiguriert und getestet werden, um auf einer beliebigen Anzahl von Prozessanlagen mit verschiedenen Konfigurationen zu arbeiten, in einer Weise, die von der I/O-Architektur unabhängig ist, die in der Prozessanlage **10** genutzt wird. Bei Verifizierung eines ordnungsgemäßen Betriebs durch Testen bei Blöcken **512–518** kann das konfigurierte Programm des Prozesssteuerungssystems (mit UI-Blöcken **312**, Steuerungsmodulen **322** und Signalobjekten **332**) in einem nicht transitorischen, computerlesbaren Speichermedium (z.B. einer nichtflüchtigen Speichervorrichtung wie etwa einem Festplattenlaufwerk oder einer optischen Platte) gespeichert werden. Ein Teil des gespeicherten Programms des Prozesssteuerungssystems oder das Gesamte kann dann in den Controller **11**, die UI-Vorrichtung **112**, das Expertensystem **104** oder andere Komponenten des Prozesssteuerungsnetzwerks **100** heruntergeladen, installiert oder instanziiert werden, um das Prozesssteuerungssystem innerhalb der Prozessanlage bei Blöcken **520–522** zu konfigurieren und zu implementieren. Ein Konfigurieren und Implementieren des Prozesssteuerungssystems innerhalb der Prozessanlage **10** kann ein Zuweisen von Feldvorrichtungen **342** zu den Pfaden **338** der Signalobjekte **332** bei Block **520** einschließen.

**[0082]** Bei Block **502** kann ein Prozesssteuerungs-Ingenieur, Techniker oder ein anderer Nutzer ein Steuerungsmodul **322** zur Konfiguration auswählen. Ein Auswählen des Steuerungsmoduls **322** kann ein Auswählen einer Klasse von Prozesssteuerungsmodulen aus der Steuerungsmodul-Bibliothek **324** einschließen. Ein Auswählen des Steuerungsmoduls **322** kann alternativ ein Erzeugen eines neuen Steuerungsmoduls **322** durch Definieren der Struktur, Logik und anderer Charakteristiken des Steuerungsmoduls einschließen. In einigen Ausführungsformen kann ein Auswählen des Steuerungsmoduls **322** veranlassen, dass das ausgewählte Steuerungsmodul in einer Nutzerschnittstelle des Prozesssteuerungssys-

tems einbezogen wird, welche durch einen oder mehrere UI-Blöcke **312** implementiert und über die UI-Vorrichtung **112** einem Bediener der Prozessanlage präsentiert werden kann. In einigen Ausführungsformen kann der Nutzer wählen, ob das Steuerungsmodul **322** in der Nutzerschnittstelle des Prozesssteuerungssystems enthalten sein wird.

**[0083]** Bei Block **504** können ein oder mehrere Signalobjekte **332** mit einem oder mehreren Eingängen **326** oder Ausgängen **328** des ausgewählten Steuerungsmoduls **322** assoziiert werden. Die Signalobjekte **332** können mit den Steuerungsmodulen **322** automatisch oder durch einen Prozesssteuerungs-Ingenieur, Techniker oder anderen Nutzer assoziiert werden. Jedes Signalobjekt **332** kann wie etwa durch Spezifizieren eines Pfads zu einer Variable **336** des Signalobjekts **332** in einer Referenz des Steuerungsmoduls **322** mit einem Eingang **326** oder Ausgang **328** wie oben beschrieben assoziiert werden. In einigen Ausführungsformen müssen Signalobjekte **332** mit allen Eingängen **326** und Ausgängen **328** des Steuerungsmoduls **322** assoziiert sein, während andere Ausführungsformen Eingänge **326** oder Ausgänge **328** ohne assoziierte Signalobjekte **332** gestatten. Einige Ausführungsformen können ein Markieren von Eingängen **326** oder Ausgängen **328** des Steuerungsmoduls **322** ermöglichen, um während einer Operation des Prozesssteuerungssystems außer Acht gelassen bzw. nicht berücksichtigt zu werden. In solchen Ausführungsformen kann das Prozesssteuerungsmodul **322** ohne Nutzung der markierten Eingänge **326** oder Ausgänge **328** während einer Operation des Prozesssteuerungssystems arbeiten. Dies kann eine Warnung oder Fehlermeldungen an den Bediener einer Prozessanlage vermeiden, die andernfalls bezüglich der undefinierten Eingänge **326** oder Ausgänge **328** des Steuerungsmoduls **322** während der Laufzeit erzeugt werden können.

**[0084]** In einigen Ausführungsformen kann ein Auswählen des Steuerungsmoduls **322** bei Block **502** ein oder mehrere Signalobjekte **332** automatisch mit Eingängen **326** oder Ausgängen **328** des Steuerungsmoduls **322** assoziieren. Dies kann ein Instanzieren, oder auf andere Weise Erzeugen, neuer Signalobjekte **332** für einen oder mehrere Eingänge **326** oder Ausgänge **328** einschließen. Zum Beispiel kann Steuerungsmodul-Bibliothek **324** eine oder mehrere Steuerungsstrategien enthalten, und jede Steuerungsstrategie kann das Steuerungsmodul **322** und ein oder mehrere, mit dem Steuerungsmodul **322** assoziierte Signalobjekte **332** einschließen. Ein Auswählen des Steuerungsmoduls **322** kann dann durchgeführt werden, indem eine Steuerungsstrategie ausgewählt wird, die das Steuerungsmodul **322** einschließt. In weiteren Ausführungsformen schließt die Steuerungsstrategie ein oder mehrere Signalobjekte **332** ein, schließt aber keine Pfade **338** der Signalobjekte **332** ein. In anderen Ausführungsformen kann



die Steuerungsstrategie Signalobjekte **332** und ein oder mehrere Pfade **338** einschließen, die Konstantdaten angeben, kann aber andere Pfade **338** ausschließen. Die Steuerungsstrategien können ferner Information betreffend Parameter des Steuerungsmoduls **322** oder der Signalobjekte **332** enthalten, wie im Folgenden weiter diskutiert wird.

**[0085]** Bei Block **506** können ein oder mehrere Parameter des Steuerungsmoduls **322** spezifiziert werden. Die Parameter können automatisch oder durch einen Prozesssteuerungs-Ingenieur, Techniker oder anderen Nutzer spezifiziert werden. Die Parameter können mit der internen Operation, Kommunikationsverbindungen oder einer Präsentation des Steuerungsmoduls **322** assoziiert sein. Zum Beispiel können die Parameter einen Namen des Steuerungsmoduls **322**, ein für eine Kommunikation genutztes Protokoll, eine Rate einer Steuerungszyklus-Ausführung, Verstärkungen oder Gewichte, die für eine Steuerungslogik verwendet werden sollen, oder andere Informationen spezifizieren, die die Operation oder Nutzung des Steuerungsmoduls **322** innerhalb des Prozesssteuerungssystems berühren. In einigen Ausführungsformen können Standardwerte für einige oder alle Parameter verwendet werden, wenn das Steuerungsmodul **322** anfangs ausgewählt wird, wovon ein Teil oder alle durch den Nutzer eingestellt werden können.

**[0086]** Bei Block **508** können ein oder mehrere Parameter ähnlich für das eine oder mehr Signalobjekte **332** spezifiziert werden. Die Parameter können eine Information betreffend die Variable **336** oder den Pfad **338** enthalten, einschließlich Formate oder Protokolle, die für eine Kommunikation mit dem Steuerungsmodul **322**, UI-Block **312** oder der Feldvorrichtung **342** verwendet werden sollen. Beispielsweise können die Parameter der Signalobjekte **332** Spezifikationen von Feldvorrichtungen **342** in den Pfaden **338** enthalten, die tatsächlichen Feldvorrichtungen **342** oder Speicherplätzen zugewiesen werden können, die dafür ausgelegt sind, Testdaten zu empfangen. Die Parameter können ferner Informationen betreffend Alarmer, die Skalierung empfangener Prozesssteuerungsdaten oder ein Herausgreifen von Bits aus Datenströmen enthalten, wie oben diskutiert wurde.

**[0087]** Bei Block **510** können andere Steuerungsmodule **322** oder Signalobjekte **332** erzeugt und konfiguriert werden, um das Prozesssteuerungssystem oder einen Teil dessen herzustellen. Dies kann ein Verbinden mehrerer Steuerungsmodule **322** einschließen, um komplexe Steuerungsfunktionen auszuführen, wie oben diskutiert wurde. Beispielsweise können ein oder mehrere zusätzliche Steuerungsmodule **322** ausgewählt und konfiguriert werden, um als Eingaben die Prozesssteuerungsdaten zu empfangen, die durch das Prozesssteuerungsmodul **322** am Ausgang **328** erzeugt wurden. Wie oben diskutiert wur-

de, können die Steuerungsmodule **322** ein Standardformat nutzen, das von der mit den Feldvorrichtungen assoziierten I/O-Architektur unabhängig ist. In einigen Ausführungsformen können ein oder mehrere der zusätzlichen Steuerungsmodule **322** Eingänge **326** aufweisen, die mit dem gleichen Signalobjekt **332** assoziiert sind, das mit dem Ausgang **328** des Steuerungsmoduls **322** assoziiert ist. In weiteren Ausführungsformen können das eine oder mehrere Steuerungsmodule **322** Eingänge **326** aufweisen, die mit Variablen **336** anderer Signalobjekte **332** assoziiert sind, wo die anderen Signalobjekte **332** entsprechende Pfade **338** aufweisen, die die Variable **336** des Signalobjekts **332** spezifizieren, die mit dem Ausgang **328** des Steuerungsmoduls **322** assoziiert ist.

**[0088]** Zusätzlich oder alternativ dazu kann ein Konfigurieren der anderen Steuerungsmodule **322** oder Signalobjekte **332** ein Erzeugen und Konfigurieren von Signalobjekten **332** einschließen, die mit keinen Steuerungsmodulen **322** assoziiert sind. Solche Signalobjekte **332** können mit einem oder mehreren UI-Blöcken **312** oder anderen UI-Komponenten des Prozesssteuerungssystems assoziiert sein. Diese direkte Verbindung zwischen den Signalobjekten **332** und den UI-Blöcken **312** kann von besonderem Vorteil für Signalobjekte **332** sein, die dafür eingerichtet sind, Alarmer zu liefern, Bits aus Datenströmen herauszugreifen oder skalierte Prozesssteuerungsdaten dem Bediener der Prozessanlage unter Verwendung der UI-Vorrichtung **112** zu präsentieren. Diese Signalobjekte **332**, die mit keinen Steuerungsmodulen **322** assoziiert sind, können auf andere Weise, wie an anderer Stelle herein diskutiert, konfiguriert werden, einschließlich einer Zuweisung von Pfaden **338** zu Eingängen **346** oder Ausgängen **348** von Feldvorrichtungen **342**.

**[0089]** Wenn das Prozesssteuerungssystem bei Block **510** ausreichend konfiguriert ist, kann es in einigen Ausführungsformen getestet werden, um ein ordnungsgemäßes Funktionieren zu verifizieren, wobei Testdaten bei Blöcken **512–518** verwendet werden. Bei Block **512** können die Testdaten importiert oder kann auf diese zugegriffen werden. Die Testdaten können Daten sein, die dafür ausgelegt sind, Prozesssteuerungsdaten (oder historische Prozesssteuerungsdaten) nachzuahmen, die in einer Datenbank oder einem anderen Speicher gespeichert wurden. Die Testdaten können von der I/O-Architektur der Prozessanlage **10** unabhängig sein. In einigen Ausführungsformen können die Testdaten das von den Steuerungsmodulen **322** verwendete Standarddatenformat nutzen, was erlaubt, dass sie ohne Umwandlung direkt durch die Signalobjekte geleitet werden. Die Testdaten können ferner eine Vielzahl von Sätzen von Testdaten enthalten, die verschiedene Betriebsbedingungen angeben, die innerhalb von Prozessanlagen auftreten können, einschließlich nor-

maler Betriebsbedingungen, anormaler Betriebsbedingungen und Notfälle oder kritische Bedingungen.

**[0090]** Bei Block **514** kann eine Operation des Prozesssteuerungssystems unter Verwendung der Testdaten verifiziert werden. Dies kann einschließen, dass die Steuerungsmodule **322** und/oder UI-Blöcke **312** des Prozesssteuerungssystems innerhalb einer Testumgebung ausgeführt werden und den Signalobjekten **332** die Testdaten als sequentielle Prozesssteuerungsdatenwerte bereitgestellt werden. Um die Testdaten den Signalobjekten **332** bereitzustellen, können die Pfade **338** der Signalobjekte Variablen oder Speicherplätzen innerhalb der Testumgebung zugewiesen werden, um die Testdaten zu empfangen. Sätze von Testdaten, die eine oder mehrere Betriebsbedingungen repräsentieren, können den Signalobjekten **332** präsentiert werden, und die Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten, die durch die Steuerungsmodule **322** erzeugt werden, können für eine Analyse aufgezeichnet werden. Die aufgezeichneten Prozesssteuerungsdaten können dann durch Vergleich mit erwarteten oder geeigneten Prozesssteuerungsdaten verifiziert werden.

**[0091]** Bei Block **516** kann auf die aufgezeichneten Prozesssteuerungsdaten, die durch die Steuerungsmodule **322** erzeugt wurden, zugegriffen werden, um zu bestimmen, ob das Prozesssteuerungssystem den Test besteht, indem Antworten innerhalb eines akzeptablen Bereichs erzeugt werden. Dies kann ein Vergleichen der Leistung der Steuerungsmodule **322** mit vorbestimmten Qualitätsparametern unter Verwendung der Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten einschließen. In einigen Ausführungsformen können die Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten genutzt werden, um die Operation virtueller Feldvorrichtungen zu simulieren, und eine Verifizierung eines ordnungsgemäßen Funktionierens des Prozesssteuerungssystems kann eine Verifizierung einschließen, dass die virtuellen Feldvorrichtungen innerhalb eines akzeptablen Bereichs für einen effektiven Betrieb der Prozessanlage bleiben. Wenn das Prozesssteuerungssystem bei Block **516** den Test nicht besteht, können ein oder mehrere Steuerungsmodule **322** oder Signalobjekte **332** bei Block **518** eingestellt werden. Wenn bestimmt wird, dass das Prozesssteuerungssystem für eine Implementierung in der Prozessanlage **10** bereit ist, kann es in der Prozessanlage **10** implementiert oder für eine spätere Implementierung gespeichert werden, wie oben beschrieben wurde.

**[0092]** Bei Block **518** können Einstellungen an den Parametern der Steuerungsmodule **322** oder Signalobjekte **332** vorgenommen werden, um eine Leistung des Prozesssteuerungssystems zu verbessern. Die kann ein Einstellen von Parametern betreffend Antworten von Steuerungsmodulen **322** oder ein Korrigieren fehlerhaft konfigurierter Verbindungen durch Ändern von Pfaden zu oder von den Signalobjek-

ten **332** einschließen. In einigen Ausführungsformen kann dies ein Ersetzen von Steuerungsmodulen **322** durch andere Steuerungsmodule **322**, um eine bessere Leistung zu erzielen, einschließen, insbesondere in Fällen, in denen hervorstechende Merkmale der Steuerungsmodule **322** für Klassen von Steuerungsmodulen definiert sind. Signalobjekte **332** können gleichfalls entweder eingestellt oder durch andere Signalobjekte **332** ersetzt werden. Wenn Einstellungen vorgenommen wurden, kann das eingestellte Prozesssteuerungssystem wieder bei Block **514** getestet werden, um zu bestimmen, ob weitere Einstellungen erforderlich sind. Wenn die Leistung des Prozesssteuerungssystems innerhalb der vorbestimmten Qualitätsparameter liegt, kann das Prozesssteuerungssystem in der Prozessanlage **10** implementiert oder für eine spätere Implementierung gespeichert werden, wie oben beschrieben wurde.

**[0093]** Bei Block **520** kann das Prozesssteuerungssystem konfiguriert werden, um innerhalb der spezifischen I/O-Architektur der Prozessanlage **10** zu arbeiten, indem geeignete Werte den Pfaden **338** der Signalobjekte **332** zugewiesen werden. Eine Information betreffend die I/O-Architektur der Prozessanlage **10** kann empfangen und genutzt werden, um die Pfade **338** der Signalobjekte **332** zuzuweisen, um die Feldvorrichtungen **342** innerhalb der Prozessanlage **10** zu spezifizieren. Ein Zuweisen der Pfade **338** kann durch eine Batch- bzw. Stapelaktualisierung an den Pfaden **338** der Signalobjekte **332** entweder vor oder nach einer Installation des Prozesssteuerungssystems innerhalb des Prozesssteuerungsnetzwerks **100** bewerkstelligt werden. In einigen Ausführungsformen können ein oder mehrere der Signalobjekte **332** oder Pfade **338** bis zur Laufzeit undefiniert oder nicht zugewiesen bleiben, so dass das Signalobjekt **332** oder der Pfad **338** durch den Bediener der Prozessanlage während einer Ausführung des Prozesssteuerungssystems konfiguriert werden kann, um die Prozessanlage **10** zu betreiben. Bei Block **520** kann auch das Prozesssteuerungssystem in das Prozesssteuerungsnetzwerk **100** der Prozessanlage **10** installiert oder eingebaut werden, um Steuerungsoperationen innerhalb der Prozessanlage **10** durchzuführen.

**[0094]** Bei Block **522** kann das Prozesssteuerungssystem die gesamte Prozessanlage **10** oder einen Teil davon über das Prozesssteuerungsnetzwerk **100** betreiben. Falls das Prozesssteuerungssystem ein Steuerungsmodul **322** mit einem Eingang **336** oder Ausgang **338** enthält, der mit einem Signalobjekt **332** nicht assoziiert sind, kann der Bediener der Prozessanlage aufgefordert bzw. veranlasst werden, ein Signalobjekt **332** mit dem Eingang **336** oder Ausgang **338** während einer Ausführungsform des Steuerungsmoduls **322** zu assoziieren. Alternativ dazu kann ein Signalobjekt **332** basierend auf einer Information von dem Expertensystem **104**, den Feld-

vorrichtungen **342** oder anderen Datenquellen innerhalb des Prozesssteuerungsnetzwerks **100** automatisch mit dem Steuerungsmodul **322** assoziiert werden. Falls das Prozesssteuerungssystem ein Signalobjekt **332** mit einem nicht zugewiesenen Pfad **338** enthält, kann ähnlich ein Pfad **338** während einer Ausführung eines assoziierten Steuerungsmoduls **322** automatisch oder von Hand Feldvorrichtungen **342** oder Konstantdatenwerten zugewiesen werden. In einigen Ausführungsformen kann das Prozesssteuerungssystem während eines Startup bzw. einer Inbetriebnahme auf nicht assoziierte oder nicht zugewiesene Signalobjekte **332** oder Pfade **338** hin überprüft werden, und ein Korrekturvorgang kann zu dieser Zeit unternommen oder vorgeschlagen werden. In weiteren Ausführungsformen können nicht assoziierte oder nicht zugewiesene Signalobjekte **332** oder Pfade **338** nur konfiguriert werden, wenn ein assoziiertes Steuerungsmodul **322** tatsächlich ausgeführt wird. Das Prozesssteuerungssystem kann dann Steuerungsfunktionen ausführen, um eine Steuerung der Prozessanlage **10** über das Prozesssteuerungsnetzwerk **100** zu ermöglichen oder zu bewerkstelligen, bis eine Operation beendet wird.

#### Schattenblöcke

**[0095]** Gemäß einem anderen Aspekt der hierin offenbarten Erfindung kann eine Prozesssteuerung unter Verwendung von Schattenblöcken zumindest teilweise von der I/O-Architektur der Prozessanlage **10** entkoppelt werden. Die Schattenblöcke können auf dem Controller **11** laufen, um die Operation von Feldvorrichtungen oder Funktionsblöcken von Feldvorrichtungen nachzuahmen. Die Steuerungsmodule **34** des Controllers **11** können Prozesssteuerungsdaten direkt mit den Schattenblöcken **36** kommunizieren, welche ferner Prozesssteuerungsdaten zwischen dem Controller und den Feldvorrichtungen **15–23**, **40–50** empfangen und senden können. Folglich können die Schattenblöcke eine Kommunikation zwischen Steuerungsmodulen und Feldvorrichtungen verwalten, um zumindest teilweise die Steuerungsmodule von den Feldvorrichtungen zu entkoppeln. In einigen Ausführungsformen können die Schattenblöcke **36** ferner die Steuerungsmodule **34** von der I/O-Architektur entkoppeln, indem Prozesssteuerungsdaten zwischen einem Standardformat, das von den Steuerungsmodulen genutzt wird, und Formaten oder Protokollen umgewandelt werden, die innerhalb der spezifischen I/O-Architektur der Prozessanlage **10** verwendet werden. Generische Schattenblöcke können für das spezielle Prozesssteuerungssystem unter Verwendung von von den Feldvorrichtungen empfangenen Beschreibungsdaten automatisch konfiguriert werden. Die Beschreibungsdaten können das Funktionieren der Feldvorrichtungen in einer textbasierten Standardbeschreibungssprache beschreiben. Folglich können die Steuerungsmodule mit generischen Schatten-

blöcken assoziiert werden, welche unter Verwendung der Beschreibungsdaten automatisch konfiguriert werden, wodurch eine Setup- bzw. Einrichtungszeit reduziert, Speicher gespart und Fehler innerhalb des Prozesssteuerungssystems reduziert werden.

**[0096]** Fig. 6 ist ein Blockdiagramm, das die Nutzung generischer Schattenblöcke in einem Prozessanlagensteuerungssystem veranschaulicht. Wie in Fig. 1A–B ist der Controller **11** dafür eingerichtet, die Operation bzw. den Betrieb eines Teils der oder der gesamten Prozessanlage als Teil eines beispielhaften Prozesssteuerungsnetzwerks **100** zu steuern. Das Steuerungsmodul **34** empfängt Daten betreffend die Prozessanlage und kommuniziert mit einer Nutzerschnittstelle **120**, um einem Bediener der Prozessanlage zu ermöglichen, den Betrieb der Prozessanlage über das Prozesssteuerungsnetzwerk **100** zu überwachen und zu steuern. Die Nutzerschnittstelle **120** kann innerhalb des Controllers **11** oder auf einem anderen Computer laufen, welcher entweder den Server **150** oder eine Nutzerschnittstellenvorrichtung **112** oder beide umfassen kann. Um Feldvorrichtungen der Prozessanlage **10** zu überwachen und zu steuern, interagiert das Steuerungsmodul **34** mit einem oder mehreren Schattenblöcken **36**, die innerhalb des Controllers **11** laufen. Der Schattenblock **36** simuliert oder ahmt die Operation eines Funktionsblocks **14** nach, der innerhalb einer Feldvorrichtung **20** oder einer Steuerungsvorrichtung **24** arbeitet. Ein Shadowing bzw. Abschatten des Funktionsblocks **14** beim Controller **11** verbessert eine Verarbeitungseffizienz, indem zumindest teilweise die I/O-Architektur und Kommunikationskonfiguration von der Operation des Steuerungsmoduls **34** getrennt werden. Für eine weitere Diskussion von Shadow- bzw. Schattenblöcken in einer Prozesssteuerung, siehe US-Patent Nr. 6,298,454 (Schleiss, et al., "Diagnostics in a Process Control System"), welches hierin durch Verweis einbezogen ist. In der veranschaulichten Ausführungsform ist ein Schattenblock **36** als die Operation des Funktionsblocks **14** einer Feldvorrichtung **20** nachahmend veranschaulicht; aber zusätzliche oder alternative Anordnungen dieser Komponenten können in anderen Ausführungsformen genutzt werden.

**[0097]** Schattenblöcke müssen konfiguriert werden, um mit Feldvorrichtungen zu kommunizieren und die spezifische Operation von Funktionsblöcken nachzuahmen. Dies wurde früher bewerkstelligt, indem ein neuer Typ von Schattenblock für jeden verschiedenen Typ oder Modell einer Feldvorrichtung erzeugt wurde, welcher Schattenblock für die Feldvorrichtung, das Kommunikationsprotokoll und die I/O-Architektur einzigartig ist, für die er erzeugt wurde. Falls die Feldvorrichtung ersetzt oder die I/O-Architektur geändert wird, muss der Schattenblock wegen solcher Änderungen neu konfiguriert werden. Folglich kann die Anzahl von Schattenblöcken, die von einem Techniker oder Bediener einer Prozessanlage

erzeugt werden müssen, die Anzahl von Feldvorrichtungen in der Prozessanlage erreichen oder übersteigen, und diese müssen für jede Änderung an den Komponenten oder der Architektur der Prozessanlage neu konfiguriert werden. Um eine solche Vielzahl von Schattenblöcken und eine ständige manuelle Neukonfiguration zu vermeiden, nutzt ein Aspekt der vorliegenden Erfindung einen generischen Schattenblock.

**[0098]** Der generische Schattenblock ist ein allgemeiner bzw. Universal-Schattenblock, der dafür ausgelegt ist, unter Verwendung von Beschreibungsdaten betreffend eine Feldvorrichtung automatisch konfiguriert zu werden. In der veranschaulichten Ausführungsform ist der mit dem Steuerungsmodul **34** assoziierte Schattenblock **36** ein generischer Schattenblock, wenn er zuerst instanziiert oder ausgeführt wird. Der generische Schattenblock **36** empfängt dann die Beschreibungsdaten **13** von der Feldvorrichtung **20** oder der Datenbank **140**. Die Beschreibungsdaten **13** werden verwendet, um den generischen Schattenblock **36** zu konfigurieren, um mit dem Funktionsblock **14** zu kommunizieren und ihn nachzuahmen. Der konfigurierte Schattenblock **36** kann Prozesssteuerungsdaten, die mit der Feldvorrichtung **20** assoziiert sind, dem Steuerungsmodul **34** als eine Eingabe in das Steuerungsmodul **34** bereitstellen. Solche Eingabe-Prozesssteuerungsdaten werden vom Steuerungsmodul **34** genutzt, um den Zustand eines Teils der Prozessanlage zu bestimmen oder um Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten zu erzeugen, um die Operation der Prozessanlage zu steuern. Zusätzlich oder alternativ dazu kann der konfigurierte Schattenblock **36** Prozesssteuerungsdaten als eine Ausgabe vom Steuerungsmodul **34** empfangen. Solche Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten werden dann durch den Schattenblock **36** an die Feldvorrichtung **20** kommuniziert.

**[0099]** Die Beschreibungsdaten **13** können die Operation des Funktionsblocks **14** in einem standardmäßigen textbasierten Format beschreiben. Die Beschreibungsdaten **13** können eine Information enthalten, die Typ, Skalierung, Bereich, Ausgabe bzw. Ausgang, Vorrichtungszyklen, Messverzögerungen, Steuerungsverzögerungen oder Steuerungsprozesse identifiziert, die mit dem Funktionsblock **14** assoziiert sind. Die Beschreibungsdaten **13** können ferner eine Information betreffend die Angabe der Feldvorrichtung **20** durch die Nutzerschnittstelle **120** enthalten. Beispielsweise können die Beschreibungsdaten **13** einen Namen oder eine Beschreibung zur Angabe in der Nutzerschnittstelle **120** sowie Parameter identifizieren, die mit der Ausgabe der Feldvorrichtung **20** assoziiert sind. In einigen Ausführungsformen beschreiben die Beschreibungsdaten **13** ferner die mit der Feldvorrichtung **20** assoziierte I/O-Architektur. Derartige I/O-Architekturdaten können eine Information betreffend Kommunikationsprotokolle, Netzwerk-

verbindungswege, Aktualisierungszyklen, Kommunikationsverzögerungen oder Rauschpegel enthalten. Wie oben ermöglichen die I/O-Architekturdaten dem Controller **11**, direkt oder indirekt mit der Feldvorrichtung **20** über das Prozesssteuerungsnetzwerk **100** zu kommunizieren.

**[0100]** Der generische Schattenblock **36** kann die Beschreibungsdaten **13** von der Feldvorrichtung **20** oder von der Datenbank **140** empfangen. Die Feldvorrichtung **20** kann die Beschreibungsdaten **13** in einem innerhalb der Feldvorrichtung **20** eingebauten Speicher speichern, welcher ein Nurlese- oder wiederbeschreibbarer Speicher sein kann. Einige Feldvorrichtungen **20** können die Beschreibungsdaten **13** innerhalb eines oder mehrerer Funktionsblöcke **14** der Feldvorrichtung **20** einbauen. Falls die Feldvorrichtung **20** einen Prozessor enthält, kann ein Teil der Beschreibungsdaten **13** unter Verwendung des Prozessors, wenn verlangt, dynamisch erzeugt werden. Der generische Schattenblock **36** kann eine Aufforderung, Beschreibungsdaten **13** zu empfangen, an die Feldvorrichtung **20** senden, welche Aufforderung die Feldvorrichtung **20** veranlassen kann, die Beschreibungsdaten **13** an den generischen Schattenblock **36** zu senden. Bei Empfang der gesendeten Beschreibungsdaten **13** kann der generische Schattenblock **36** innerhalb des Controllers **11** unter Verwendung des Prozessors **30** konfiguriert werden, um den Funktionsblock **14** nachzuahmen. Alternativ dazu kann der generische Schattenblock **36** die Beschreibungsdaten **13** von der Datenbank **140** empfangen. Die Datenbank **140** kann zentral erzeugt und mit Information betreffend die Vorrichtungen und Architektur der Prozessanlage gepflegt sein. Die Beschreibungsdaten **13** können unter Verwendung einer Batch- bzw. Stapelverarbeitung, um vielfache Einträge auf einmal zu erzeugen oder zu ändern, erzeugt oder aktualisiert werden. Wieder kann der Schattenblock **36** die Beschreibungsdaten **13** von der Datenbank **140** abrufen, was mit einem Verknüpfen eines Eintrags in der Datenbank **140** mit dem Schattenblock **36** verbunden sein kann. Wenn sich die Beschreibungsdaten **13** in der Datenbank **140** ändern, kann der Schattenblock **36** durch die Verknüpfung mit bzw. den Link zu der Datenbank **140** automatisch neu konfiguriert werden.

**[0101]** Ungeachtet der Quelle der Beschreibungsdaten **13** können die Beschreibungsdaten **13** dem generischen Schattenblock **36** basierend auf einer Nutzereingabe bereitgestellt werden. Der Bediener der Prozessanlage oder ein anderer Nutzer kann die Feldvorrichtung **20** aus einer Vielzahl von Feldvorrichtungen im Prozesssteuerungsnetzwerk **100** auswählen. In einigen Ausführungsformen wird die Feldvorrichtung **20** aus einer automatisch erzeugten Liste oder Gruppe von Feldvorrichtungen ausgewählt, die als mit dem Controller **11** kommunikativ verbunden automatisch detektiert wurden. In anderen Ausführungsformen kann ein Steuerungsprogramm vor-

her erzeugt und auf dem Controller **11** installiert werden, welches Steuerungsprogramm ein allgemeines Steuerungssystem für die Prozessanlage spezifizieren kann. In solchen Ausführungsformen kann der Controller **11** automatisch jede Feldvorrichtung bestimmen, um sie mit jedem generischen Schattenblock **36** zu assoziieren.

**[0102]** In einigen Ausführungsformen kann der generische Schattenblock **36** aus einer Vielzahl generischer Schattenblöcke ausgewählt. Jeder generische Schattenblock kann dafür geeignet sein, eine Klasse von Feldvorrichtungs-Funktionsblöcken, wie etwa In-Line-Sensoren oder elektronisch gesteuerte Ventile, nachzuahmen. Jede der Klassen generischer Schattenblöcke kann instanziiert und konfiguriert werden, um spezifische Feldvorrichtungen oder Funktionsblöcke unter Verwendung von Beschreibungsdaten nachzuahmen, wie oben diskutiert wurde. Obgleich eine Verwendung zahlreicher Klassen generischer Schattenblöcke eine Systemkomplexität erhöht, können die Klassen generischer Schattenblöcke eine geringere Anzahl in Bezug auf die Anzahl nicht generischer Schattenblöcke aufweisen, die für ein Prozesssteuerungssystem benötigt würden, so dass durch die Verwendung von Klassen generischer Schattenblöcke ein wesentlicher Vorteil bei Speicherung, Konfiguration und Komplexität dennoch erzielt werden kann. In einigen Ausführungsformen können ein oder mehrere generische Schattenblöcke in einer Bibliothek **12** auf dem Controller **11** gespeichert werden, aus welcher der generische Schattenblock **36** ausgewählt werden kann.

**[0103]** Zusätzlich kann das Steuerungsmodul **34** eine Instanz einer Klasse oder Teilklasse von Steuerungsmodulen sein. Dies kann ermöglichen, dass das Steuerungsmodul **34** von der I/O-Architektur oder dem Typ der Feldvorrichtung **20** unabhängig ist. Solche Klassen von Steuerungsmodulen können mit einer oder mehreren Klassen von Schattenblöcken assoziiert werden, so dass eine Instanzierung eines Steuerungsmoduls **34** auf dem Controller **11** bewirkt, dass das Steuerungsmodul einen oder mehrere generische Schattenblöcke **36** spezifischer Klassen automatisch mit dem Steuerungsmodul **34** assoziiert. Ähnlich kann der Controller **11** die Anzahl und den Typ generischer Schattenblöcke automatisch bestimmen, um mit einem Steuerungsmodul basierend auf dem Typ oder einer Konfiguration des Steuerungsmoduls zu assoziieren.

**[0104]** Um eine Assoziierung generischer Schattenblöcke mit mehreren verschiedenen Steuerungsmodulen zu ermöglichen, kann ein Standardkommunikationsformat zwischen den Steuerungsmodulen und Schattenblöcken genutzt werden. Dieses Standardkommunikationsformat ermöglicht dem Steuerungsmodul **34**, die Schattenblöcke **36** ungeachtet ihrer Konfiguration durch die Beschreibungsdaten **13** zu

nutzen. Nach einer Konfiguration unter Verwendung der Beschreibungsdaten **13** kann der konfigurierte Schattenblock **36** Prozesssteuerungsdaten zwischen dem Standardkommunikationsformat und einem von der Feldvorrichtung genutzten Kommunikationsprotokoll umwandeln. Beispielsweise kann der Schattenblock **36** Prozesssteuerungsdaten von der Feldvorrichtung **20** empfangen, die empfangenen Daten in das Standardkommunikationsformat umwandeln und die umgewandelten Daten einem Eingang des Steuerungsmoduls **34** bereitstellen. Als ein weiteres Beispiel kann der Schattenblock **36** einen Steuerungsbefehl vom Steuerungsmodul **34** in dem Standardkommunikationsformat empfangen, den Steuerungsbefehl in ein Kommunikationsprotokoll, das von der Feldvorrichtung **20** genutzt wird, umwandeln und den umgewandelten Steuerungsbefehl an die Feldvorrichtung **20** senden.

**[0105]** Fig. 7 ist ein Flussdiagramm, das die Verwendung generischer Schattenblöcke in einer Prozessanlagensteuerung gemäß einem beispielhaften Verfahren **700** zur Instanzierung von Schattenblöcken veranschaulicht. Zusätzlich zum Verfahren **700** können konsistent mit der Beschreibung hierin andere Verfahren zum Verwenden generischer Schattenblöcke implementiert sein. Das Verfahren **700** beginnt bei Block **702** mit der Auswahl eines Steuerungsmoduls **34**, das beim Controller **11** ausgeführt werden soll, und ein generischer Schattenblock **36** wird mit dem Steuerungsmodul **34** bei Block **704** assoziiert. Bei Block **706** werden Beschreibungsdaten **13** erhalten, welche genutzt werden, um den generischen Schattenblock **36** bei Block **708** zu konfigurieren. Der konfigurierte Schattenblock **36** und das Steuerungsmodul **34** werden dann ausgeführt, um bei Block **710** die Prozessanlage zu betreiben. Falls bei Block **712** bestimmt wird, dass etwaige Referenzen, die benötigt werden, um den generischen Schattenblock **36** zu konfigurieren, fehlen, kann bei Block **714** der Bediener der Prozessanlage aufgefordert werden, die fehlende Information bereitzustellen. Basierend auf einer bei Block **716** empfangenen Bedienereingabe kann der Controller **11** bei Block **718** bestimmen, ob eine zusätzliche Konfiguration des Schattenblocks **36** erforderlich ist. Falls eine zusätzliche Konfiguration des Schattenblocks **36** erforderlich ist, kann bei Block **708** das Verfahren **700** fortfahren, indem der Schattenblock **36** konfiguriert und bei Block **710** die Prozessanlage betrieben wird. Falls keine zusätzliche Konfiguration des Schattenblocks **36** erforderlich ist, kann das Verfahren **700** mit einem Betrieb der Prozessanlage bei Block **710** fortfahren, bis bei Block **720** bestimmt wird, dass der Betrieb abgeschlossen ist.

**[0106]** Bei Block **702** beginnt das Verfahren mit einer Auswahl eines Steuerungsmoduls **34**. Das Steuerungsmodul **34** kann manuell über die Nutzerschnittstelle **120** ausgewählt werden oder kann während ei-

ner Konfiguration oder eines Startup bzw. einer Inbetriebnahme des Prozesssteuerungsnetzwerks **100** oder des Controllers **11** auf dem Controller **11** geladen werden. Zum Beispiel kann ein Prozesssteuerungs-Ingenieur oder ein Bediener der Prozessanlage die Nutzerschnittstelle **120** nutzen, um das Steuerungsmodul **34** aus einer Vielzahl von Steuerungsmodulen auszuwählen, welche in der Bibliothek **12** gespeichert sein können. Das Steuerungsmodul **34** kann aus einer Klasse von Steuerungsmodulen ausgewählt oder instanziiert werden. In solchen Ausführungsformen kann jede Instanz eines Steuerungsmoduls der gleichen Klasse dem Bediener der Prozessanlage durch die Nutzerschnittstelle **120** wie das gleiche Standardformat angezeigt werden. Derartige Module können durch Etiketten, die durch den Controller **11** oder die Nutzerschnittstelle **120** aufgebracht werden, unterschieden werden. In jedem Fall empfängt der Controller **11** eine Angabe eines oder mehrerer Steuerungsmodule **34** bei Block **702**, welche dann über generische Schattenblöcke **36** mit Feldvorrichtungen **20** verbunden werden. In einigen Ausführungsformen können die ein oder mehr Steuerungsmodule **34** von einem Nutzer während einer Entwicklung des Steuerungssystems ausgewählt werden, welche an einem von der Prozessanlage entfernten Ort durchgeführt werden kann. In solchen Ausführungsformen kann Information betreffend die Steuerungsmodule **34** gespeichert und später zum Speicher **32** des Controllers **11** übertragen werden.

**[0107]** Bei Block **704** werden ein oder mehrere generische Schattenblöcke **36** mit dem ausgewählten Steuerungsmodul **34** assoziiert. Dies kann ein Spezifizieren einer Referenz zu einer Instanz eines generischen Schattenblocks **36** für ein oder mehrere Eingänge oder Ausgänge des Steuerungsmoduls **34** einschließen. Die Referenz kann den generischen Schattenblock **36** identifizieren, der Prozesssteuerungsdaten von einem Ausgang des Steuerungsmoduls **34** empfangen wird oder der Prozesssteuerungsdaten einem Eingang des Steuerungsmoduls **34** bereitstellen wird. Diese Referenz kann einen Pfad zu der Instanz des generischen Schattenblocks **36** spezifizieren. In einigen Ausführungsformen kann die Referenz ferner einen Pfad zu der Feldvorrichtung **20** innerhalb des Prozesssteuerungsnetzwerks **100** spezifizieren oder auf andere Weise die Feldvorrichtung **20** angeben, die der Schattenblock **36** abschatten wird. Wie oben bemerkt wurde, können stattdessen einige Eingänge oder Ausgänge der Steuerungsmodule **34** einen konstanten Wert oder eine statische Information über eine Referenzkonstante **37** referenzieren bzw. in Beziehung setzen. Jeder Schattenblock **36** kann basierend auf dem Typ oder der Klasse des Steuerungsmoduls **34** automatisch assoziiert werden, oder jeder Schattenblock **36** kann von einem Nutzer des Prozesssteuerungsnetzwerks **100** ausgewählt werden. Alternativ dazu kann jeder Schattenblock **36** basierend auf einer Information au-

tomatisch assoziiert werden, die zuvor während einer Entwicklung des Steuerungssystems erzeugt wurde. Beispielsweise können mehrere Module **34** und Referenzen zu zugehörigen generischen Schattenblöcken in der Datenbank **140** gespeichert und durch den Controller **11** abgerufen werden.

**[0108]** Bei Block **706** werden am Controller **11** Beschreibungsdaten **13** empfangen, um den einen oder mehrere generische Schattenblöcke **36** zu konfigurieren. Die Beschreibungsdaten **13** können von der Feldvorrichtung **20** oder der Datenbank **140** erhalten werden. Beispielsweise kann der generische Schattenblock **36** die Feldvorrichtung **140** mit einer Informationsanfrage abfragen, welche die Feldvorrichtung veranlassen kann, die Beschreibungsdaten **13** zu erzeugen oder zu senden. Als ein weiteres Beispiel kann ein Nutzer über die Nutzerschnittstelle **120** eine Option auswählen, die den Schattenblock **36** veranlasst, die Beschreibungsdaten **13** von der Datenbank **140** anzufordern und zu empfangen. Die Beschreibungsdaten **13** können in einem standardisierten textbasierten Format empfangen werden, das die Operation eines Funktionsblocks **14** zu irgendeinem generischen Schattenblock **36** in einer Weise beschreibt, die dem generischen Schattenblock **36** ermöglicht, den Funktionsblock **14** abzuschatten. Einmal empfangen, können die Beschreibungsdaten **13** genutzt werden, um den einen oder mehrere generische Schattenblöcke **36** zu konfigurieren. In der Tat können die generischen Schattenblöcke **36** identisch sein, bevor sie mit Beschreibungsdaten von verschiedenen Feldvorrichtungen konfiguriert werden, welche Feldvorrichtungen sich in Typ, in Typen von Funktionsblöcken innerhalb der Feldvorrichtungen oder in einem Kommunikationsprotokoll unterscheiden können, das genutzt wird, um mit dem Controller **11** zu kommunizieren.

**[0109]** Bei Block **708** werden der eine oder die mehreren generischen Schattenblöcke **36** konfiguriert, um Funktionsblöcke **14** der einen oder mehr Feldvorrichtungen **20** unter Verwendung der empfangenen Beschreibungsdaten **13** nachzuahmen. Eine Konfiguration des Schattenblocks **36** kann ein Konfigurieren des Schattenblocks **36** umfassen, um eine Kommunikation mit der Feldvorrichtung **20** über die relevante I/O-Architektur des Prozesssteuerungsnetzwerks **100** abzuwickeln bzw. zu bewältigen, die Operation des Funktionsblocks **14** nachzuahmen, indem Prozesssteuerungsdaten dem Steuerungsmodul **34** bereitgestellt werden oder Prozesssteuerungsdaten vom Steuerungsmodul **34** empfangen werden, und die Prozesssteuerungsdaten zwischen einem Standardkommunikationsformat, das von dem Steuerungsmodul **34** genutzt wird, und einem Kommunikationsprotokoll zu übersetzen, das von der Feldvorrichtung **20** genutzt wird. Dies kann ein Zerlegen des empfangenen Textes der Beschreibungsdaten **13**, um identifizierende Information zu extrahie-

ren, dann ein Einstellen von Parametern des generischen Schattenblocks **36** einschließen, um die aus den Beschreibungsdaten **13** extrahierte Information einzubeziehen. In einigen Ausführungsformen können einige Teile der extrahierten Information genutzt werden, um weitere Information in einer Datenbank oder Bibliothek nachzuschlagen, wodurch die Menge an Beschreibungsdaten **13** reduziert wird, die in Feldvorrichtungen **20** gespeichert und zum Controller **11** über Prozesssteuerungsprotokolle unter Verwendung der Prozesssteuerungs-Kommunikationsinfrastruktur zwischen der Feldvorrichtung **20** und dem Controller **11** gesendet werden müssen. Zum Beispiel kann ein Feldeintrag innerhalb der Beschreibungsdaten **13** einen allgemeinen Typ eines Funktionsblocks durch einen Code angeben, welcher von dem Controller **11** genutzt werden kann, um zusätzliche Information von der Datenbank **140** abzufragen. Nach einer Konfiguration bei Block **708** arbeitet der konfigurierte Schattenblock **36** wie andere Schattenblöcke beim Nachahmen des Funktionsblocks **14** und Bewältigen einer Kommunikation zwischen dem Controller **11** und der Feldvorrichtung **20** über die relevante I/O-Architektur.

**[0110]** Bei Block **710** kann der Controller **11** die Prozessanlage oder einen Teil davon, der die Feldvorrichtung **20** enthält, unter Verwendung des Steuerungsmoduls **34** betreiben. Das Steuerungsmodul **34** empfängt Prozesssteuerungsdaten von einem oder mehreren Schattenblöcken **36** in dem Standardkommunikationsformat. Daten von dem Ausgang des Steuerungsmoduls **34**, von anderen Steuerungsmodulen oder von anderen Quellen können ebenfalls als Eingaben in das Steuerungsmodul **34** genutzt werden. Beispielsweise können Referenzkonstanten **37** als Eingaben in das Steuerungsmodul **34** verwendet werden. Prozesssteuerungsdaten, die vom Steuerungsmodul **34** an den Schattenblock **36** ausgegeben werden, können in ein geeignetes Kommunikationsprotokoll für die lokale I/O-Architektur umgewandelt und an die Feldvorrichtung **20** gesendet werden, um den Betrieb der Prozessanlage zu steuern. Beispielsweise können Standardkommunikationsformatdaten vom Steuerungsmodul **34** in ein Wireless HART®-Protokoll umgewandelt werden, das an ein Ventilstellglied adressiert ist, und über eine drahtlose I/O-Architektur zum Ventilstellglied gesendet werden. Bei Empfang der Prozesssteuerungsdaten kann das Ventilstellglied basierend auf den empfangenen Steuerungsbefehlen das Ventil veranlassen, zu öffnen oder zu schließen. Solch eine Prozesssteuerung kann sich fortsetzen, bis irgendein Grund, den Betrieb des Prozesssteuerungsnetzwerks **100** zu ändern, eintritt.

**[0111]** Bei Block **712** bestimmt der Controller **11**, ob die Steuerungsmodule **34** und Schattenblöcke **36** vollständig konfiguriert sind, was ein Bestimmen, ob etwaige Referenzen fehlen oder unwirksam sind, be-

inhalten kann. Referenzen können von einem Eingang oder Ausgang des Steuerungsmoduls **34** fehlen, wenn sich zum Beispiel die I/O-Architektur der Prozessanlage geändert hat oder die Information für das spezielle Prozesssteuerungsnetzwerk **100** nicht benötigt wird. Fehler in Beschreibungsdaten **13** oder Änderungen an der Konfiguration können gleichfalls zu fehlenden oder unterbrochenen Referenzen führen. Ähnlich können Referenzen oder Teile von Referenzen, die Feldvorrichtungen identifizieren, fehlen oder inkorrekt sein, in welchem Fall der generische Schattenblock **36** mit der Feldvorrichtung **20** assoziierte Beschreibungsdaten nicht erhalten kann. Wenn bei Block **712** bestimmt wird, dass alle Steuerungsmodule **34** und Schattenblöcke **36** vollständig konfiguriert sind, kann sich eine Operation des Steuerungssystems der Prozessanlage fortsetzen, bis der Controller **11** bei Block **720** bestimmt, dass ein Betrieb der Prozessanlage nicht länger andauert.

**[0112]** Wenn der Controller **11** bestimmt, dass eine oder mehrere Referenzen fehlen oder inkorrekt sind, kann bei Block **714** der Bediener der Prozessanlage aufgefordert werden, zusätzliche Information betreffend die Referenz bereitzustellen. Derartige Aufforderungen können dem Bediener der Prozessanlage unter Verwendung der Nutzerschnittstelle **120** präsentiert werden. Die Aufforderung kann den Bediener auf eine fehlende oder unterbrochene Referenz aufmerksam machen und Information anfordern, um die Referenz zu erzeugen oder zu aktualisieren. In einigen Ausführungsformen kann die Aufforderung eine Option enthalten, dem Bediener zu erlauben, eine Marke bzw. ein Flag zu setzen, um eine bestimmte Information zu ignorieren. Beispielsweise mag ein bestimmter Eingang des Steuerungsmoduls **34** für eine ordnungsgemäße Operation des Prozesssteuerungsnetzwerks **100** aufgrund der Systemkonfiguration oder I/O-Architektur nicht notwendig sein. In solch einem Fall kann der Bediener die Option auswählen, eine Marke zu setzen, um diesen Eingang zu ignorieren. Die Marke kann entweder beim Steuerungsmodul **34** oder bei dem konfigurierten Schattenblock **36** gesetzt werden, welcher noch zum Kommunizieren zwischen der Feldvorrichtung **20** und anderen Eingängen oder Ausgängen des Steuerungsmoduls **34** genutzt wird.

**[0113]** Nachdem bei Block **714** die Aufforderung präsentiert wurde, kann der Controller **11** zusätzliche Information von dem Bediener der Prozessanlage bei Block **716** empfangen. Der Bediener kann eine Angabe einer Feldvorrichtung **20** oder eines Funktionsblocks **14** bereitstellen, woraus der Schattenblock **36** konfiguriert werden kann, wie oben diskutiert wurde. Der Bediener kann alternativ dazu eine Auswahl einer Option vorsehen, um die fehlende Referenz zu ignorieren. In einigen Ausführungsformen kann der Controller **11** eine Auswahl eines oder mehrerer Funktionsblöcke **14** oder Feldvorrichtungen **20** aus einer

Liste von jenen empfangen, die im Prozesssteuerungsnetzwerk **100** detektiert wurden. Die empfangene Information kann ebenfalls Information betreffend die Interpretation oder Nutzung von von der Feldvorrichtung **20** empfangenen Daten enthalten. Beispielsweise kann der Bediener die Einheiten von durch den Funktionsblock **14** ausgegebenen Daten spezifizieren, welche Information bei Skalierungs-Operationen durch das Steuerungsmodul **34** genutzt werden kann.

**[0114]** Auf einen Empfang der Eingabe des Bedieners der Prozessanlage bei Block **716** hin kann der Controller **11** bei Block **718** bestimmen, ob eine zusätzliche Konfiguration des Schattenblocks **36** erforderlich ist. Falls eine zusätzliche Konfiguration erforderlich ist, kann sich das Verfahren **700** bei Block **708** durch Konfigurieren des Schattenblocks **36** fortsetzen. Falls keine zusätzliche Konfiguration erforderlich ist, kann der Controller **11** bei Block **720** ferner bestimmen, ob ein Betrieb der Prozessanlage andauert. Falls der Betrieb andauert, kann der Controller **11** das Prozesssteuerungssystem weiter ausführen, um die Prozessanlage bei Block **710** zu betreiben. Falls ein Betrieb der Prozessanlage nicht andauert, kann das Verfahren **700** enden.

#### Zusätzliche Betrachtungen

**[0115]** Die folgenden zusätzlichen Betrachtungen gelten für die vorhergehende Diskussion. Diese Beschreibung hindurch beziehen sich Aktionen, die als durch den Server **150**, die UI-Vorrichtung **112** oder irgendeine andere Vorrichtung oder Routine ausgeführt beschrieben wurden, allgemein auf Aktionen oder Prozesse eines Prozessors, der Daten gemäß maschinenlesbaren Anweisungen manipuliert oder transformiert. Die maschinenlesbaren Anweisungen können auf einer mit dem Prozessor kommunikativ gekoppelten Speichervorrichtung gespeichert und von ihr abgerufen werden. Das heißt, hierin beschriebene Verfahren können durch einen Satz maschinenlesbarer Anweisungen verkörpert sein, die auf einem nicht transitorischen computerlesbaren Speichermedium (d.h. auf einer Speichervorrichtung) gespeichert sind. Die Ausführungen, wenn sie von einem oder mehreren Prozessoren einer entsprechenden Vorrichtung (z.B. einem Server, einer Mobilvorrichtung, etc.) ausgeführt werden, veranlassen, dass die Prozessoren das Verfahren ausführen. Wo hierin darauf verwiesen wird, dass Anweisungen, Routinen, Module, Prozesse, Dienste bzw. Services, Programme und/oder Anwendungen auf einem computerlesbaren Speicher oder auf einem computerlesbaren Medium gespeichert oder gesichert werden, sollen die Worte "gespeichert" und "gesichert" transitorische Signale ausschließen.

**[0116]** Obgleich die Begriffe "Bediener", "Personal", "Person", "Nutzer", "Techniker" und ähnliche andere Begriffe verwendet werden, um Personen in der Um-

gebung einer Prozessanlage zu beschreiben, die die Systeme, eine Einrichtung und Verfahren, die hierin beschrieben wurden, nutzen oder mit ihnen interagieren, sollen ferner diese Begriffe nicht beschränkend sein. Wie aus der vorhergehenden Beschreibung erkannt werden kann, können die Systeme, eine Einrichtung und Verfahren, die hierin beschrieben wurden, den Vorteil oder Effekt haben, dass die Fähigkeit derartigen Personals, ein Prozesssteuerungssystem zu konfigurieren oder zu betreiben, verbessert wird. Wenn ein bestimmter Ausdruck in der Beschreibung verwendet wird, wird der Ausdruck zum Teil wegen der herkömmlichen Aktivitäten verwendet, mit denen Anlagenpersonal betraut ist, soll aber nicht das Personal einschränken, das in diese bestimmte Aktivität eingebunden werden könnte.

**[0117]** Außerdem können diese Beschreibung hindurch zahlreiche Instanzen Komponenten, Operationen oder Strukturen implementieren, die als eine einzelne Instanz beschrieben wurden. Obgleich einzelne Operationen eines oder mehrerer Verfahren als separate Operationen veranschaulicht und beschrieben sind, können eine oder mehrere der einzelnen Operationen gleichzeitig durchgeführt werden, und nichts verlangt, dass die Operationen in der veranschaulichten Reihenfolge durchgeführt werden. Strukturen und Funktionalität, die als separate Komponenten in beispielhaften Konfigurationen präsentiert wurden, können als eine kombinierte Struktur oder Komponente verwirklicht sein. Ähnlich können Strukturen und Funktionalität, die als eine einzelne Komponente präsentiert wurden, als separate Komponenten verwirklicht sein. Diese und andere Variationen, Modifikationen, Zusätze und Verbesserungen fallen in den Umfang des Gegenstands hierin.

**[0118]** Wenn nicht anders konkret erklärt, können Diskussionen hierin, die Begriffe wie etwa "verarbeiten", "rechnen", "berechnen", "bestimmen", "identifizieren", "präsentieren", "anzeigen" oder dergleichen verwenden, auf Aktionen oder Prozesse einer Maschine (z.B. eines Computers), die Daten manipuliert oder transformiert, die als physikalische (z.B. elektronische, magnetische oder optische) Größen innerhalb eines oder mehrerer Speicher (z.B. eines flüchtigen Speichers, eines nichtflüchtigen Speichers oder einer Kombination davon) repräsentiert werden, Register oder andere Maschinenkomponenten verweisen, die Information empfangen, speichern, senden oder anzeigen.

**[0119]** Wenn sie in Software implementiert bzw. umgesetzt sind, kann jede der Anwendungen, Services und Maschinen, die hierin beschrieben wurden, in jedem materiellen, nicht transitorischen, computerlesbaren Speicher wie etwa einer Magnetplatte, einer Laserdisk, einer Festkörper-Speichervorrichtung, einer Speichervorrichtung mit Molekularspeicher oder einem anderen Speichermedium in einem RAM oder



ROM eines Computers oder Prozessors etc. gespeichert werden. Obgleich die beispielhaften, hierin offenbarten Systeme dahingehend offenbart sind, dass sie neben anderen Komponenten Software und/oder Firmware, ausgeführt auf Hardware, enthalten, sollte besonders erwähnt werden, dass solche Systeme nur veranschaulichend sind und nicht als beschränkend betrachtet werden sollen. Beispielsweise wird in Erwägung gezogen, dass irgendeine oder all diese Hardware-, Software- und Firmware-Komponenten ausschließlich in Hardware, ausschließlich in Software oder in einer beliebigen Kombination von Hardware und Software verkörpert sein könnten. Dementsprechend erkennt der Fachmann ohne weiteres, dass die gelieferten Beispiele nicht der einzige Weg sind, solche Systeme zu verwirklichen.

**[0120]** Obgleich die vorliegende Erfindung mit Verweis auf die spezifischen Beispiele beschrieben wurde, welche die Erfindung nur veranschaulichen und nicht beschränken sollen, erkennt folglich der Fachmann, dass Änderungen, Zusätze oder Streichungen an den offenbarten Ausführungsformen vorgenommen werden können, ohne vom Erfindungsgedanken und -umfang abzuweichen.

#### Aspekte

**[0121]** Die folgenden Aspekte der Offenbarung sind nur beispielhaft und sollen den Umfang der Offenbarung nicht beschränken.

1. Computerimplementiertes Verfahren zum Betreiben einer Prozessanlage umfassend: Auswählen eines mit einem Steuerungsprozess assoziierten Steuerungsmoduls, wobei das Steuerungsmodul zumindest einen Eingang aufweist, der dafür eingerichtet ist, Prozesssteuerungsdaten zu empfangen; Assoziieren eines ersten Signalobjekts mit dem zumindest einen Eingang des Steuerungsmoduls; und Zuweisen eines ersten Pfades zu dem ersten Signalobjekt, wobei der erste Pfad einen Ausgang einer Prozesssteuerungsvorrichtung der Prozessanlage spezifiziert, wobei das Steuerungsmodul Prozesssteuerungsdaten, die mit der Prozesssteuerungsvorrichtung assoziiert sind, vom ersten Signalobjekt empfängt.
2. Computerimplementiertes Verfahren nach Aspekt 1, wobei die von dem ersten Signalobjekt empfangenen Prozesssteuerungsdaten von der I/O-Architektur der Prozessanlage unabhängig sind.
3. Computerimplementiertes Verfahren nach entweder Aspekt 1 oder Aspekt 2, wobei das erste Signalobjekt Ausgabedaten von der Feldvorrichtung über ein oder mehrere Protokolle empfängt, die Prozesssteuerungsdaten aus den empfangenen Ausgabedaten extrahiert und die Prozesssteuerungsdaten in einem Standardformat ungeachtet des einen oder mehrerer Protokolle der empfan-

genen Ausgabedaten dem Steuerungsmodul bereitstellt.

4. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Aspekte 1–3, ferner umfassend: Assoziieren eines zweiten Signalobjekts mit einem Ausgang des Steuerungsmoduls; und Zuweisen eines zweiten Pfades zu dem zweiten Signalobjekt, wobei der zweite Pfad einen Eingang von einer der Prozesssteuerungsvorrichtung oder einer anderen Prozesssteuerungsvorrichtung der Prozessanlage spezifiziert, wobei das Steuerungsmodul Prozesssteuerungsdaten zu der Prozesssteuerungsvorrichtung oder einer anderen Prozesssteuerungsvorrichtung über das zweite Signalobjekt ohne Rücksicht auf die I/O-Architektur, die mit der Prozesssteuerungsvorrichtung oder einer anderen Prozesssteuerungsvorrichtung assoziiert ist, kommuniziert.

5. Computerimplementiertes Verfahren nach Aspekt 4, ferner umfassend: Auswählen eines zweiten Steuerungsmoduls, wobei das zweite Steuerungsmodul einen Eingang enthält; und Assoziieren des Eingangs des zweiten Steuerungsmoduls mit dem zweiten Signalobjekt, wobei ein Assoziieren des Eingangs des zweiten Steuerungsmoduls mit dem zweiten Signalobjekt das zweite Steuerungsmodul veranlasst, die Prozesssteuerungsdaten vom Ausgang des ersten Steuerungsmoduls am Eingang des zweiten Steuerungsmoduls zu empfangen.

6. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Aspekte 1–5, ferner umfassend: Speichern, durch einen Prozessor eines ersten Computers in einem Speicher, des Steuerungsmoduls und des assoziierten ersten Signalobjekts vor einem Zuweisen des ersten Pfades zu dem ersten Signalobjekt; und Abrufen, durch einen Prozessor eines zweiten Computers vom Speicher, des Steuerungsmoduls und des assoziierten ersten Signalobjekts vor einem Zuweisen des ersten Pfades zu dem ersten Signalobjekt.

7. Computerimplementiertes Verfahren nach Aspekt 6, wobei der erste Pfad dem ersten Signalobjekt während einer Ausführung des Steuerungsmoduls beim Betreiben der Prozessanlage zugewiesen wird.

8. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Aspekte 1–7, ferner umfassend: Assoziieren eines dritten Signalobjekts mit zumindest einem Eingang des Steuerungsmoduls; und Zuweisen eines dritten Pfades zu dem dritten Signalobjekt, wobei der dritte Pfad einen konstanten Wert definiert.

9. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Aspekte 1–8, wobei die Prozesssteuerungsvorrichtung eine Feldvorrichtung umfasst.

10. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Aspekte 1–9, wobei das Steuerungsmodul eine Instanz einer Klasse in einer objektorientierten Programmiersprache ist.

11. Computerimplementiertes Verfahren nach Aspekt 10, ferner umfassend ein Aktualisieren der Klasse, von der das Steuerungsmodul eine Instanz ist, wobei die Aktualisierungen zu der Klasse automatisch auf die Instanz der Klasse angewendet werden.

12. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Aspekte 1–11, wobei ein Auswählen des Steuerungsmoduls ein Empfangen einer Nutzerwahl eines Steuerungsmoduls von einer Bibliothek einschließt, die eine Vielzahl Steuerungsmodule enthält.

13. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Aspekte 1–12, wobei: eine Vielzahl von Steuerungsmodulen mit dem ersten Signalobjekt assoziiert ist und ein Zuweisen des ersten Pfades zu dem ersten Signalobjekt veranlasst, dass jedes der Vielzahl von Steuerungsmodulen, das mit dem ersten Signalobjekt assoziiert ist, Prozesssteuerungsdaten, die mit der Prozesssteuervorrichtung assoziiert sind, vom ersten Signalobjekt empfängt.

14. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Aspekte 1–13, wobei ein Auswählen des Steuerungsmoduls und Assoziieren des ersten Signalobjekts mit dem zumindest einen Eingang des Steuerungsmoduls durchgeführt werden, indem eine Steuerungsstrategie aus einer Bibliothek von Steuerungsstrategien ausgewählt wird, so dass die ausgewählte Steuerungsstrategie sowohl das Steuerungsmodul als auch das assoziierte erste Signalobjekt enthält.

15. Computerimplementiertes Verfahren nach Aspekt 14, wobei die ausgewählte Steuerungsstrategie den ersten Pfad nicht enthält.

16. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Aspekte 1–15, ferner umfassend: Auswählen eines vierten Signalobjekts, das direkt in einer Nutzerschnittstelle enthalten sein soll; Veranlassen, dass das ausgewählte vierte Signalobjekt in der Nutzerschnittstelle einbezogen wird; Zuweisen eines vierten Pfades zu dem vierten Signalobjekt, wobei der vierte Pfad einen Ausgang einer anderen Prozesssteuervorrichtung der Prozessanlage spezifiziert; und Anzeigen, an der Nutzerschnittstelle, einer Angabe von mit der anderen Prozesssteuervorrichtung assoziierten Prozesssteuerungsdaten, die durch das vierte Signalobjekt empfangen werden.

17. Computerimplementiertes Verfahren nach Aspekt 16, wobei das vierte Signalobjekt mit keinem Steuerungsmodul assoziiert ist.

18. Computerimplementiertes Verfahren nach entweder Aspekt 16 oder Aspekt 17, wobei das vierte Signalobjekt eine Information betreffend die Skalierung der Prozesssteuerungsdaten enthält.

19. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Aspekte 16–18, wobei das vierte Signalobjekt einen Alarm basierend auf den Prozesssteuerungsdaten einschließt.

20. Computerimplementiertes Verfahren nach Aspekt 19, ferner umfassend: Empfangen einer Auswahl eines oder mehrerer Alarmkriterien vom Nutzer, und Veranlassen, dass die Nutzerschnittstelle dem Nutzer einen Alarm präsentiert, wenn das eine oder mehrere Alarmkriterien erfüllt sind.

21. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Aspekte 16–20, wobei das vierte Signalobjekt eine Information enthält, um spezifische Bits aus einem oder mehreren Ausgabeströmen der Prozesssteuerungsdaten für eine Präsentation in der Nutzerschnittstelle herauszugreifen.

22. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Aspekte 1–21, ferner umfassend: Zuweisen eines Testpfades zu dem ersten Signalobjekt, wobei der Testpfad mit Testdaten assoziiert ist; und Ausführen des Steuerungsmoduls unter Verwendung der Testdaten, um eine Operation des Steuerungsmoduls zu simulieren.

23. Computerimplementiertes Verfahren nach Aspekt 22, wobei die Testdaten eine Vielzahl von Sätzen von Testdaten enthalten, die verschiedene Betriebsbedingungen der Prozessanlage angeben, und ferner umfassend: Empfangen von Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten vom Modul für jeden Satz von Testdaten; Aufzeichnen der empfangenen Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten; und Verifizieren eines ordnungsgemäßen Funktionierens des Steuerungsmoduls unter Verwendung der aufgezeichneten Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten.

24. Computerimplementiertes Verfahren nach Aspekt 23, ferner umfassend: Bestimmen, dass das Steuerungsmodul innerhalb vorbestimmter Qualitätsparameter nicht funktioniert, unter Verwendung der aufgezeichneten Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten; Einstellen eines oder mehrerer Parameter des Steuerungsmoduls oder des ersten Signalobjekts; Ausführen des Steuerungsmoduls unter Verwendung der Testdaten, um eine Operation des Steuerungsmoduls nach der Einstellung des einen oder mehrerer Parameter zu simulieren; Empfangen von Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten von dem Modul für jeden Satz von Testdaten; und Aufzeichnen der empfangenen Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten.

25. Computerimplementiertes Verfahren nach entweder Aspekt 23 oder Aspekt 24, wobei die Testdaten von der I/O-Architektur der Prozessanlage unabhängig sind.

26. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Aspekte 23–25, ferner umfassend ein Empfangen von Information, die zumindest einen Teil der I/O-Architektur der Prozessanlage angibt, wobei der erste Pfad dem ersten Objekt zugewiesen wird, nachdem ein ordnungsgemäßes Funktionieren des Steuerungsmoduls verifiziert ist und nachdem die Information, die den zumindest einen Teil der I/O-Architektur der Prozessanlage angibt, empfangen ist.

27. Prozesssteuerungssystem zum Betreiben einer Prozessanlage umfassend: eine Vielzahl von Prozesssteuerungsvorrichtungen, die innerhalb der Prozessanlage angeordnet sind; und einen Controller, der mit der Vielzahl von Feldvorrichtungen kommunikativ verbunden ist und zumindest ein Steuerungsmodul mit einem Eingang, um Eingabe-Prozesssteuerungsdaten zu empfangen, und einem Ausgang, um Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten zu kommunizieren, aufweist, wobei der Eingang des Steuerungsmoduls mit einem ersten Signalobjekt assoziiert ist, um Prozesssteuerungsdaten zu empfangen, wobei das erste Signalobjekt einen zugewiesenen ersten Pfad aufweist, der einen Ausgang einer Prozesssteuerungsvorrichtung der Vielzahl von Prozesssteuerungsvorrichtungen spezifiziert, und wobei das Steuerungsmodul Prozesssteuerungsdaten, die mit der Prozesssteuerungsvorrichtung assoziiert sind, vom ersten Signalobjekt empfängt.

28. Prozesssteuerungssystem nach Aspekt 27, wobei die Prozesssteuerungsdaten, die von dem ersten Signalobjekt empfangen werden, von der I/O-Architektur der Prozessanlage unabhängig sind.

29. Prozesssteuerungssystem nach entweder Aspekt 27 oder Aspekt 28, wobei das erste Signalobjekt Ausgabedaten von der Feldvorrichtung über ein oder mehrere Protokolle empfängt, die Prozesssteuerungsdaten aus den empfangenen Ausgabedaten extrahiert und die Prozesssteuerungsdaten dem Steuerungsmodul in einem Standardformat ungeachtet des einen oder mehrerer Protokolle der empfangenen Ausgabedaten bereitstellt.

30. Prozesssteuerungssystem nach einem der Aspekte 27–29, wobei: der Ausgang des Steuerungsmoduls mit einem zweiten Signalobjekt assoziiert ist; das zweite Signalobjekt einen zugewiesenen zweiten Pfad aufweist, der einen Eingang einer zweiten Prozesssteuerungsvorrichtung der Vielzahl von Prozesssteuerungsvorrichtungen spezifiziert; und wobei das Steuerungsmodul Prozesssteuerungsdaten zu der zweiten Prozesssteuerungsvorrichtung über das zweite Signalobjekt ohne Rücksicht auf die mit der zweiten Prozesssteuerungsvorrichtung assoziierten I/O-Architektur kommuniziert.

31. Prozesssteuerungssystem nach Aspekt 30, wobei: das zweite Signalobjekt mit einem Eingang eines zweiten Steuerungsmoduls des Controllers assoziiert ist; und der Eingang des zweiten Steuerungsmoduls Prozesssteuerungsdaten vom Ausgang des Steuerungsmoduls über das zweite Signalobjekt empfängt.

32. Prozesssteuerungssystem nach einem der Aspekte 27–31, wobei der erste Pfad dem ersten Signalobjekt während einer Ausführung des Steuerungsmoduls durch den Controller beim Betreiben der Prozessanlage zugewiesen wird.

33. Prozesssteuerungssystem nach einem der Aspekte 27–32, wobei das Steuerungsmodul eine Instanz einer Klasse von Steuerungsmodulen in einer objektorientierten Programmiersprache ist.

34. Prozesssteuerungssystem nach einem der Aspekte 27–33, wobei das Steuerungsmodul ein Element einer Klasse von Steuerungsmodulen ist, so dass jedes Element der Klasse von Steuerungsmodulen automatisch aktualisiert wird, wenn die Klasse von Steuerungsmodulen aktualisiert wird.

35. Prozesssteuerungssystem nach einem der Aspekte 27–34, ferner umfassend eine Nutzerschnittstelle, die mit der Vielzahl von Prozesssteuerungsvorrichtungen und mit dem zumindest einem Steuerungsmodul kommunikativ verbunden ist.

36. Prozesssteuerungssystem nach Aspekt 35, wobei die Nutzerschnittstelle mit einer dritten Prozesssteuerungsvorrichtung der Vielzahl von Prozesssteuerungsvorrichtungen über ein drittes Signalobjekt, das mit keinem Steuerungsmodul assoziiert ist, kommunikativ verbunden ist.

37. Prozesssteuerungssystem nach Aspekt 36, wobei die Nutzerschnittstelle vom dritten Signalobjekt empfangene Prozesssteuerungsdaten einem Nutzer der Nutzerschnittstelle präsentiert.

38. Prozesssteuerungssystem nach entweder Aspekt 36 oder Aspekt 37, wobei das dritte Signalobjekt Prozesssteuerungsdaten der Nutzerschnittstelle in einem Standardformat ohne Rücksicht auf die mit der dritten Prozesssteuerungsvorrichtung assoziierten I/O-Architektur bereitstellt.

39. Prozesssteuerungssystem nach einem der Aspekte 36–38, wobei das dritte Signalobjekt der Nutzerschnittstelle Information bereitstellt, die eine oder mehrere der Folgenden betrifft: die Skalierung der Prozesssteuerungsdaten; einen Alarm, der mit den Prozesssteuerungsdaten assoziiert ist; oder spezifische Bits, die aus einem oder mehreren Ausgabeströmen der dritten Prozesssteuerungsvorrichtung herausgegriffen werden.

40. Computerimplementiertes Verfahren zum Betreiben einer Prozessanlage, umfassend: Empfangen, an einem Prozessor eines Controllers, der mit einer Vielzahl von Feldvorrichtungen kommunikativ verbunden ist, einer Angabe eines Steuerungsmoduls zum Betreiben der Prozessanlage; Assoziieren eines generischen Schattenblocks innerhalb des Controllers mit dem Steuerungsmodul; Empfangen, am Controller, von Beschreibungsdaten betreffend eine Feldvorrichtung, die mit dem Controller kommunikativ verbunden ist, wobei die Beschreibungsdaten einen Funktionsblock der Feldvorrichtung beschreiben; und Konfigurieren des generischen Schattenblocks, um innerhalb des Controllers die Operation des Funktionsblocks der Feldvorrichtung nachzuahmen, basierend auf den empfangenen Beschreibungsdaten.

41. Computerimplementiertes Verfahren nach Aspekt 40, wobei ein Assoziieren des generischen Schattenblocks mit dem Steuerungsmodul ein Spezifizieren einer Referenz eines Eingangs oder eines Ausgangs des Steuerungsmoduls einschließt, um den generischen Schattenblock zu identifizieren.

42. Computerimplementiertes Verfahren nach Aspekt 41, wobei die Referenz einen Pfad zur Feldvorrichtung spezifiziert.

43. Computerimplementiertes Verfahren nach entweder Aspekt 41 oder Aspekt 42, ferner umfassend ein Spezifizieren einer zweiten Referenz eines anderen Eingangs oder Ausgangs des Steuerungsmoduls, um einen konstanten Wert zu identifizieren.

44. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Aspekte 40–43, ferner umfassend: Assoziieren eines zusätzlichen generischen Schattenblocks innerhalb des Controllers mit dem Steuerungsmodul; Empfangen, am Controller, zusätzlicher Beschreibungsdaten betreffend eine zusätzliche Feldvorrichtung, die mit dem Controller kommunikativ verbunden ist, wobei die zusätzlichen Beschreibungsdaten einen Funktionsblock der zusätzlichen Feldvorrichtung beschreiben, wobei der zusätzliche generische Schattenblock mit dem Schattenblock vor einer Konfiguration identisch ist; Konfigurieren des zusätzlichen generischen Schattenblocks, um innerhalb des Controllers die Operation des Funktionsblocks der zusätzlichen Feldvorrichtung nachzuahmen, basierend auf den empfangenen zusätzlichen Beschreibungsdaten.

45. Computerimplementiertes Verfahren nach Aspekt 44, wobei der Funktionsblock der zusätzlichen Feldvorrichtung sich im Typ vom Funktionsblock der Feldvorrichtung unterscheidet.

46. Computerimplementiertes Verfahren nach entweder Aspekt 44 oder Aspekt 45, wobei die zusätzliche Feldvorrichtung sich im Typ von der Feldvorrichtung unterscheidet.

47. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Aspekte 44–46, wobei die zusätzliche Feldvorrichtung ein unterschiedliches Kommunikationsprotokoll als die Feldvorrichtung nutzt.

48. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Aspekte 40–47, wobei die Beschreibungsdaten Daten enthalten, die die Feldvorrichtung in einer textbasierten Standardbeschreibungssprache beschreiben.

49. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Aspekte 40–48, wobei ein Empfangen der Beschreibungsdaten betreffend die Feldvorrichtung umfasst: Senden einer Anfrage nach den Beschreibungsdaten an die Feldvorrichtung; und Empfangen der Beschreibungsdaten von der Feldvorrichtung.

50. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Aspekte 40–49, wobei ein Empfangen

der Beschreibungsdaten betreffend die Feldvorrichtung ein Empfangen der Beschreibungsdaten von einer Datenbank umfasst, die Information betreffend die Prozessanlage enthält.

51. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Aspekte 40–50, ferner umfassend: Bestimmen, auf eine Ausführung des Steuerungsmoduls hin, ob der generische Schattenblock konfiguriert wurde; und, falls der generische Schattenblock nicht konfiguriert wurde, Empfangen einer Angabe der Feldvorrichtung; wobei ein Empfangen der Beschreibungsdaten betreffend die Feldvorrichtung auf der empfangenen Angabe der Feldvorrichtung basiert.

52. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Aspekte 40–51, wobei die Angabe der Feldvorrichtung durch einen Bediener der Prozessanlage ausgewählt wird.

53. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Aspekte 40–52, wobei die Angabe der Feldvorrichtung von einer Datenbank empfangen wird, die Information betreffend die Prozessanlage enthält.

54. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Aspekte 40–53, wobei die Beschreibungsdaten Informationen betreffend die mit der Feldvorrichtung assoziierte I/O-Architektur enthalten.

55. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Aspekte 40–54, ferner umfassend: Empfangen, am konfigurierten Schattenblock, von Prozesssteuerungsdaten von der Feldvorrichtung; Umwandeln, am konfigurierten Schattenblock, der empfangenen Prozesssteuerungsdaten in ein Standardformat, das vom Steuerungsmodul genutzt wird, wobei das Standardformat von der Konfiguration des generischen Schattenblocks basierend auf den Beschreibungsdaten unabhängig ist; Bereitstellen, dem Steuerungsmodul, der umgewandelten Prozesssteuerungsdaten an einem Eingang des Steuerungsmoduls.

56. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Aspekte 40–55, ferner umfassend: Empfangen, am konfigurierten Schattenblock, von Prozesssteuerungsdaten von einem Ausgang des Steuerungsmoduls, wobei die Prozesssteuerungsdaten in einem Standardformat ausgegeben werden, das von der Feldvorrichtung und der I/O-Architektur der Prozessanlage unabhängig ist; Umwandeln, am konfigurierten Schattenblock, der Prozesssteuerungsdaten von dem Standardformat in ein zweites Format, das von der Feldvorrichtung genutzt wird; und Kommunizieren der umgewandelten Prozesssteuerungsdaten zu der Feldvorrichtung.

57. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Aspekte 40–56, wobei das Steuerungsmodul eine Instanz einer Klasse von Steuerungsmodulen ist, die von dem Typ der Feldvorrichtung

und der I/O-Architektur der Prozessanlage unabhängig sind.

58. Computerimplementiertes Verfahren nach Aspekt 57, wobei das Steuerungsmodul eine Option enthält, um eine oder mehrere Eingaben vom generischen Schattenblock zu ignorieren.

59. Computerimplementiertes Verfahren nach entweder Aspekt 57 oder Aspekt 58, ferner umfassend: Erzeugen, durch eine Nutzervorrichtung, einer Nutzerschnittstelle, die dafür eingerichtet ist, die Prozessanlage zu betreiben, wobei die Nutzerschnittstelle eine Darstellung des Steuerungsmoduls enthält; und Präsentieren, an der Nutzerstation, der Nutzerschnittstelle einem Bediener der Prozessanlage, wobei jedes Steuerungsmodul innerhalb der Klasse von Steuerungsmodulen durch das gleiche Standardformat repräsentiert wird.

60. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Aspekte 57–59, wobei der generische Schattenblock eine Instanz einer Klasse generischer Schattenblöcke ist.

61. Computerimplementiertes Verfahren nach Aspekt 60, wobei der generische Schattenblock automatisch mit dem Steuerungsmodul basierend auf der Klasse des Steuerungsmoduls assoziiert wird.

62. Prozesssteuerungssystem zum Betreiben einer Prozessanlage, umfassend: eine Vielzahl von Feldvorrichtungen, die innerhalb der Prozessanlage angeordnet sind; und einen Controller, der mit der Vielzahl von Feldvorrichtungen kommunikativ verbunden ist und zumindest ein Steuerungsmodul zum Betreiben der Prozessanlage aufweist, wobei der Controller ferner computerlesbare Anweisungen enthält, die den Controller veranlassen: einen generischen Schattenblock innerhalb des Controllers mit dem Steuerungsmodul zu assoziieren; Beschreibungsdaten betreffend eine Feldvorrichtung der Vielzahl von Feldvorrichtungen zu empfangen, wobei die Beschreibungsdaten einen Funktionsblock der Feldvorrichtung beschreiben; und den generischen Schattenblock zu konfigurieren, um innerhalb des Controllers die Operation des Funktionsblocks der Feldvorrichtung nachzuahmen, basierend auf den empfangenen Beschreibungsdaten.

63. Prozesssteuerungssystem nach Aspekt 62, wobei ein Assoziieren des generischen Schattenblocks mit dem Steuerungsmodul ein Spezifizieren einer Referenz eines Eingangs oder eines Ausgangs des Steuerungsmoduls einschließt, um den generischen Schattenblock zu identifizieren.

64. Prozesssteuerungssystem nach Aspekt 63, wobei die Referenz einen Pfad zur Feldvorrichtung spezifiziert.

65. Prozesssteuerungssystem nach einem der Aspekte 62–64, wobei die computerlesbaren Anweisungen ferner den Controller veranlassen: einen zusätzlichen generischen Schattenblock innerhalb des Controllers mit dem Steuerungsmodul zu assoziieren; zusätzliche Beschreibungsdaten betreffend eine zusätzliche Feldvorrichtung der Vielzahl von Feldvorrichtungen zu empfangen, wobei die zusätzlichen Beschreibungsdaten einen Funktionsblock der zusätzlichen Feldvorrichtung beschreiben, wobei der zusätzliche generische Schattenblock mit dem Schattenblock vor einer Konfiguration identisch ist; den zusätzlichen generischen Schattenblock zu konfigurieren, um innerhalb des Controllers die Operation des Funktionsblocks der zusätzlichen Feldvorrichtung nachzuahmen, basierend auf den empfangenen zusätzlichen Beschreibungsdaten.

66. Prozesssteuerungssystem nach Aspekt 65, wobei der Funktionsblock der zusätzlichen Feldvorrichtung sich im Typ vom Funktionsblock der Feldvorrichtung unterscheidet.

67. Prozesssteuerungssystem nach Aspekt 66, wobei die zusätzliche Feldvorrichtung sich im Typ von der Feldvorrichtung unterscheidet.

68. Prozesssteuerungssystem nach einem der Aspekte 62–67, wobei die Beschreibungsdaten Daten enthalten, die die Feldvorrichtung in einer textbasierten Standardbeschreibungssprache beschreiben.

69. Prozesssteuerungssystem nach einem der Aspekte 62–68, wobei die Beschreibungsdaten betreffend die Feldvorrichtung von der Feldvorrichtung empfangen werden.

70. Prozesssteuerungssystem nach einem der Aspekte 62–69, wobei die Beschreibungsdaten betreffend die Feldvorrichtung von einer Datenbank empfangen werden, die Information betreffend die Prozessanlage enthält.

71. Prozesssteuerungssystem nach einem der Aspekte 62–70, wobei die computerlesbaren Anweisungen ferner den Controller veranlassen: bei Ausführung des Steuerungsmoduls zu bestimmen, ob der generische Schattenblock konfiguriert wurde; und, falls der generische Schattenblock nicht konfiguriert wurde, eine Angabe der Feldvorrichtung zu empfangen, wobei die Beschreibungsdaten betreffend die Feldvorrichtung basierend auf der empfangenen Angabe der Feldvorrichtung empfangen werden.

72. Prozesssteuerungssystem nach Aspekt 71, wobei die Angabe der Feldvorrichtung von einem Bediener einer Prozessanlage ausgewählt wird.

73. Prozesssteuerungssystem nach entweder Aspekt 71 oder Aspekt 72, wobei die Angabe der Feldvorrichtung von einer Datenbank empfangen wird, die Information betreffend die Prozessanlage enthält.

74. Prozesssteuerungssystem nach einem der Aspekte 62–73, wobei die Beschreibungsdaten Information betreffend die I/O-Architektur enthalten, die mit der Feldvorrichtung assoziiert ist.

75. Prozesssteuerungssystem nach einem der Aspekte 62–74, wobei die computerlesbaren Anweisungen ferner den Controller veranlassen:

am konfigurierten Schattenblock Prozesssteuerungsdaten von der Feldvorrichtung zu empfangen; am konfigurierten Schattenblock die empfangenen Prozesssteuerungsdaten in ein Standardformat umzuwandeln, das vom Steuerungsmodul genutzt wird, wobei das Standardformat von der Konfiguration des generischen Schattenblocks unabhängig ist, basierend auf den Beschreibungsdaten; die umgewandelten Prozesssteuerungsdaten einem Eingang des Steuerungsmoduls bereitzustellen.

76. Prozesssteuerungssystem nach einem der Aspekte 62–75, wobei das Steuerungsmodul eine Instanz einer Klasse von Steuerungsmodulen ist, die von dem Typ der Feldvorrichtung und der I/O-Architektur der Prozessanlage unabhängig sind.

77. Prozesssteuerungssystem nach Aspekt 76, wobei der generische Schattenblock automatisch mit dem Steuerungsmodul basierend auf der Klasse des Steuerungsmoduls assoziiert wird.

78. Prozesssteuerungssystem nach einem der Aspekte 62–77, wobei der generische Schattenblock eine Instanz einer Klasse generischer Schattenblöcke ist.

79. Prozesssteuerungssystem nach einem der Aspekte 62–78, wobei das Steuerungsmodul eine Option enthält, um eine oder mehrere Eingaben vom generischen Schattenblock zu ignorieren.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- US 6298454 [0096]

**Zitierte Nicht-Patentliteratur**

- IEEE 802.11 [0044]

**Patentansprüche**

1. Computerimplementiertes Verfahren zum Betreiben einer Prozessanlage umfassend:

Auswählen eines mit einem Steuerungsprozess assoziierten Steuerungsmoduls, wobei das Steuerungsmodul zumindest einen Eingang aufweist, der dafür eingerichtet ist, Prozesssteuerungsdaten zu empfangen;

Assoziieren eines ersten Signalobjekts mit dem zumindest einen Eingang des Steuerungsmoduls; und Zuweisen eines ersten Pfades zu dem ersten Signalobjekt, wobei der erste Pfad einen Ausgang einer Prozesssteuerungsvorrichtung der Prozessanlage spezifiziert,

wobei das Steuerungsmodul Prozesssteuerungsdaten, die mit der Prozesssteuerungsvorrichtung assoziiert sind, vom ersten Signalobjekt empfängt.

2. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 1, wobei die von dem ersten Signalobjekt empfangenen Prozesssteuerungsdaten von der I/O-Architektur der Prozessanlage unabhängig sind.

3. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das erste Signalobjekt Ausgabedaten von der Feldvorrichtung über ein oder mehrere Protokolle empfängt, die Prozesssteuerungsdaten aus den empfangenen Ausgabedaten extrahiert und die Prozesssteuerungsdaten in einem Standardformat ungeachtet des einen oder mehrerer Protokolle der empfangenen Ausgabedaten dem Steuerungsmodul bereitstellt.

4. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, insbesondere nach Anspruch 1, ferner umfassend:

Assoziieren eines zweiten Signalobjekts mit einem Ausgang des Steuerungsmoduls; und Zuweisen eines zweiten Pfades zu dem zweiten Signalobjekt, wobei der zweite Pfad einen Eingang von einer der Prozesssteuerungsvorrichtung oder einer anderen Prozesssteuerungsvorrichtung der Prozessanlage spezifiziert,

wobei das Steuerungsmodul Prozesssteuerungsdaten zu der Prozesssteuerungsvorrichtung oder anderen Prozesssteuerungsvorrichtung über das zweite Signalobjekt ohne Rücksicht auf die I/O-Architektur, die mit der Prozesssteuerungsvorrichtung oder einer anderen Prozesssteuerungsvorrichtung assoziiert ist, kommuniziert, und, insbesondere ferner umfassend:

Auswählen eines zweiten Steuerungsmoduls, wobei das zweite Steuerungsmodul einen Eingang enthält; und

Assoziieren des Eingangs des zweiten Steuerungsmoduls mit dem zweiten Signalobjekt, wobei ein Assoziieren des Eingangs des zweiten Steuerungsmoduls mit dem zweiten Signalobjekt das zweite Steuerungsmodul veranlasst, die Prozess-

steuerungsdaten vom Ausgang des ersten Steuerungsmoduls am Eingang des zweiten Steuerungsmoduls zu empfangen.

5. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, insbesondere nach Anspruch 1, ferner umfassend:

Speichern, durch einen Prozessor eines ersten Computers in einem Speicher, des Steuerungsmoduls und des assoziierten ersten Signalobjekts vor einem Zuweisen des ersten Pfades zu dem ersten Signalobjekt; und

Abrufen, durch einen Prozessor eines zweiten Computers vom Speicher, des Steuerungsmoduls und des assoziierten ersten Signalobjekts vor einem Zuweisen des ersten Pfades zu dem ersten Signalobjekt,

wobei der erste Pfad insbesondere dem ersten Signalobjekt während einer Ausführung des Steuerungsmoduls beim Betreiben der Prozessanlage zugewiesen wird.

6. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, insbesondere nach Anspruch 1, ferner umfassend:

Assoziieren eines dritten Signalobjekts mit zumindest einem Eingang des Steuerungsmoduls; und Zuweisen eines dritten Pfades zu dem dritten Signalobjekt, wobei der dritte Pfad einen konstanten Wert definiert.

7. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, insbesondere nach Anspruch 1, wobei die Prozesssteuerungsvorrichtung eine Feldvorrichtung umfasst.

8. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, insbesondere nach Anspruch 1, wobei das Steuerungsmodul eine Instanz einer Klasse in einer objektorientierten Programmiersprache ist, und, insbesondere ferner umfassend ein Aktualisieren der Klasse, von der das Steuerungsmodul eine Instanz ist, wobei die Aktualisierungen zu der Klasse automatisch auf die Instanz der Klasse angewendet werden.

9. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, insbesondere nach Anspruch 1, wobei ein Auswählen des Steuerungsmoduls ein Empfangen einer Nutzerauswahl eines Steuerungsmoduls von einer Bibliothek einschließt, die eine Vielzahl Steuerungsmodule enthält.

10. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, insbesondere nach Anspruch 1, wobei:

eine Vielzahl von Steuerungsmodulen mit dem ersten Signalobjekt assoziiert ist, und

ein Zuweisen des ersten Pfades zu dem ersten Signalobjekt veranlasst, dass jedes der Vielzahl von



Steuerungsmodulen, das mit dem ersten Signalobjekt assoziiert ist, Prozesssteuerungsdaten, die mit der Prozesssteuerungsvorrichtung assoziiert sind, vom ersten Signalobjekt empfängt.

11. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, insbesondere nach Anspruch 1, wobei ein Auswählen des Steuerungsmoduls und Assoziieren des ersten Signalobjekts mit dem zumindest einen Eingang des Steuerungsmoduls durchgeführt werden, indem eine Steuerungsstrategie aus einer Bibliothek von Steuerungsstrategien ausgewählt wird, so dass die ausgewählte Steuerungsstrategie sowohl das Steuerungsmodul als auch das assoziierte erste Signalobjekt enthält, und, insbesondere, wobei die ausgewählte Steuerungsstrategie den ersten Pfad nicht enthält.

12. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, insbesondere nach Anspruch 1, ferner umfassend:

Auswählen eines vierten Signalobjekts, das direkt in einer Nutzerschnittstelle enthalten sein soll;  
Veranlassen, dass das ausgewählte vierte Signalobjekt in der Nutzerschnittstelle einbezogen wird;

Zuweisen eines vierten Pfades zu dem vierten Signalobjekt, wobei der vierte Pfad einen Ausgang einer anderen Prozesssteuerungsvorrichtung der Prozessanlage spezifiziert; und

Anzeigen, an der Nutzerschnittstelle, einer Angabe von mit der anderen Prozesssteuerungsvorrichtung assoziierten Prozesssteuerungsdaten, die durch das vierte Signalobjekt empfangen werden, und wobei insbesondere, das vierte Signalobjekt mit keinem Steuerungsmodul assoziiert ist, und/oder wobei das vierte Signalobjekt eine Information betreffend die Skalierung der Prozesssteuerungsdaten enthält,

und/oder wobei das vierte Signalobjekt einen Alarm basierend auf den Prozesssteuerungsdaten einschließt, genauer gesagt:

Empfangen einer Auswahl eines oder mehrerer Alarmkriterien vom Nutzer, und

Veranlassen, dass die Nutzerschnittstelle dem Nutzer einen Alarm präsentiert, wenn das eine oder mehrere Alarmkriterien erfüllt sind, und/oder, wobei das vierte Signalobjekt eine Information enthält, um spezifische Bits aus einem oder mehreren Ausgabeströmen der Prozesssteuerungsdaten für eine Präsentation in der Nutzerschnittstelle herauszugreifen.

13. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, insbesondere nach Anspruch 1, ferner umfassend:

Zuweisen eines Testpfades zu dem ersten Signalobjekt, wobei der Testpfad mit Testdaten assoziiert ist; und

Ausführen des Steuerungsmoduls unter Verwendung der Testdaten, um eine Operation des Steuerungsmoduls zu simulieren, und, wobei insbesondere die Testdaten eine Vielzahl von Sätzen von Testdaten enthalten, die verschiedene Betriebsbedingungen der Prozessanlage angeben, und ferner umfassend:

Empfangen von Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten vom Modul für jeden Satz von Testdaten;

Aufzeichnen der empfangenen Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten; und

Verifizieren eines ordnungsgemäßen Funktionierens des Steuerungsmoduls unter Verwendung der aufgezeichneten Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten, genauer gesagt:

Bestimmen, dass das Steuerungsmodul innerhalb vorbestimmter Qualitätsparameter nicht funktioniert, unter Verwendung der aufgezeichneten Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten;

Einstellen eines oder mehrerer Parameter des Steuerungsmoduls oder des ersten Signalobjekts;

Ausführen des Steuerungsmoduls unter Verwendung der Testdaten, um eine Operation des Steuerungsmoduls nach der Einstellung des einen oder mehrerer Parameter zu simulieren;

Empfangen von Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten von dem Modul für jeden Satz von Testdaten; und

Aufzeichnen der empfangenen Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten und/oder,

wobei die Testdaten von der I/O-Architektur der Prozessanlage unabhängig sind

und/oder,

ferner umfassend ein Empfangen von Information, die zumindest einen Teil der I/O-Architektur der Prozessanlage angibt, wobei der erste Pfad dem ersten Objekt zugewiesen wird, nachdem ein ordnungsgemäßes Funktionieren des Steuerungsmoduls verifiziert ist und nachdem die Information, die den zumindest einen Teil der I/O-Architektur der Prozessanlage angibt, empfangen ist.

14. Prozesssteuerungssystem zum Betreiben einer Prozessanlage umfassend:

eine Vielzahl von Prozesssteuerungsvorrichtungen, die innerhalb der Prozessanlage angeordnet sind; und

einen Controller, der mit der Vielzahl von Feldvorrichtungen kommunikativ verbunden ist und zumindest ein Steuerungsmodul mit einem Eingang, um Eingabe-Prozesssteuerungsdaten zu empfangen, und einem Ausgang, um Ausgabe-Prozesssteuerungsdaten zu kommunizieren, aufweist,

wobei der Eingang des Steuerungsmoduls mit einem ersten Signalobjekt assoziiert ist, um Prozesssteuerungsdaten zu empfangen,

wobei das erste Signalobjekt einen zugewiesenen ersten Pfad aufweist, der einen Ausgang einer Prozesssteuerungsvorrichtung der Vielzahl von Prozesssteuerungsvorrichtungen spezifiziert, und

wobei das Steuerungsmodul Prozesssteuerungsdaten, die mit der Prozesssteuerungsvorrichtung assoziiert sind, vom ersten Signalobjekt empfängt.

15. Prozesssteuerungssystem nach Anspruch 14, wobei die Prozesssteuerungsdaten, die von dem ersten Signalobjekt empfangen werden, von der I/O-Architektur der Prozessanlage unabhängig sind.

16. Prozesssteuerungssystem nach Anspruch 14 oder 15, wobei das erste Signalobjekt Ausgabedaten von der Feldvorrichtung über ein oder mehrere Protokolle empfängt, die Prozesssteuerungsdaten aus den empfangenen Ausgabedaten extrahiert und die Prozesssteuerungsdaten dem Steuerungsmodul in einem Standardformat ungeachtet des einen oder mehrerer Protokolle der empfangenen Ausgabedaten bereitstellt, und, insbesondere, wobei: der Ausgang des Steuerungsmoduls mit einem zweiten Signalobjekt assoziiert ist; das zweite Signalobjekt einen zugewiesenen zweiten Pfad aufweist, der einen Eingang einer zweiten Prozesssteuerungsvorrichtung der Vielzahl von Prozesssteuerungsvorrichtungen spezifiziert; und wobei das Steuerungsmodul Prozesssteuerungsdaten zu der zweiten Prozesssteuerungsvorrichtung über das zweite Signalobjekt ohne Rücksicht auf die mit der zweiten Prozesssteuerungsvorrichtung assoziierten I/O-Architektur kommuniziert, und spezifischer, wobei: das zweite Signalobjekt mit einem Eingang eines zweiten Steuerungsmoduls des Controllers assoziiert ist; und der Eingang des zweiten Steuerungsmoduls Prozesssteuerungsdaten vom Ausgang des Steuerungsmoduls über das zweite Signalobjekt empfängt.

17. Prozesssteuerungssystem nach einem der Ansprüche 14 bis 16, insbesondere Anspruch 15, wobei der erste Pfad dem ersten Signalobjekt während einer Ausführung des Steuerungsmoduls durch den Controller beim Betreiben der Prozessanlage zugewiesen wird und, insbesondere, wobei das Steuerungsmodul eine Instanz einer Klasse von Steuerungsmodulen in einer objektorientierten Programmiersprache ist, und/oder, wobei das Steuerungsmodul ein Element einer Klasse von Steuerungsmodulen ist, so dass jedes Element der Klasse von Steuerungsmodulen automatisch aktualisiert wird, wenn die Klasse von Steuerungsmodulen aktualisiert wird.

18. Prozesssteuerungssystem nach einem der Ansprüche 14 bis 17, insbesondere nach Anspruch 15, ferner umfassend eine Nutzerschnittstelle, die mit der Vielzahl von Prozesssteuerungsvorrichtungen und mit dem zumindest einem Steuerungsmodul kommunikativ verbunden ist und, insbesondere,

wobei die Nutzerschnittstelle mit einer dritten Prozesssteuerungsvorrichtung der Vielzahl von Prozesssteuerungsvorrichtungen über ein drittes Signalobjekt, das mit keinem Steuerungsmodul assoziiert ist, kommunikativ verbunden ist, und, spezifischer, wobei die Nutzerschnittstelle vom dritten Signalobjekt empfangene Prozesssteuerungsdaten einem Nutzer der Nutzerschnittstelle präsentiert und/oder, wobei das dritte Signalobjekt Prozesssteuerungsdaten der Nutzerschnittstelle in einem Standardformat ohne Rücksicht auf die mit der dritten Prozesssteuerungsvorrichtung assoziierten I/O-Architektur bereitstellt, und, noch spezifischer, wobei das dritte Signalobjekt der Nutzerschnittstelle Information bereitstellt, die eine oder mehrere der Folgenden betrifft: die Skalierung der Prozesssteuerungsdaten; einen Alarm, der mit den Prozesssteuerungsdaten assoziiert ist; oder spezifische Bits, die aus einem oder mehreren Ausgabeströmen der dritten Prozesssteuerungsvorrichtung herausgegriffen werden.

19. Computerimplementiertes Verfahren zum Betreiben einer Prozessanlage, umfassend: Empfangen, an einem Prozessor eines Controllers, der mit einer Vielzahl von Feldvorrichtungen kommunikativ verbunden ist, einer Angabe eines Steuerungsmoduls zum Betreiben der Prozessanlage; Assoziieren eines generischen Schattenblocks innerhalb des Controllers mit dem Steuerungsmodul; Empfangen, am Controller, von Beschreibungsdaten betreffend eine Feldvorrichtung, die mit dem Controller kommunikativ verbunden ist, wobei die Beschreibungsdaten einen Funktionsblock der Feldvorrichtung beschreiben; und Konfigurieren des generischen Schattenblocks, um innerhalb des Controllers die Operation des Funktionsblocks der Feldvorrichtung nachzuahmen, basierend auf den empfangenen Beschreibungsdaten.

20. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 19, wobei ein Assoziieren des generischen Schattenblocks mit dem Steuerungsmodul ein Spezifizieren einer Referenz eines Eingangs oder eines Ausgangs des Steuerungsmoduls einschließt, um den generischen Schattenblock zu identifizieren, und, insbesondere, wobei die Referenz einen Pfad zur Feldvorrichtung spezifiziert und/oder, ferner umfassend ein Spezifizieren einer zweiten Referenz eines anderen Eingangs oder Ausgangs des Steuerungsmoduls, um einen konstanten Wert zu identifizieren.

21. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, ferner umfassend: Assoziieren eines zusätzlichen generischen Schattenblocks innerhalb des Controllers mit dem Steuerungsmodul;

Empfangen, am Controller, zusätzlicher Beschreibungsdaten betreffend eine zusätzliche Feldvorrichtung, die mit dem Controller kommunikativ verbunden ist, wobei die zusätzlichen Beschreibungsdaten einen Funktionsblock der zusätzlichen Feldvorrichtung beschreiben, wobei der zusätzliche generische Schattenblock mit dem Schattenblock vor einer Konfiguration identisch ist;

Konfigurieren des zusätzlichen generischen Schattenblocks, um innerhalb des Controllers die Operation des Funktionsblocks der zusätzlichen Feldvorrichtung nachzuahmen, basierend auf den empfangenen zusätzlichen Beschreibungsdaten und, insbesondere,

wobei der Funktionsblock der zusätzlichen Feldvorrichtung sich im Typ vom Funktionsblock der Feldvorrichtung unterscheidet, noch spezifischer, wobei die zusätzliche Feldvorrichtung sich im Typ von der Feldvorrichtung unterscheidet und/oder, wobei die zusätzliche Feldvorrichtung ein unterschiedliches Kommunikationsprotokoll als die Feldvorrichtung nutzt.

22. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21, insbesondere nach Anspruch 19, wobei die Beschreibungsdaten Daten enthalten, die die Feldvorrichtung in einer textbasierten Standardbeschreibungssprache beschreiben.

23. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 22, insbesondere nach Anspruch 19, wobei ein Empfangen der Beschreibungsdaten betreffend die Feldvorrichtung umfasst:

Senden einer Anfrage nach den Beschreibungsdaten an die Feldvorrichtung; und

Empfangen der Beschreibungsdaten von der Feldvorrichtung und/oder,

wobei ein Empfangen der Beschreibungsdaten betreffend die Feldvorrichtung ein Empfangen der Beschreibungsdaten von einer Datenbank umfasst, die Information betreffend die Prozessanlage enthält.

24. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 23, insbesondere nach Anspruch 19, ferner umfassend:

Bestimmen, auf eine Ausführung des Steuerungsmoduls hin, ob der generische Schattenblock konfiguriert wurde; und,

falls der generische Schattenblock nicht konfiguriert wurde, Empfangen einer Angabe der Feldvorrichtung;

wobei ein Empfangen der Beschreibungsdaten betreffend die Feldvorrichtung auf der empfangenen Angabe der Feldvorrichtung basiert und/oder, wobei die Angabe der Feldvorrichtung durch einen Bediener der Prozessanlage ausgewählt wird und/oder,

wobei die Angabe der Feldvorrichtung von einer Datenbank empfangen wird, die Information betreffend die Prozessanlage enthält, und/oder,

wobei die Beschreibungsdaten Informationen betreffend die mit der Feldvorrichtung assoziierte I/O-Architektur enthalten.

25. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 24, insbesondere nach Anspruch 19, ferner umfassend:

Empfangen, am konfigurierten Schattenblock, von Prozesssteuerungsdaten von der Feldvorrichtung;

Umwandeln, am konfigurierten Schattenblock, der empfangenen Prozesssteuerungsdaten in ein Standardformat, das vom Steuerungsmodul genutzt wird, wobei das Standardformat von der Konfiguration des generischen Schattenblocks basierend auf den Beschreibungsdaten unabhängig ist;

Bereitstellen, dem Steuerungsmodul, der umgewandelten Prozesssteuerungsdaten an einem Eingang des Steuerungsmoduls.

26. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 25, insbesondere nach Anspruch 19, ferner umfassend:

Empfangen, am konfigurierten Schattenblock, von Prozesssteuerungsdaten von einem Ausgang des Steuerungsmoduls, wobei die Prozesssteuerungsdaten in einem Standardformat ausgegeben werden, das von der Feldvorrichtung und der I/O-Architektur der Prozessanlage unabhängig ist;

Umwandeln, am konfigurierten Schattenblock, der Prozesssteuerungsdaten von dem Standardformat in ein zweites Format, das von der Feldvorrichtung genutzt wird; und,

Kommunizieren der umgewandelten Prozesssteuerungsdaten zu der Feldvorrichtung.

27. Computerimplementiertes Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 26, insbesondere nach Anspruch 19, wobei das Steuerungsmodul eine Instanz einer Klasse von Steuerungsmodulen ist, die von dem Typ der Feldvorrichtung und der I/O-Architektur der Prozessanlage unabhängig sind, und, insbesondere,

wobei das Steuerungsmodul eine Option enthält, um eine oder mehrere Eingaben vom generischen Schattenblock zu ignorieren und/oder,

ferner umfassend:

Erzeugen, durch eine Nutzervorrichtung, einer Nutzerschnittstelle, die dafür eingerichtet ist, die Prozessanlage zu betreiben, wobei die Nutzerschnittstelle eine Darstellung des Steuerungsmoduls enthält; und

Präsentieren, an der Nutzerstation, der Nutzerschnittstelle einem Bediener der Prozessanlage, wobei jedes Steuerungsmodul innerhalb der Klasse von Steuerungsmodulen durch das gleiche Standardformat repräsentiert wird, und, spezifischer, wobei der generische Schattenblock eine Instanz einer Klasse generischer Schattenblöcke ist, und, noch spezifischer,

wobei der generische Schattenblock automatisch mit dem Steuerungsmodul basierend auf der Klasse des Steuerungsmoduls assoziiert wird.

28. Prozesssteuerungssystem zum Betreiben einer Prozessanlage, umfassend:  
eine Vielzahl von Feldvorrichtungen, die innerhalb der Prozessanlage angeordnet sind; und  
einen Controller, der mit der Vielzahl von Feldvorrichtungen kommunikativ verbunden ist und zumindest ein Steuerungsmodul zum Betreiben der Prozessanlage aufweist, wobei der Controller ferner computerlesbare Anweisungen enthält, die den Controller veranlassen:  
einen generischen Schattenblock innerhalb des Controllers mit dem Steuerungsmodul zu assoziieren;  
Beschreibungsdaten betreffend eine Feldvorrichtung der Vielzahl von Feldvorrichtungen zu empfangen, wobei die Beschreibungsdaten einen Funktionsblock der Feldvorrichtung beschreiben; und  
den generischen Schattenblock zu konfigurieren, um innerhalb des Controllers die Operation des Funktionsblocks der Feldvorrichtung nachzuahmen, basierend auf den empfangenen Beschreibungsdaten.

29. Prozesssteuerungssystem nach Anspruch 28, wobei ein Assoziieren des generischen Schattenblocks mit dem Steuerungsmodul ein Spezifizieren einer Referenz eines Eingangs oder eines Ausgangs des Steuerungsmoduls einschließt, um den generischen Schattenblock zu identifizieren, und, insbesondere, wobei die Referenz einen Pfad zur Feldvorrichtung spezifiziert.

30. Prozesssteuerungssystem nach Anspruch 28 oder 29, wobei die computerlesbaren Anweisungen ferner den Controller veranlassen:  
einen zusätzlichen generischen Schattenblock innerhalb des Controllers mit dem Steuerungsmodul zu assoziieren;  
zusätzliche Beschreibungsdaten betreffend eine zusätzliche Feldvorrichtung der Vielzahl von Feldvorrichtungen zu empfangen, wobei die zusätzlichen Beschreibungsdaten einen Funktionsblock der zusätzlichen Feldvorrichtung beschreiben, wobei der zusätzliche generische Schattenblock mit dem Schattenblock vor einer Konfiguration identisch ist;  
den zusätzlichen generischen Schattenblock zu konfigurieren, um innerhalb des Controllers die Operation des Funktionsblocks der zusätzlichen Feldvorrichtung nachzuahmen, basierend auf den empfangenen zusätzlichen Beschreibungsdaten, und, insbesondere, wobei der Funktionsblock der zusätzlichen Feldvorrichtung sich im Typ vom Funktionsblock der Feldvorrichtung unterscheidet und, noch spezifischer, wobei die zusätzlichen Feldvorrichtungen sich im Typ von der Feldvorrichtung unterscheidet.

31. Prozesssteuerungssystem nach einem der Ansprüche 28 bis 30, insbesondere nach Anspruch 28, wobei die Beschreibungsdaten Daten enthalten, die die Feldvorrichtung in einer textbasierten Standardbeschreibungssprache beschreiben, und/oder, wobei die Beschreibungsdaten betreffend die Feldvorrichtung von der Feldvorrichtung empfangen werden, und/oder, wobei die Beschreibungsdaten betreffend die Feldvorrichtung von einer Datenbank empfangen werden, die Information betreffend die Prozessanlage enthält.

32. Prozesssteuerungssystem nach einem der Ansprüche 28 bis 31, insbesondere nach Anspruch 28, wobei die computerlesbaren Anweisungen ferner den Controller veranlassen:  
bei Ausführung des Steuerungsmoduls zu bestimmen, ob der generische Schattenblock konfiguriert wurde; und,  
falls der generische Schattenblock nicht konfiguriert wurde, eine Angabe der Feldvorrichtung zu empfangen, wobei die Beschreibungsdaten betreffend die Feldvorrichtung basierend auf der empfangenen Angabe der Feldvorrichtung empfangen werden und, insbesondere, wobei die Angabe der Feldvorrichtung von einem Bediener einer Prozessanlage ausgewählt wird, und, spezifischer, wobei die Angabe der Feldvorrichtung von einer Datenbank empfangen wird, die Information betreffend die Prozessanlage enthält, und/oder, wobei die Beschreibungsdaten Information betreffend die I/O-Architektur enthalten, die mit der Feldvorrichtung assoziiert ist.

33. Prozesssteuerungssystem nach einem der Ansprüche 28 bis 32, insbesondere nach Anspruch 28, wobei die computerlesbaren Anweisungen ferner den Controller veranlassen:  
am konfigurierten Schattenblock Prozesssteuerungsdaten von der Feldvorrichtung zu empfangen;  
am konfigurierten Schattenblock die empfangenen Prozesssteuerungsdaten in ein Standardformat umzuwandeln, das vom Steuerungsmodul genutzt wird, wobei das Standardformat von der Konfiguration des generischen Schattenblocks unabhängig ist, basierend auf den Beschreibungsdaten;  
die umgewandelten Prozesssteuerungsdaten einem Eingang des Steuerungsmoduls bereitzustellen.

34. Prozesssteuerungssystem nach einem der Ansprüche 8 bis 33, insbesondere nach Anspruch 28, wobei das Steuerungsmodul eine Instanz einer Klasse von Steuerungsmodulen ist, die von dem Typ der Feldvorrichtung und der I/O-Architektur der Prozessanlage unabhängig sind, und, insbesondere, wobei der generische Schattenblock automatisch mit dem Steuerungsmodul basierend auf der Klasse des Steuerungsmoduls assoziiert wird und/oder,

wobei der generische Schattenblock eine Instanz einer Klasse generischer Schattenblöcke ist, und/oder, wobei das Steuerungsmodul eine Option enthält, um eine oder mehrere Eingaben vom generischen Schattenblock zu ignorieren.

35. Computerlesbares Speichermedium, welches Instruktionen enthält, die mindestens einen Prozessor dazu veranlassen, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13 und/oder 19 bis 27 zu implementieren, wenn die Instruktionen durch mindestens einen Prozessor ausgeführt werden.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

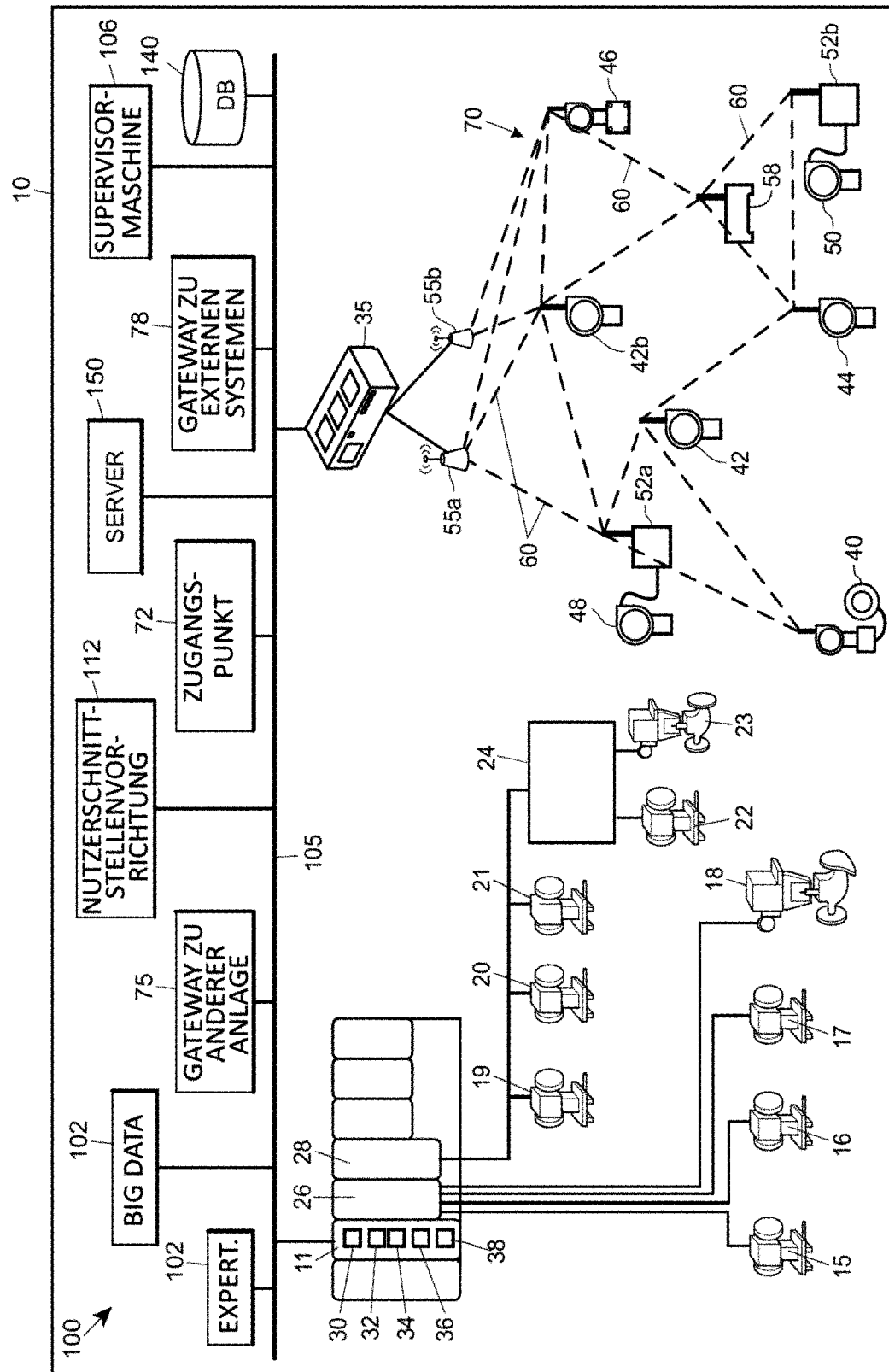
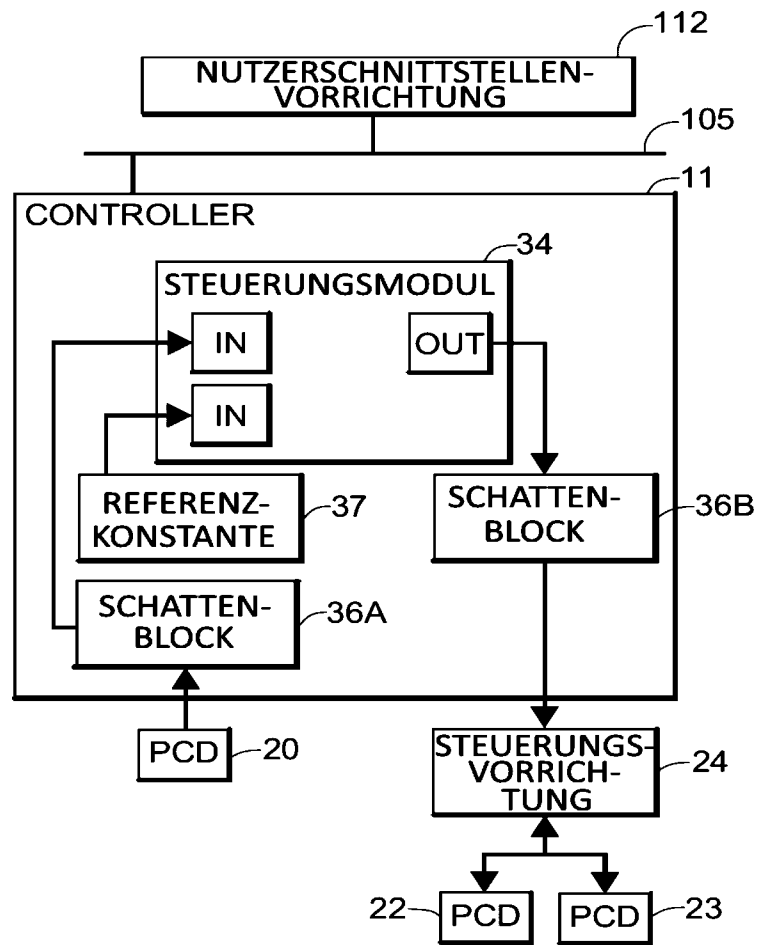


FIG. 1A



**FIG. 1B**

200

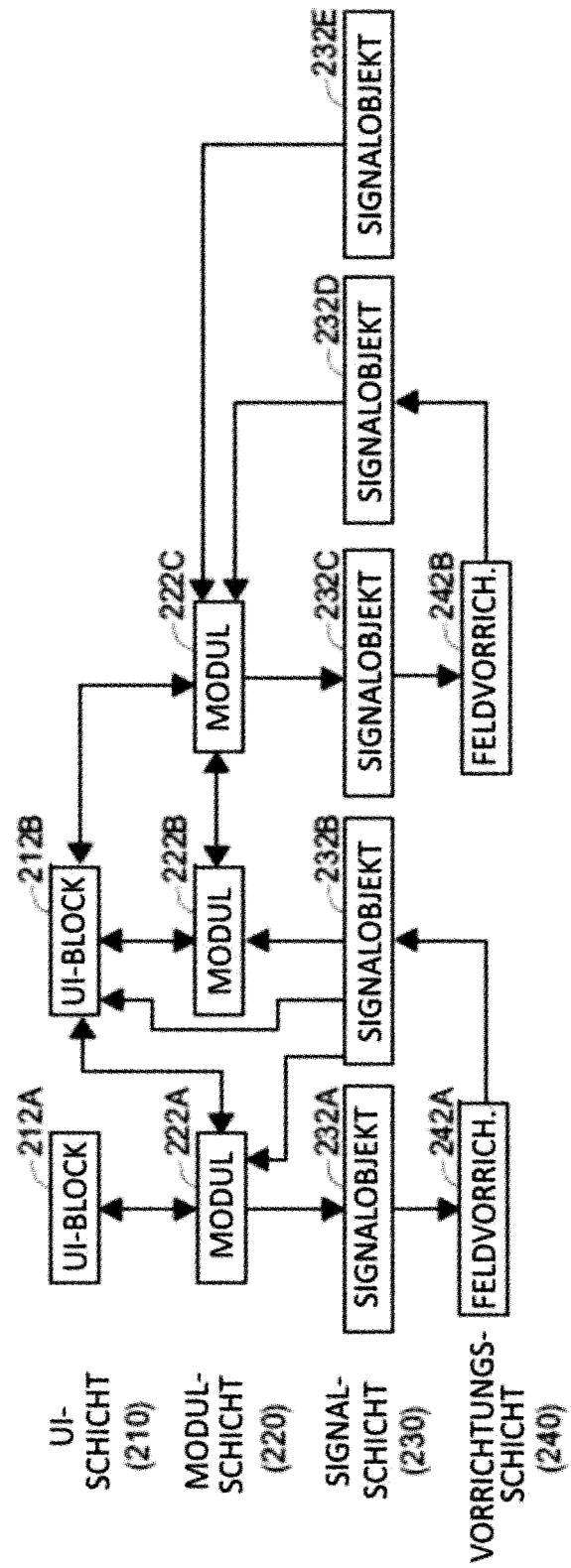


FIG. 2



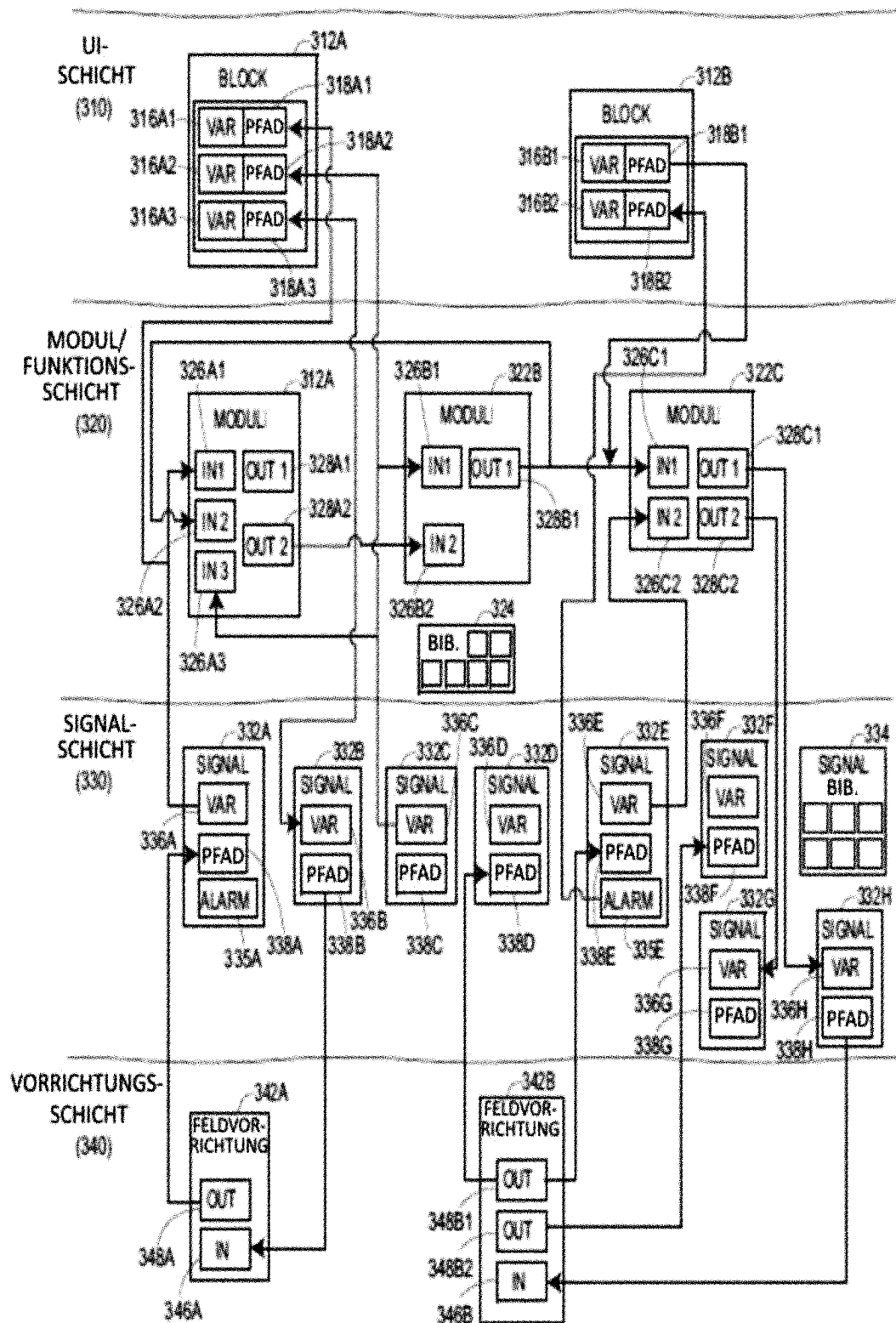


FIG. 3

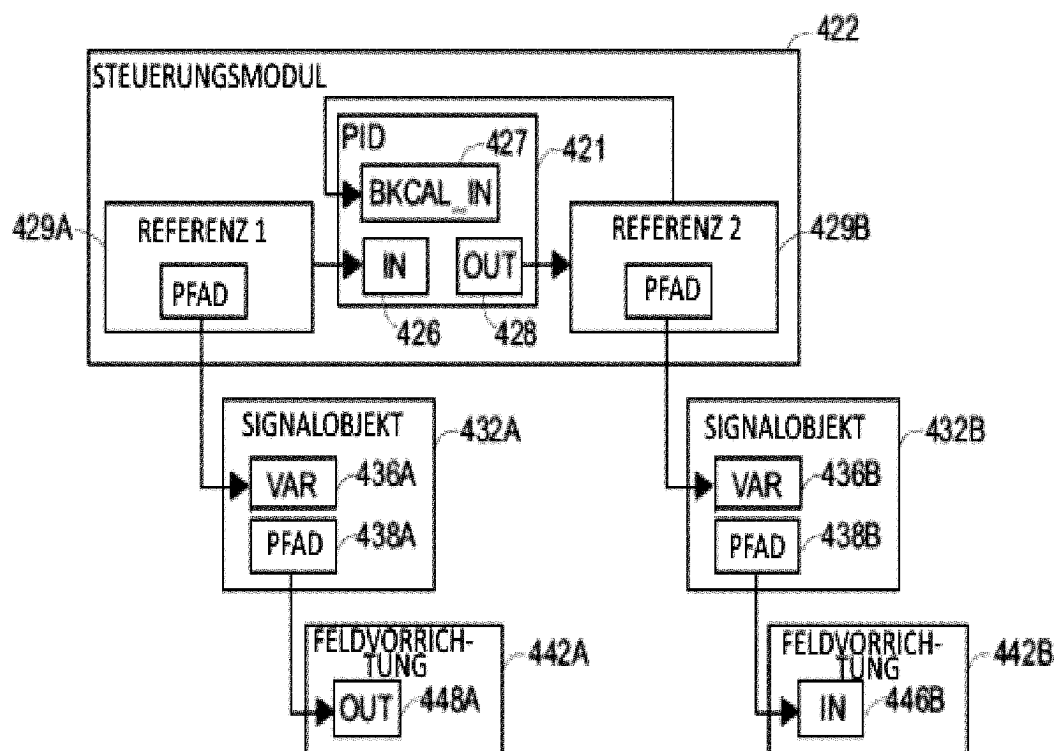
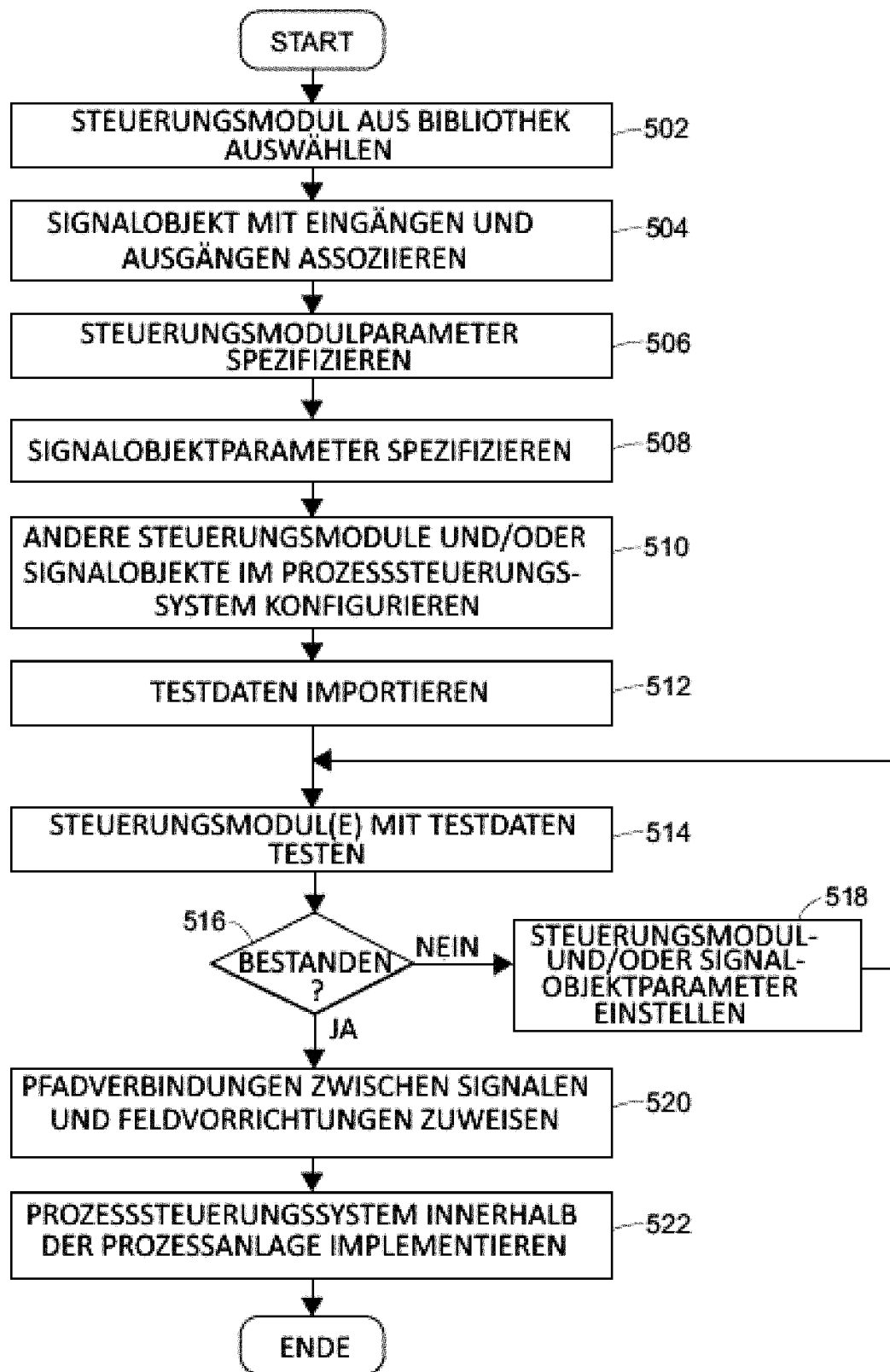
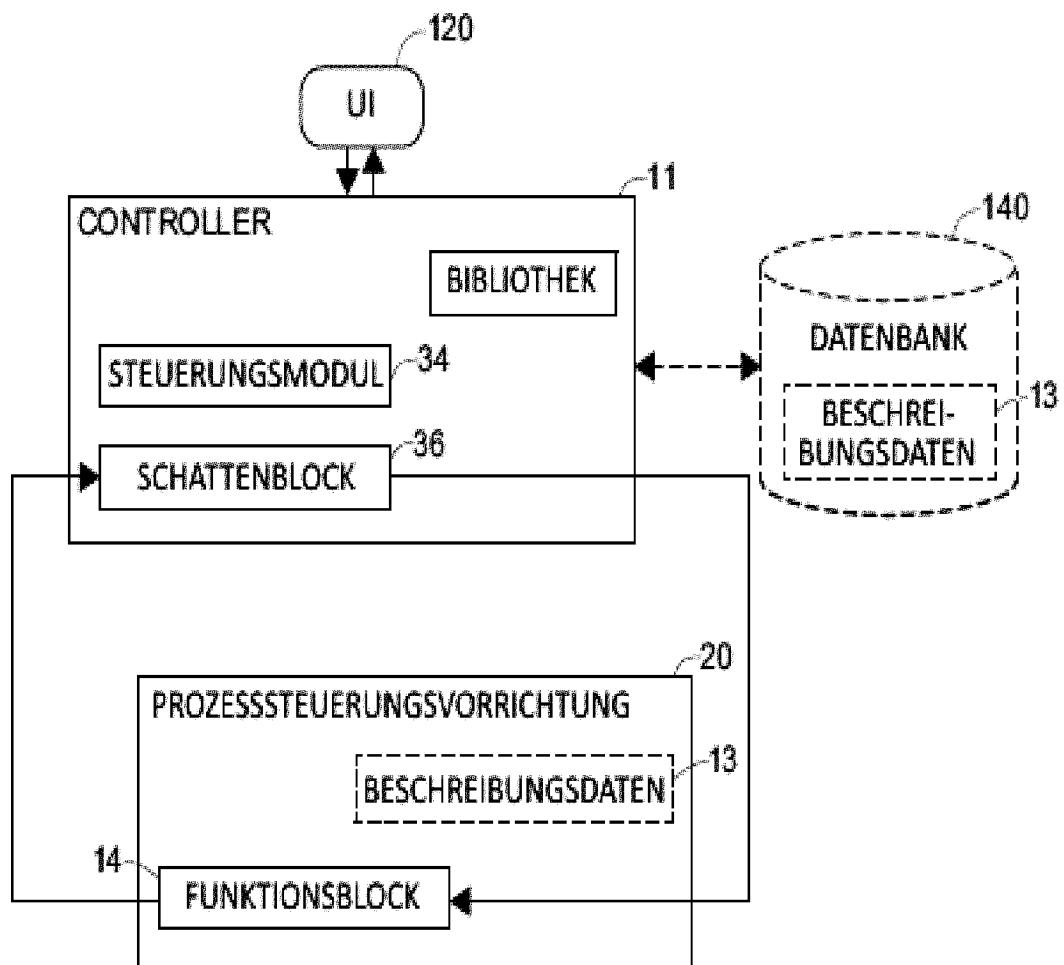


FIG. 4

**FIG. 5**



**FIG. 6**

