



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2005 001 043 T5 2007.06.28**

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
 (87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2005/109124**
 in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
 (21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2005 001 043.0**
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2005/015392**
 (86) PCT-Anmeldetag: **04.05.2005**
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **17.11.2005**
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
 in deutscher Übersetzung: **28.06.2007**

(51) Int Cl.⁸: **G05B 19/042 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:
60/567,980 04.05.2004 US

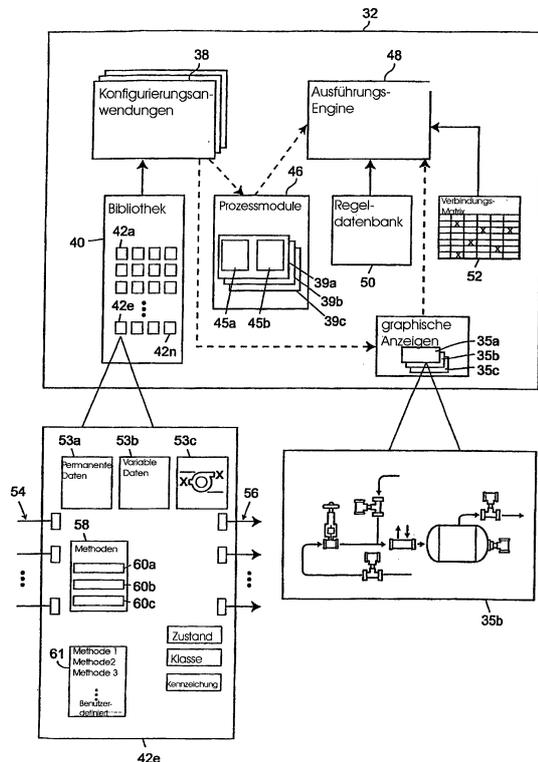
(71) Anmelder:
Fisher-Rosemount Systems, Inc., Austin, Tex., US

(74) Vertreter:
Meissner, Bolte & Partner GbR, 80538 München

(72) Erfinder:
Blevins, Terrence L., Round Rock, Tex., US;
Beoughter, Ken J., Round Rock, Tex., US; Lucas,
J. Michael, Leire Lutterworth, Leicestershire, GB;
Nixon, Mark, Round Rock, Tex., US

(54) Bezeichnung: **Ein Benutzerschnittstellensystem für eine Prozessanlage mit anwenderspezifischen prozessgraphischen Anzeigeschichten in einer integrierten Umgebung**

(57) Hauptanspruch: Ein Verfahren zur Bereitstellung einer Benutzerschnittstelle für eine Prozessanlage, wobei das Verfahren aus folgenden Schritten besteht:
 der Erzeugung von Informationen für eine Vielzahl von Inhaltsschichten einer prozessgraphischen Anzeige von Prozessanlagenelementen der Prozessanlage;
 der Bestimmung einer Inhaltsschicht aus der Vielzahl der Inhaltsschichten zur Anzeige über die Benutzerschnittstelle; und
 der Anzeige der bestimmten Inhaltsschicht aus der Vielzahl der Inhaltsschichten über die Benutzerschnittstelle.



Beschreibung

VERWANDTE ANMELDUNGEN

[0001] Diese Anmeldung ist eine regulär eingereichte Anmeldung, nebst Ansprüchen aus Gründen der Priorität, in Unterstützung der vorläufigen US-Anmeldung Seriennummer 60/567,980 mit der Bezeichnung „Graphical User Interface for Representing, Monitoring, and Interacting with Process Control Systems“ („Grafische Benutzerschnittstelle zur Darstellung, Überwachung und Interaktion mit Prozesssteuerungssystemen“), die eingereicht wurde am 04. Mai 2004, und die hiermit ausdrücklich durch Referenz in ihrer Gesamtheit in diese Anmeldung eingebunden ist. Diese Anmeldung bezieht sich auch auf die US-Patentanmeldung Seriennummer 10/625,481 mit der Bezeichnung „Integration of Graphic Display Elements, Process Modules and Control Modules in Process Plants“ („Integration von grafischen Anzeigeelementen, Prozessmodulen und Steuerungsmodulen in Prozessanlagen“), die eingereicht wurde am 21. Juli 2003, und die als US-Veröffentlichung Nr. 2004/0153804 veröffentlicht wurde am 05. August 2004, die ihrerseits wiederum eine teilweise Fortsetzung der US-Patentanmeldung Seriennummer 10/278,469 mit der Bezeichnung „Smart Process Modules and Objects in Process Plants“ („Intelligente Prozessmodule und Objekte in Prozessanlagen“) ist, die eingereicht wurde am 22. Oktober 2002, und die als US-Veröffentlichung Nr. 2004/0075689 veröffentlicht wurde am 22. April 2004, und deren vollständige Offenlegungen hiermit ausdrücklich durch Referenz in ihrer Gesamtheit hierin eingebunden sind. Diese Anmeldung bezieht sich auch auf die US-Patentanmeldung Seriennummer 10/368,151 mit der Bezeichnung „Module Class Objects in a Process Plant Configuration System“ („Modulklassenobjekte in einem Prozessanlagen-Konfigurierungssystem“), die eingereicht wurde am 18. Februar 2003, und die als US-Veröffentlichung Nr. 2004/0199925 veröffentlicht wurde am 07. Oktober 2004, und deren vollständige Offenlegung hiermit ausdrücklich durch Referenz in ihrer Gesamtheit hierin eingebunden sind. Diese Anmeldung bezieht sich außerdem auf die folgenden Patentanmeldungen, die als Internationale (PCT-)Anmeldungen zum selben Datum wie diese Anmeldung eingereicht wurden, und die von dieser Anmeldung ausdrücklich durch Referenz in ihrer Gesamtheit hierin eingebunden sind: „Associated Graphic Displays in a Process Environment“ (Anwaltseintragung Nr. 06005/41111, „Assoziierte grafische Anzeigen in einer Prozessumgebung“); „User Configurable Alarms and Alarm Trending for Process Control Systems“ (Anwaltseintragung Nr. 06005/41112, „Vom Benutzer konfigurierbare Alarme und Alarmentrends für Prozesssteuerungssysteme“); „Integration Of Process Modules and Expert Systems In Process Plants“ (Anwaltseintragung Nr. 06005/41113, „Integration von Prozessmodulen und spezifischen Systemen in Prozessanlagen“); „Scripted Graphics in a Process Environment“ (Anwaltseintragung Nr. 06005/41115, „Skriptgrafiken in einer Prozessumgebung“); „Graphics Integration into a Process Configuration and Control Environment“ (Anwaltseintragung Nr. 06005/41116, „Integration von Grafiken in einer Prozesskonfigurierungs- und Steuerungsumgebung“); „Graphic Element with Multiple Visualizations in a Process Environment“ (Anwaltseintragung Nr. 06005/41117, „Grafikelement mit mehreren Visualisierungen in einer Prozessumgebung“); „System for Configuring Graphic Display Elements and Process Modules in Process Plants“ (Anwaltseintragung Nr. 06005/41118, „System zur Konfigurierung von grafischen Anzeigeelementen und Prozessmodulen in Prozessanlagen“); „Graphic Display Configuration Framework for Unified Process Control System Interface“ (Anwaltseintragung Nr. 06005/41124, „Konfigurierungsrahmen für eine grafische Anzeige für vereinheitlichte Schnittstellen für Prozesssteuerungssysteme“); „Markup Language-Based, Dynamic Process Graphics in a Process Plant User Interface“ (Anwaltseintragung Nr. 06005/41127, „Auszeichnungssprachenbasierte dynamische Prozessgrafiken in der Benutzerschnittstelle für eine Prozessanlage“); „Methods and Apparatus for Modifying Process Control Data“ (Anwaltseintragungen Nr. 06005/591622 und 20040/59-11622, „Verfahren und Vorrichtungen für die Modifizierung von Prozesssteuerungsdaten“); „Methods and Apparatus for Accessing Process Control Data“ (Anwaltseintragungen Nr. 06005/591623 und 20040/59-11623, „Verfahren und Vorrichtungen für den Zugriff auf Prozesssteuerungsdaten“); „Integrated Graphical Runtime Interface for Process Control Systems“ (Anwaltseintragungen Nr. 06005/591628 und 20040/59-11628, „Integrierte grafische Laufzeitschnittstelle für Prozesssteuerungssysteme“); „Service-Oriented Architecture for Process Control Systems“ (Anwaltseintragungen Nr. 06005/591629 und 20040/59-11629, „Dienstorientierte Architektur für Prozesssteuerungssysteme“).

TECHNISCHER BEREICH

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen Benutzerschnittstellen für Prozessanlagen sowie im Besonderen, eine intelligente Steuerungs- und Simulationsumgebung, die es ermöglicht, die Anzeige für einen Benutzer, die Simulation und die Steuerung auf der Systemebene der Steuerungsarchitektur der Prozessanlage zu integrieren.

[0003] Verteilte Prozesssteuerungssysteme, wie sie beispielsweise bei chemischen, erdölchemischen und anderen Prozessen eingesetzt werden, umfassen typischerweise eine oder mehrere Prozesssteuereinheiten, die über analoge, digitale oder kombinierte analog/digitale Busse kommunikativ mit einem oder mehreren Feldgeräten verbunden sind. Die Feldgeräte, bei denen es sich z. B. um Ventile, Ventilstellungsregler, Schalter und Geber (wie z. B. Temperatur-, Druck- oder Niveaufühler bzw. Durchflusssensoren) handeln kann, befinden sich innerhalb der Prozessumgebung und führen Prozessfunktionen aus, wie beispielsweise das Öffnen und Schließen von Ventilen, das Messen von Prozessparametern u. a. Intelligente Feldgeräte, wie beispielsweise die Feldgeräte, die konform mit dem gut bekannten Feldbusprotokoll sind, können auch Berechnungen für die Steuerung, Alarmfunktionen und andere üblicherweise in der Steuereinheit implementierte Steuerungsfunktionen übernehmen. Die Prozesssteuereinheiten, die sich ebenfalls typischerweise innerhalb der Anlagenumgebung befinden, empfangen Signale, die die von den Feldgeräten durchgeführten Prozessmessungen oder andere den Feldgeräten zuzurechnende Informationen anzeigen, und führen eine Steuerungsanwendung aus, mit der beispielsweise unterschiedliche Steuerungsmodul betrieben werden, die Entscheidungen zur Prozesssteuerung treffen, Steuerungssignale auf der Basis der empfangenen Informationen erzeugen und die Steuerungsmodul bzw. -blöcke koordinieren, die in den Feldgeräten, wie beispielsweise HART- und Feldbus-feldgeräten, enthalten sind. Die Steuerungsmodul in der Steuereinheit senden die Steuerungssignale über die Kommunikationsverbindungen zurück zu den Feldgeräten, um auf diese Weise auch die Durchführung des Prozesses zu steuern.

[0004] Informationen von den Feldgeräten und von der Steuereinheit werden üblicherweise über eine Datenautobahn einer oder mehreren Hardwarekomponenten, wie zum Beispiel der Bediener-Workstation, Personalcomputern, Archivierungssystemen, Berichtsgeneratoren, zentralen Datenbanken usw., zur Verfügung gestellt, die sich typischerweise in den Kontrollräumen oder anderen, von der rauen Anlagenumgebung entfernten, Orten befinden. Auf diesen Hardwarekomponenten werden Anwendungen ausgeführt, die beispielsweise einen Bediener in die Lage versetzen können, prozessbezogene Funktionen zu übernehmen, wie beispielsweise das Ändern der Einstellungen für die Prozesssteuerungsroutine, die Modifizierung der Funktionsweise der Steuerungsmodul in der Steuereinheit oder in den Feldgeräten, das Anzeigen des aktuellen Prozesszustands, das Anzeigen der von den Feldgeräten und von der Steuereinheit erzeugten Alarme, die Simulierung der Durchführung des Prozesses zum Zwecke der Mitarbeiterschulung, zum Testen der Prozesssteuerungssoftware oder zur Wartung und Aktualisierung der Konfigurierungsdatenbank, usw.

[0005] Als Beispiel soll hier das von Emerson Process Management verkaufte Steuerungssystem DeltaV™ angeführt werden, in dem mehrere Anwendungen gespeichert sind und von verschiedenen Geräten ausgeführt werden, die sich an unterschiedlichen Standorten innerhalb einer Anlage befinden. Über eine Konfigurierungsanwendung, die auf einer oder mehreren Bediener-Workstations eingerichtet ist, können Benutzer Prozesssteuerungsmodul erstellen oder ändern und diese Prozesssteuerungsmodul über eine Datenautobahn an spezielle verteilte Steuereinheiten herunterladen. Typischerweise bestehen diese Steuerungsmodul aus kommunikativ miteinander verbundenen Funktionsblöcken, die Objekte in einem objektorientierten Programmierprotokoll sind und auf der Basis der eingehenden Signale Funktionen im Steuerungsschema übernehmen sowie anderen Funktionsblöcken innerhalb des Steuerungsschemas ausgehende Signale bereitstellen. Über die Konfigurierungsanwendung kann ein Konstrukteur ferner Bediener-schnittstellen erstellen und ändern, über die eine Anzeigeanwendung einem Bediener Daten anzeigen und diesen in die Lage versetzen kann, Einstellungen zu ändern, wie beispielsweise festgelegte Punkte innerhalb der Prozesssteuerungsroutine. In jeder einzelnen Steuereinheit und, in einigen Fällen, in jedem einzelnen Feldgerät wird eine Steuerungsanwendung gespeichert und ausgeführt, die die zugeordneten und dahin heruntergeladenen Steuerungsmodul betreibt, um so die tatsächliche Prozesssteuerungsfunktionalität zu implementieren. Die Anzeigeanwendungen, die auf einer oder mehreren Bediener-Workstations ausgeführt werden können, empfangen die Daten aus der Steuerungsanwendung über die Datenautobahn und zeigen diese Daten den Konstrukteuren, Bedienern oder Benutzern des Prozesssteuerungssystems an, die diese Benutzerschnittstellen verwenden, und sie erlauben eine beliebige aus einer Anzahl von Ansichten der Prozesssteuerungsroutine oder des Prozesssteuerungsmodul, wie beispielsweise die Ansicht des Bediener, des Konstrukteurs, des Technikers usw. Eine Archivierungsanwendung wird typischerweise in einem Archivierungssystem gespeichert und ausgeführt, in dem alle oder ein Teil der über die Datenautobahn bereitgestellten Informationen gesammelt und gespeichert werden, wohingegen eine Konfigurierungsdatenbankanwendung in einem noch weiter entfernten, aber mit der Datenautobahn verbundenen, Computer ausgeführt werden kann, um die Konfigurierung der aktuellen Prozesssteuerungsroutine und die damit verbundenen Daten zu speichern. Alternativ kann sich die Konfigurierungsdatenbankanwendung auf derselben Workstation befinden wie die Konfigurierungsanwendung.

[0006] Da sich die Anzahl der Typen der in einer Prozesssteuerungsumgebung verwendeten Steuerungs- und Unterstützungsanwendungen erhöht hat, sind unterschiedliche grafische Anzeigeanwendungen entstanden, mit deren Hilfe Benutzer diese Anwendungen effektiv konfigurieren und verwenden können. Beispielsweise wurden grafische Anzeigeanwendungen verwendet, um Steuerungskonfigurierungsanwendungen zu unterstützen, durch die der Konfigurationsingenieur in der Lage ist, Programme grafisch zu erstellen und zu steuern, die an die Steuerungsgeräte innerhalb der Prozessanlage heruntergeladen werden sollen. Zusätzlich wurden grafische Anzeigeanwendungen verwendet, um Bedienern der Steuerung zu ermöglichen, die aktuelle Funktionsweise der Prozessanlage oder von Bereichen derselben anzuzeigen, um dem Wartungspersonal zu ermöglichen, den Zustand der einzelnen Hardwarekomponenten innerhalb der Prozessanlage anzuzeigen, um eine Simulation der Prozessanlage zu ermöglichen usw. Diese grafischen Anzeigeanwendungen wurden jedoch in der Vergangenheit als Teil bzw. als unabhängige Unterstützung derjenigen spezifischen Anwendungen konzipiert, mit denen sie verknüpft waren, weswegen ihre Verwendbarkeit in der Regel auf die spezifischen Prozessfunktionen eingeschränkt ist, für die sie konzipiert wurden. Beispielsweise ist es schwierig, wenn nicht gar unmöglich, ein grafisches Programm, das zur Unterstützung des Bedieners einer Steuerung gedacht ist, in einem Kontext einzusetzen, in dem Wartungs-, Konfigurierungs- oder Simulationsfunktionen gefragt sind.

[0007] Als ein spezielles Beispiel sind hier einige Anwendungen zur Prozesssteuerungskonfigurierung anzuführen, die heutzutage eine Bibliothek von Vorlagenobjekten enthalten, wie beispielsweise Vorlagenobjekte für Funktionsblöcke und, in einigen Fällen, Vorlagenobjekte für Steuerungsmodule, die verwendet werden, um eine Steuerungsstrategie für eine Prozessanlage zu erstellen. Den Vorlagenobjekten sind Standardeigenschaften, -einstellungen und -methoden zugeordnet, und der Ingenieur, der eine grafische Konfigurierungsanwendung verwendet, kann diese Vorlagenobjekte auswählen und im Wesentlichen Kopien der ausgewählten Vorlagenobjekte auf einem Konfigurierungsbildschirm platzieren, um so ein Steuerungsmodul zu entwickeln. Bei der Auswahl und Platzierung der Vorlagenobjekte auf dem Konfigurierungsbildschirm verknüpft der Ingenieur die Ein- und Ausgänge dieser Objekte und ändert ihre Parameter, Namen, Beschriftungen und andere Eigenschaften, um ein spezifisches Steuerungsmodul für eine spezifische Verwendung in der Prozessanlage zu erstellen. Nach dem Erstellen eines oder mehrerer solcher Steuerungsmodule kann der Ingenieur das Steuerungsmodul instanzieren und es an die entsprechende Steuereinheit oder an Steuereinheiten und Feldgeräte zur Ausführung während des Betriebs der Prozessanlage herunterladen.

[0008] Daraufhin kann der Ingenieur eine andere grafische Anzeigerstellungsanwendung verwenden, um eine oder mehrere separate und unabhängige Anzeigen für den Bediener, das Wartungs- und anderes Personal innerhalb der Prozessanlage zu erstellen, indem er Anzeigeobjekte in der Anzeigerstellungsanwendung auswählt und zusammenstellt. Diese Anzeigen werden typischerweise systemweit auf einer oder mehreren Workstations implementiert und bieten dem Bediener oder der für die Wartung zuständigen Person vorkonfigurierte Anzeigen bezüglich des Betriebszustands des Steuerungssystems oder der Geräte innerhalb der Anlage. Diese Anzeigen können generell die Form von Alarmanzeigen, die Alarmpfeile empfangen und anzeigen, die von den Steuereinheiten oder Geräten innerhalb der Prozessanlage erzeugt werden, Steuerungsanzeigen, die den Betriebszustand der Steuereinheiten und anderer Geräte innerhalb der Prozessanlage anzeigen, Wartungsanzeigen, die den Funktionszustand der Geräte innerhalb der Prozessanlage anzeigen usw. annehmen. Diese Anzeigen werden jedoch in der Regel so vorkonfiguriert, dass die Informationen und Daten, die von den Prozesssteuerungsmodulen oder den Geräten innerhalb der Prozessanlage empfangen werden, in bekannter Art und Weise angezeigt werden. In einigen bekannten Systemen werden die Anzeigen durch die Verwendung von Objekten erstellt, deren grafische Darstellung mit einem physischen oder logischen Element assoziiert werden kann, und das kommunikativ mit dem physischen oder logischen Element verknüpft ist, um Daten über das physische oder logische Element zu empfangen. Die grafische Darstellung des Objekts kann sich auf Grundlage der empfangenen Daten ändern, um beispielsweise zu veranschaulichen, dass ein Tank halb gefüllt ist, um den von einem Durchflusssensor gemessenen Durchfluss darzustellen usw. Diese grafischen Anzeigen, die zur Konfigurierung, Bedienersteuerung, Wartung und Simulation verwendet werden, werden jedoch im Allgemeinen separat und unabhängig voneinander erstellt, wobei verschiedene Grafikeditoren zum Einsatz kommen.

[0009] Obwohl grafische Anzeigen in verschiedenen Anwendungen bereitgestellt bzw. mit verschiedenen Anwendungen verknüpft wurden, die für unterschiedliche allgemeine Aktivitäten verwendet wurden, die innerhalb einer Prozessanlage durchgeführt werden, wurden diese grafischen Anzeigen und die assoziierten Editoren für die grafische Anzeige im Allgemeinen auf der funktionalen Ebene der Anwendung hinzugefügt, für deren Unterstützung sie gedacht sind. Das führte dazu, dass Benutzer durch die Grafikeditoren, soweit sie existieren, lediglich Grafiken erstellen konnten, die eine bestimmte Funktionalität unterstützten, die von einer bestimmten Anwendung benötigt wird. Frühere Prozessanlagen verfügten nicht über einen Editor für die grafische Anzeige, der von mehreren bzw. verschiedenen Aktivitäten verwendet werden konnte oder die grafischen Bedürfnisse

dieser Aktivitäten entsprechend unterstützte, die in Zusammenhang mit der Konfigurierung und Unterstützung der Anlage durchgeführt werden. So konnte beispielsweise ein Benutzer mit einem Editor für die grafische Anzeige zur Unterstützung oder Durchführung von Steuerungskonfigurierungsaktivitäten lediglich Steuerungsprogramme erstellen, nicht aber die Bedürfnisse oder Funktionen von Bediener- oder Wartungsanzeigen unterstützen. In ähnlicher Weise unterstützten Editoren für die grafische Anzeige zur Erstellung von Bediener- und Wartungsanzeigen für den Steuerungsbediener oder den Wartungstechniker während des Betriebs der Prozessanlage nicht die Funktionen, die mit Konfigurierungsaktivitäten, Simulationsaktivitäten usw. assoziiert werden. Die Notwendigkeit des Einsatzes von grafischen Anzeigen auf den einzelnen funktionalen Ebenen der Prozessanlage, wie beispielsweise auf den funktionalen Ebenen der Steuerungskonfigurierung, der Wartungsunterstützung, der Unterstützung des Steuerungsbedieners und der Simulationsunterstützung, führte dazu, dass von diesen verschiedenen Editoren unterschiedliche Anzeigen zur Modellierung und Darstellung der gleichen Komponenten innerhalb der Anlage erstellt wurden, was wiederum eine Vervielfachung des Aufwands zur grafischen Anzeige bedeutet, von dem ganz unterschiedliches Personal der Prozessanlage betroffen ist. Diese Vervielfachung des Aufwands manifestiert sich nicht nur in dem Aufwand, der zur Erstellung der unterschiedlichen grafischen Anzeigen, die alle das gleiche Prozesselement, aber für unterschiedliche Verwendungen, darstellen, benötigt wird, sondern auch in dem Aufwand, der nötig ist, um die grafischen Elemente, die in den verschiedenen Anzeigenanwendungen verwendet werden, mit den eigentlichen Hard- und Softwareelementen innerhalb der Prozessanlage zu verknüpfen, mit denen sie assoziiert sind.

[0010] Da eine grafische Unterstützung für die verschiedenen Aktivitäten in der Prozessanlage erst nachträglich und als Teil der tatsächlich ausgeführten Aktivität bereitgestellt wird, ist die grafische Unterstützung nicht so in die Anlagenumgebung integriert, dass allgemeine Grafiken innerhalb der Anlage auf den verschiedenen funktionalen Ebenen der Anlage erstellt und verwendet werden können. Diese Nicht-Integration der Grafik führt zu den tatsächlich erstellten Grafiken für die verschiedenen Funktionen, die sich von Funktion zu Funktion bzw. von Anwendung zu Anwendung unterscheiden, was wiederum auf der Seite des Benutzers zu Verwirrung führen kann, wenn dieser zwar mit einem bestimmten Typ der grafischen Anzeige vertraut ist, sich aber von Zeit zu Zeit andere Anzeigen ansehen muss, die mit verschiedenen Operationen und Funktionen innerhalb der Anlage assoziiert sind. In ähnlicher Weise führt die Bereitstellung einer Unterstützung der grafischen Anzeige auf den verschiedenen funktionalen Ebenen der Anlage, wie oben beschrieben, zu einer Vervielfachung des grafischen Aufwands, und zwar sowohl bei der Erstellung der Grafik, als auch bei der korrekten Verbindung der Elemente in der Anzeige mit den tatsächlichen Hard- und Softwareelementen innerhalb der Anlage.

ZUSAMMENFASSUNG

[0011] In Übereinstimmung mit einem Aspekt der Offenlegung umfasst ein Verfahren zur Bereitstellung einer Benutzerschnittstelle für eine Prozessanlage die Erzeugung von Informationen für eine Vielzahl an Inhaltsschichten einer prozessgrafischen Anzeige von Prozessanlagenelementen der Prozessanlage, die Bestimmung einer Inhaltsschicht für die Vielzahl der anzuzeigenden Inhaltsschichten sowie die Anzeige der bestimmten Inhaltsschicht über die Benutzerschnittstelle.

[0012] In einigen Fällen gehört die Verarbeitung von Laufzeitdaten, die von der Prozessanlage in Zusammenhang mit den Prozessanlagenelementen empfangen werden, mit zum Erzeugungsschritt. Der Bestimmungsschritt kann die Auswahl der bestimmten Inhaltsschicht auf Grundlage der Eigenschaften eines Benutzerprofils beinhalten. Wenn zu den Eigenschaften des Benutzerprofils eine Angabe für Bedienerzugriff gehört, kann der Anzeigeschritt die Darstellung einer Bedienerinhaltschicht aus der Vielzahl der Inhaltsschichten auf der Basis von Laufzeitdaten enthalten.

[0013] Der Erzeugungsschritt kann ebenfalls bzw. alternativ eine Verarbeitung von Simulationsdaten in Zusammenhang mit dem simulierten Betrieb der Prozessanlagenelemente umfassen. Wenn zu den Eigenschaften des Benutzerprofils eine Angabe für Wartungszugriff gehört, kann der Anzeigeschritt die Darstellung einer Wartungsinhaltschicht aus der Vielzahl der Inhaltsschichten auf der Basis von Simulationsdaten enthalten.

[0014] In einigen Ausführungen enthält das Verfahren ferner die Einführung von simulierten Störungen in den simulierten Betrieb der Prozessanlagenelemente. In solchen Fällen kann zur Unterstützung des Einführungsschritts der Anzeigeschritt die Darstellung einer Instrukteursinhaltschicht aus der Vielzahl der Inhaltsschichten enthalten, wenn zu den Eigenschaften des Benutzerprofils eine Angabe für Instrukteurszugriff gehört.

[0015] Noch allgemeiner kann der Erzeugungsschritt die Implementierung von Objektmethoden, die in einer Vielzahl von Objekten definiert werden, bzw. die Modellierung von Prozessanlagenelementen umfassen, die in der Prozessgrafik dargestellt werden. Jedes Objekt aus der Vielzahl der Objekte kann außerdem für jede

Inhaltsschicht aus der Vielzahl der Inhaltsschichten eine grafische Darstellung des Prozessanlagenelements definieren.

[0016] In Übereinstimmung mit einem anderen Aspekt der Offenlegung wird ein Benutzerschnittstellensystem für eine Prozessanlage offen gelegt. Das Benutzerschnittstellensystem umfasst ein computerlesbares Medium, ein Anzeigegerät sowie ein Objekt, das Informationen bezüglich des Betriebs eines Prozessanlagenelements in dem computerlesbaren Medium speichert. Eine Ausführungs-Engine des Benutzerschnittstellensystems verwendet die Objektinformationen in einer Laufzeitumgebung, um Inhalte für eine Vielzahl von Inhaltsschichten einer Prozessgrafik zu erzeugen. Das Anzeigegerät stellt dann eine spezifische Inhaltsschicht aus der Vielzahl der Inhaltsschichten dar.

[0017] Die Objektinformation kann den Empfang von Laufzeitdaten von der Prozessanlage in Verbindung mit dem Echtzeitbetrieb des Prozessanlagenelements betreffen. In den Fällen, in denen zu den Eigenschaften des Benutzerprofils eine Angabe über Bedienerzugriff gehört, kann die angegebene Inhaltsschicht einer anwenderspezifischen Darstellung der Laufzeitdaten in einer Bedienerinhaltschicht aus der Vielzahl der Inhaltsschichten zugewiesen werden. Alternativ bzw. zusätzlich betrifft die Objektinformation die Erzeugung von Simulationsdaten in Verbindung mit dem simulierten Betrieb eines Prozessanlagenelements. In den Fällen, in denen zu den Eigenschaften des Benutzerprofils eine Angabe für Wartungszugriff gehört, kann die angegebene Inhaltsschicht einer anwenderspezifischen Darstellung der Simulationsdaten in einer Wartungsinhaltschicht aus der Vielzahl der Inhaltsschichten zugewiesen werden. Außerdem kann das Objekt auch Informationen bezüglich einer simulierten Störung des simulierten Betriebs des Prozessanlagenelements enthalten. In den Fällen, in denen zu den Eigenschaften des Benutzerprofils eine Angabe für Instrukteurszugriff gehört, kann die angegebene Inhaltsschicht einer anwenderspezifischen Darstellung der Simulationsdaten zugewiesen werden, die aus der simulierten Störung in einer Instrukteursinhaltschicht aus der Vielzahl der Inhaltsschichten entstehen.

[0018] In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt der Offenlegung wird ein Verfahren zur Bereitstellung einer Benutzerschnittstelle für eine Prozessanlage offen gelegt. Das Verfahren umfasst die Erzeugung von Informationen für eine Vielzahl von verschiedenen Typen von Benutzern der Benutzerschnittstelle durch die Verarbeitung von Daten bezüglich des Echtzeit- und des simulierten Betriebs der Prozessanlage sowie die Darstellung eines ausgewählten Teils der Inhalte in einer anwenderspezifischen Darstellung der Prozessanlage durch die Bestimmung des ausgewählten "Teils der Inhalte in Übereinstimmung mit einem aktuellen Benutzertyp aus der Vielzahl unterschiedlicher Benutzertypen.

[0019] In einigen Ausführungsformen erfolgt die anwenderspezifische Darstellung dadurch, dass bestimmt wird, ob die Prozessanlage online ist, um daraufhin den ausgewählten Teil der Inhalte für die anwenderspezifische Darstellung zu bestimmen.

[0020] In Übereinstimmung mit noch einem weiteren Aspekt der Offenlegung wird ein Verfahren zur Erzeugung einer Benutzerschnittstelle für eine Prozessanlage offen gelegt. Das Verfahren umfasst die Erstellung einer prozessgrafischen Anzeige einer Vielzahl von grafischen Anzeigeelementen, die repräsentativ für eine Vielzahl von Prozessanlagenelementen der Prozessanlage sind. Die Vielfalt der grafischen Anzeigeelemente wird konfiguriert, indem Parameter bezüglich des Betriebs der entsprechenden Prozessanlagenelemente definiert werden und indem Simulationsparameter definiert werden, um den simulierten Betrieb der entsprechenden Prozessanlagenelemente zu unterstützen. Das Verfahren umfasst ebenfalls die Aufstellung einer Vielzahl von Inhaltsschichten zur selektiven Anzeige von Informationen bezüglich des Betriebs und des simulierten Betriebs der Prozessanlagenelemente über anwenderspezifische Ansichten der prozessgrafischen Anzeige.

[0021] In einigen Ausführungsformen umfasst das Verfahren außerdem einen Schritt zur Speicherung einer Vielzahl von Objekten für die Vielzahl von grafischer Anzeigeelementen. Jedes Objekt kann dann die entsprechenden Parameter bezüglich des Echtzeitbetriebs und die Simulationsparameter enthalten.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0022] [Abb. 1](#) ist ein Blockdiagramm eines verteilten Prozesssteuerungsnetzwerks, das sich innerhalb einer Prozessanlage befindet und eine Bediener-Workstation enthält, auf der eine Anzeigeroutine implementiert ist, die intelligente Prozessobjekte verwendet, um Prozessmodule und grafische Anzeigen zur Simulation des Betriebs der Prozessanlage zu erstellen;

[0023] [Abb. 2](#) ist ein logisches Blockdiagramm einer Menge von Anwendungen und anderer Einheiten, ein-

schließlich intelligenter Prozessobjekte und Prozessmodule, die auf der Bediener-Workstation aus [Abb. 1](#) gespeichert werden, und die verwendet werden können, um erweiterte Funktionen in einer Prozessanlage zu implementieren;

[0024] [Abb. 3](#) ist eine vereinfachte Darstellung eines Konfigurierungsbildschirms, mit dessen Hilfe ein Konfigurierungsingenieur eine prozessgrafische Anzeige oder ein Prozessmodul unter Verwendung von in einer Objektbibliothek gespeicherten intelligenten Prozessobjekten erstellen kann;

[0025] [Abb. 4](#) ist eine detaillierte Darstellung einer beispielhaften prozessgrafischen Anzeige, die eine Darstellung der Ströme und Verbindungselemente innerhalb der Prozessanlage enthält, wobei die Darstellung erstellt wird, indem die grafischen Anzeigeelemente einer Anzahl intelligenter Prozessobjekte miteinander verbunden werden;

[0026] [Abb. 5](#) ist ein logisches Blockdiagramm eines Verfahrens, mit dem Prozessmodule, die intelligente Prozessobjekte verwenden, in einem bestehenden Prozesssteuerungsnetzwerk erstellt und dort implementiert werden können;

[0027] [Abb. 6](#) ist eine vereinfachte Darstellung einer beispielhaften Bedienerinhaltsschicht einer prozessgrafischen Anzeige, die über grafische Anzeigeelemente für eine Menge von intelligenten Prozessobjekten verfügt;

[0028] [Abb. 7](#) ist eine vereinfachte Darstellung einer beispielhaften Wartungsinhaltsschicht der prozessgrafischen Anzeige aus [Abb. 6](#), wobei die Wartungsinhaltsschicht grafische Anzeigeelemente enthält, die sich von den in der Inhaltsschicht in [Abb. 6](#) gezeigten unterscheiden;

[0029] [Abb. 8](#) ist eine vereinfachte Darstellung einer beispielhaften technischen Inhaltsschicht der prozessgrafischen Anzeige aus [Abb. 6](#), wobei die technische Inhaltsschicht grafische Anzeigeelemente enthält, die sich von den in der Inhaltsschicht in [Abb. 6](#) gezeigten unterscheiden;

[0030] [Abb. 9](#) ist eine vereinfachte Darstellung einer beispielhaften Managementinhaltsschicht der prozessgrafischen Anzeige aus [Abb. 6](#), wobei die Managementinhaltsschicht grafische Anzeigeelemente enthält, die sich von den in der Inhaltsschicht in [Abb. 6](#) gezeigten unterscheiden;

[0031] [Abb. 10](#) ist eine vereinfachte Darstellung einer beispielhaften Schulungs-Bedienerinhaltsschicht einer weiteren prozessgrafischen Anzeige, die in einer Übung verwendet wird;

[0032] [Abb. 11](#) ist eine vereinfachte Darstellung einer beispielhaften Instruktorsinhaltsschicht der prozessgrafischen Anzeige aus [Abb. 10](#) zu Schulungszwecken, wobei die Instruktorsinhaltsschicht zu Schulungszwecken grafische Anzeigeelemente enthält, die sich von den in der Inhaltsschicht in [Abb. 10](#) gezeigten unterscheiden;

[0033] [Abb. 12](#) ist eine noch stärker vereinfachte Darstellung der beispielhaften Instruktorsinhaltsschicht einer prozessgrafischen Anzeige, die einen Störungsbildschirm enthält, der ebenfalls im Rahmen einer Übung eingesetzt werden soll;

[0034] [Abb. 13](#) ist eine weitere vereinfachte Darstellung der beispielhaften Instruktorsinhaltsschicht einer prozessgrafischen Anzeige, die ein Dialogfeld oder einen Bildschirm hat, der ebenfalls im Rahmen einer Übung eingesetzt werden soll;

[0035] [Abb. 14](#) ist eine Darstellung eines beispielhaften Bildschirms einer Instruktorsinhaltsschicht einer prozessgrafischen Anzeige, wobei der Bildschirm in Verbindung mit einem Stellelement erzeugt wird, das über die prozessgrafische Anzeige gezeigt wird; und

[0036] [Abb. 15](#) ist eine Darstellung eines weiteren beispielhaften Bildschirms einer Instruktorsinhaltsschicht einer prozessgrafischen Anzeige, wobei der weitere Bildschirm in Verbindung mit einer lokalen Eingabekonsolle oder einem anderen System außerhalb des Prozesssteuerungssystems für ein Element einer Prozessanlage erzeugt wird, das in einem Prozessmodul simuliert wird, für das die prozessgrafische Anzeige repräsentativ ist.

[0037] Offen gelegt wird ein Verfahren und ein System für Benutzerschnittstellen für eine Prozessanlage. Die hierin offen gelegte Benutzerschnittstellenlösung umfasst generell die Anzeige einer anwenderspezifischen grafischen Darstellung von Prozessanlagenelementen über ein Anzeigegerät der Benutzerschnittstelle, wobei die Informationen für die potenzielle Anzeige in der grafischen Darstellung durch die Verarbeitung von Daten sowohl des Echtzeit- als auch des simulierten Betriebs der Prozessanlage erzeugt werden. Die anwenderspezifische Gestaltung der grafischen Darstellung wird erreicht durch die Bestimmung einer Inhaltsschicht der erzeugten Informationen. Die Inhaltsschicht kann durch eine Auswahl auf Grundlage der Eigenschaften eines Benutzerprofils desjenigen Benutzers bestimmt oder angegeben werden, der aktuell das Anzeigegerät der Benutzerschnittstelle betrachtet.

[0038] Zur Unterstützung einer Reihe unterschiedlicher Benutzertypen steht eine Vielzahl an Inhaltsschichten einer prozessgrafischen Anzeige zur Verfügung. Beispiele für Benutzer sind Bediener, Wartungspersonal, Schulungsinstrukture, technisches Personal und Management. Auf diese Weise kann ein Bediener eine anwenderspezifische Inhaltsschicht der prozessgrafischen Anzeige ansehen, die Laufzeitdaten präsentiert, die von der Prozessanlage in Zusammenhang mit den dargestellten Elementen der Prozessanlage empfangen werden. Simulationsdaten können ebenfalls so in Zusammenhang mit einem Modell der Prozessanlagenelemente präsentiert werden, dass das Wartungspersonal eine anwenderspezifische Inhaltsschicht ansehen kann, in der die Simulationsdaten dargestellt werden. Es ist auch möglich, eine simulierte Störung in das Modell der Prozessanlagenelemente einzuführen, wenn der Schulungsinstrukteur Zugriff auf eine Instrukteursinhalte der prozessgrafischen Anzeige hat.

[0039] Die Verwendung einer Vielzahl von Inhaltsschichten einer prozessgrafischen Anzeige bietet einen integrierten Ansatz für Benutzerschnittstellen für Prozessanlagen, bei der die Notwendigkeit von Konfigurierungsingenieuren und Konstrukteuren zur Gestaltung separater Anzeigen für die unterschiedlichen Benutzer, die die Prozessanlage aus verschiedenen Online- oder Offline-Perspektiven überwachen, nicht mehr gegeben ist. Wie nachfolgend beschrieben wird, werden die Laufzeit- und die Simulationsinformationen zur Unterstützung der Vielzahl der Inhaltsschichten auf eine integrierte Art und Weise über intelligente Prozessobjekte erzeugt, die Routinen, Anweisungen, Verhaltensweisen oder Methoden für die Implementierung über eine Ausführungs-Engine angeben. Zur Darstellung von grafischen Anzeigeelementen in einer anwenderspezifischen Inhaltsschicht kann dann auch die Auswahl eines Teils der erzeugten Informationen in Übereinstimmung mit den durch die intelligenten Prozessobjekte definierten Methoden, Verhaltensweisen usw. gehören. Beispiele dafür, wie Teile dieser Informationen in spezifische Inhaltsschichten ein- oder aus diesen ausgeschlossen werden können, werden nachfolgend in Zusammenhang mit einer Anzahl unterschiedlicher Eigenschaften des Benutzerprofils angegeben.

[0040] In [Abb. 1](#) wird beispielhaft eine Prozessanlage **10**, bei der intelligente Prozessobjekte zur Bildung prozessgrafischer Anzeigen und Prozessmodule verwendet werden, die beide aus Gründen einer verbesserten Steuerung und Simulation innerhalb der Anlagenumgebung mit Steuerungsmodulen integriert sein können, im Detail veranschaulicht. Im Speziellen verwendet die Prozessanlage **10** ein verteiltes Prozesssteuerungssystem mit einer oder mehreren Steuereinheiten **12**, von denen jede mit einem oder mehreren Feldgeräten **14** und **16** über Eingabe/Ausgabe-Geräte (E/A) oder Karten **18** verbunden ist, bei denen es beispielsweise um Feldbus-, Profibus-, HART-Schnittstellen, Standardschnittstellen mit 4–20 mA usw. handelt. Die Steuereinheiten **12** sind ebenfalls an einen oder mehrere Hosts oder Bediener-Workstations **20** und **22** über eine Datenautobahn **24** gekoppelt, die beispielsweise eine Ethernet-Verbindung sein kann. Eine Datenbank **28** kann mit der Datenautobahn **24** verbunden sein und funktioniert als Archivierungssystem, das Parameter, Zustandsdaten und andere mit den Steuereinheiten und Feldgeräten innerhalb der Anlage **10** assoziierte Daten sammelt und speichert, und/oder als eine Konfigurierungsdatenbank, die die aktuelle Konfigurierung des Prozesssteuerungssystems innerhalb der Anlage **10** so speichert, wie sie an die Steuereinheiten **12** und die Feldgeräte **14** und **16** heruntergeladen und dort gespeichert wurde. Während sich die Steuereinheiten **12**, die E/A-Karten **18** und die Feldgeräte **14** und **16** typischerweise unten innerhalb der manchmal rauen Anlagenumgebung befinden und dort weitflächig verteilt sind, befinden sich die Bediener-Workstations **20** und **22** sowie die Datenbank **28** üblicherweise in Kontrollräumen oder in anderen weniger rauen Umgebungen, zu denen die Bediener oder das Wartungspersonal einen einfachen Zugang haben.

[0041] Wie bereits bekannt ist, speichert jede dieser Steuereinheiten **12**, für die hier beispielhaft die von Emerson Process Management verkaufte Steuereinheit DeltaV™ steht, eine Steuerungsanwendung, die unter Verwendung einer beliebigen Anzahl unterschiedlicher und unabhängig betriebener Steuerungsmodule oder -blöcke **29** eine Steuerungsstrategie implementiert, und führt diese Anwendung aus. Jedes dieser Steuerungs-

module **29** kann aus üblicherweise so bezeichneten Funktionsblöcken bestehen, wobei jeder Funktionsblock Teil oder Subroutine einer allgemeinen Steuerungsroutine ist und (über so genannte Kommunikationsverbindungen) zusammen mit anderen Funktionsblöcken arbeitet, um Prozesssteuerungskreise innerhalb der Prozessanlage **10** zu implementieren. Wie hinreichend bekannt ist, haben Funktionsblöcke, die Objekte in einem objektorientierten Programmierprotokoll sein können, typischerweise eine Eingabefunktion, wie beispielsweise eine solche, wie sie mit einem Geber, einem Sensor oder einem anderen Messgerät für Prozessparameter assoziiert wird, eine Steuerungsfunktion, wie beispielsweise eine solche, wie sie mit einer Steuerungsroutine, die eine PID-Regelung, eine Fuzzy-Logic-Steuerung usw. durchführt, assoziiert wird, oder eine Ausgabefunktion, die den Betrieb eines bestimmten Geräts, wie beispielsweise eines Ventils, zur Durchführung bestimmter physikalischer Funktionen innerhalb der Prozessanlage **10** steuert. Natürlich gibt es auch hybride und andere Typen komplexer Funktionsblöcke, wie beispielsweise MPCs (model predictive controllers, Modellprädiktive Steuereinheiten), Optimierungsglieder usw. Obwohl das Feldbus-Protokoll und das Systemprotokoll des DeltaV Steuerungsmodul und Funktionsblöcke verwenden, die in einem objektorientierten Programmierprotokoll entworfen und implementiert wurden, können die Steuerungsmodul unter Verwendung eines beliebigen Programmierschemas für die gewünschte Steuerung entworfen werden, einschließlich beispielsweise sequenzieller Funktionsblöcke, Leiterlogik usw., und sie sind nicht auf einen Entwurf oder eine Implementierung unter Verwendung des Funktionsblocks oder einer beliebigen anderen speziellen Programmiertechnik beschränkt.

[0042] In der in [Abb. 1](#) dargestellten Anlage **10** können die mit den Steuereinheiten **12** verbundenen Feldgeräte **14** und **16** Standardgeräte mit 4–20 mA sein, sie können intelligente Feldgeräte sein, wie beispielsweise HART-, Profibus- oder FOUNDATION™-Feldbus-Feldgeräte, die einen Prozessor und einen Speicher enthalten, oder sie können Geräte von einem beliebigen anderen geeigneten Typ sein. Einige dieser Geräte, wie beispielsweise Feldbus-Feldgeräte (in [Abb. 1](#) mit der Referenznummer **16** bezeichnet), können Module oder Submodule, wie beispielsweise Funktionsblöcke, speichern oder ausführen, die mit der in den Steuereinheiten **12** implementierten Steuerungsstrategie assoziiert sind. Wie allgemein bekannt ist, können die Funktionsblöcke **30**, die entsprechend der Darstellung in [Abb. 1](#) an zwei verschiedenen Feldbus-Feldgeräten **16** angeordnet sind, in Zusammenhang mit der Ausführung der Steuerungsmodul **29** innerhalb der Steuereinheiten **12** zur Implementierung der Prozesssteuerung ausgeführt werden. Natürlich kann es sich bei den Feldgeräten **14** und **16** um Geräte eines beliebigen Typs handeln, beispielsweise um Sensoren, Ventile, Geber, Stellungsregler usw., und die E/A-Geräte **18** können E/A-Geräte eines beliebigen Typs sein, die einem der geeigneten Kommunikations- oder Steuerungsprotokolle entsprechen, wie beispielsweise HART, Feldbus, Profibus usw.

[0043] Die Bediener-Workstation **20** in der Prozessanlage **10** aus [Abb. 1](#) enthält eine Sammlung von Anwendungen der Bedienerschnittstelle und anderen Datenstrukturen **32**, auf die jeder autorisierte Benutzer (manchmal als Konfigurierungsingenieur und manchmal als Bediener bezeichnet, obwohl es auch andere Typen von Benutzern gibt, wie nachfolgend in Zusammenhang mit den auf einen Benutzertyp zugeschnittenen Anzeigeschichten beschrieben wird) zugreifen kann, um diese anzuzeigen und ihre Funktionalität bezüglich der innerhalb der Prozessanlage **10** verbundenen Geräte, Einheiten usw. zu gewährleisten. Die Sammlung der Anwendungen der Bedienerschnittstelle **32** wird in einem Speicherbaustein **34** der Workstation **20** gespeichert, und alle Anwendungen oder Einheiten innerhalb der Sammlung von Anwendungen **32** werden so angepasst, dass sie auf einem mit der Workstation **20** verknüpften Prozessor **36** ausgeführt werden können. Obwohl die vollständige Sammlung der Anwendungen **32** so dargestellt ist, als wäre sie in der Workstation **20** gespeichert, können einige dieser Anwendungen oder andere Einheiten in anderen Workstations oder Computergeräten gespeichert und ausgeführt werden, die sich innerhalb der Anlage **10** befinden oder mit dieser verknüpft sind. Außerdem kann diese Sammlung von Anwendungen Anzeigeausgaben für einen mit der Workstation **20** verknüpften Anzeigeschirm **37** oder irgendein anderes geeignetes Anzeigegerät, einschließlich Handgeräte, Laptops, andere Workstations, Drucker usw., bereitstellen. In ähnlicher Weise können die Anwendungen in der Sammlung von Anwendungen **32** aufgegliedert und auf zwei oder mehr Computern oder Maschinen ausgeführt werden, und sie können so konfiguriert werden, dass sie gegenseitig zusammenarbeiten.

[0044] Im Allgemeinen ermöglicht die Sammlung von Anwendungen **32** die Erstellung und Verwendung von drei unterschiedlichen Typen von Einheiten, deren Betrieb zum Zwecke einer verbesserten Steuerung, Simulation und verbesserter Anzeigefunktionen innerhalb der Anlage **10** integriert werden kann. Im Speziellen kann die Sammlung von Anwendungen **32** verwendet werden, um prozessgrafische Anzeigen **35** (die im Allgemeinen eine einem Teil der Prozessanlage zuzuordnende Bedieneranzeige enthalten), Prozessmodul **39** (die im Allgemeinen eine Simulation eines Teils der Prozessanlage enthalten) und Prozesssteuerungsmodul zu erstellen und zu implementieren, wie beispielsweise die Steuerungsmodul **29**, die im Allgemeinen eine Echtzeitsteuerung des Prozesses ermöglichen oder durchführen. Die Prozesssteuerungsmodul **29** sind im Allgemeinen gut bekannt und können einen beliebigen Typ eines Steuerungsmoduls enthalten, wie beispielsweise Funktionsblock-Steuerungsmodul usw. Die prozessgrafischen Anzeigeelemente **35**, die nachfolgend noch

detaillierter beschrieben werden, sind im Allgemeinen Elemente, die von einer Bediener-, einer technischen oder einer anderen Anzeige verwendet werden, um einem Benutzer, wie beispielsweise einem Bediener, Informationen über den Betrieb, die Konfiguration oder den Aufbau der Prozessanlage und der darin enthaltenen Elemente zur Verfügung zu stellen. Die Prozessmodule **39** sind im Allgemeinen eng an die prozessgrafischen Anzeigeelemente **35** gekoppelt und können verwendet werden, um den Betrieb der Prozessanlage oder einiger der verschiedenen darin angeschlossenen Elemente auf die Weise zu simulieren, die in den prozessgrafischen Anzeigen **35** dargestellt wird. Auch wenn die prozessgrafischen Anzeigen **35** und die Prozessmodule **39** so dargestellt werden, als wären sie in den Workstations **20** und **22** gespeichert und würden dort ausgeführt, können die prozessgrafischen Anzeigen **35** und die Prozessmodule **39** an beliebige andere mit der Prozessanlage **10** verknüpfte Computer, einschließlich Laptops, Handgeräte usw., heruntergeladen und dort ausgeführt werden.

[0045] In [Abb. 2](#) werden einige der Anwendungen und Datenstrukturen oder andere Einheiten innerhalb der Sammlung von Anwendungen **32** der Workstation **20** veranschaulicht. Die Sammlung von Anwendungen **32** enthält insbesondere Konfigurierungsanwendungen **38** für Steuerungsmodul, Prozessmodule und die grafische Anzeige, die von einem Konfigurierungsingenieur zur Erstellung von Steuerungsmodulen, Prozessmodulen (auch Prozessablaufmodule genannt) und den dazu gehörigen grafischen Anzeigen verwendet werden. Während die Konfigurierungsanwendung für Steuerungsmodul irgendeine Standard- oder eine bekannte Konfigurierungsanwendung für Steuerungsmodul sein kann, kann bzw. können die Konfigurierungsanwendung(en) für die Prozessmodule und die grafische Anzeige Prozessmodule und grafische Anzeigen unter Verwendung eines oder mehrerer intelligenter Prozessobjekte erstellen, deren Beschaffenheit nachfolgend noch detaillierter beschrieben wird. Außerdem könnte, obwohl die Prozessmodule und die Konfigurierungsanwendungen für Prozessmodule **38** separat gezeigt werden, eine Konfigurierungsanwendung beide dieser Typen von Elementen erstellen.

[0046] Eine Bibliothek **40** von intelligenten Prozessobjekten **42** enthält Beispiele oder Vorlagen für intelligente Prozessobjekte **42**, auf die zugegriffen werden kann, die kopiert und von der Konfigurierungsanwendung **38** verwendet werden können, um die Prozessmodule **39** und die grafischen Anzeigen **35** zu erstellen. Daraus ist zu ersehen, dass die Konfigurierungsanwendung **38** verwendet werden kann, um eines oder mehrere Prozessmodule **39** zu erstellen, von denen jedes aus intelligenten Prozessobjekten **42** besteht oder aus diesen erstellt wurde und einen oder mehrere Prozessablauf- oder Simulationsalgorithmen **45** enthalten kann, die in einem Speicher des Prozessmoduls **46** gespeichert werden. Zusätzlich kann die Konfigurierungsanwendung **38** verwendet werden, um eine oder mehrere grafische Anzeigen **35** zu erstellen, von denen jede aus intelligenten Prozessobjekten **42** besteht oder aus diesen erstellt wurde und eine beliebige Anzahl von untereinander verbundenen Anzeigeelementen enthalten kann. Eine der grafischen Anzeigen **35b** wird in [Abb. 2](#) in erweiterter Form veranschaulicht und enthält eine Darstellung einer Menge von Prozesselementen, wie beispielsweise Ventile, Tanks, Sensoren und Durchflusssensoren, die durch Verbindungselemente, wie beispielsweise Rohre, Röhren, Stromkabel, Fördermittel usw. untereinander verbunden sind.

[0047] Eine Ausführungs-Engine **48** bedient oder implementiert während der Laufzeit die einzelnen grafischen Anzeigen **35** und die Prozessmodule **39**, um eine oder mehrere der durch die grafischen Anzeigen **35** definierten Prozessanzeigen für einen Bediener zu erstellen und um die mit den Prozessmodulen **39** assoziierte Simulationsfunktionalität zu implementieren. Die Ausführungs-Engine **48** kann eine Regeldatenbank **50** verwenden, in der die bei den Prozessmodulen **39** zu implementierende Logik im Allgemeinen und die intelligenten Prozessobjekte innerhalb dieser Module im Speziellen definiert werden. Die Ausführungs-Engine **48** kann auch eine Verbindungsmatrix **52** verwenden, die die Verbindungen zwischen den Prozesselementen innerhalb der Anlage **10** als auch innerhalb der Prozessmodule **39** definiert, um die Funktionalität für die Prozessmodule **39** zu implementieren.

[0048] [Abb. 2](#) veranschaulicht eines der intelligenten Prozessobjekte **42e** noch detaillierter. Obwohl das intelligente Prozessobjekt **42e** so dargestellt wird, als wäre es eine der Vorlagen für intelligente Prozessobjekte, ist die Darstellung so zu deuten, dass andere intelligente Prozessobjekte im Allgemeinen die gleichen oder ähnliche Elemente, Merkmale, Parameter usw. enthalten, wie sie bezüglich des intelligenten Prozessobjekts **42e** beschrieben werden, und dass die Eigenschaften oder Werte dieser Elemente, Merkmale oder Parameter von einem intelligenten Prozessobjekt zum nächsten auf der Basis der Beschaffenheit dieses intelligenten Prozessobjekts geändert oder variiert werden können. Außerdem kann, während das intelligente Prozessobjekt **42e** ein Objekt innerhalb einer objektorientierten Programmierumgebung sein und daher diesbezügliche Datenspeicher, Eingaben, Ausgaben und Methoden enthalten kann, dieses intelligente Prozessobjekt mit einem beliebigen anderen geeigneten Programmierparadigma oder -protokoll erstellt und implementiert werden.

[0049] Es versteht sich, dass das intelligente Prozessobjekt **42e** vor seiner Instanziierung ein Objekt ist, das mit einer Einheit von einem bestimmten Typ, wie beispielsweise einer physischen oder logischen Einheit, innerhalb der Prozessanlage **10** aus [Abb. 1](#) assoziiert ist. Das intelligente Prozessobjekt **42e** kann jedoch nach dem Kopiervorgang und der Instanziierung mit einer bestimmten Einheit innerhalb der Prozessanlage gekoppelt werden. In jedem Fall enthält das intelligente Prozessobjekt **42e** einen Datenspeicher **53**, mit dem Daten gespeichert werden, die von einer logischen Einheit, mit der das intelligente Prozessobjekt **42e** assoziiert ist, empfangen werden oder zu dieser gehören. Der Datenspeicher **53** enthält im Allgemeinen einen Datenspeicher **53a**, in dem allgemeine oder permanente Informationen über die Einheit gespeichert werden, zu der das intelligente Prozessobjekt **42e** gehört, wie beispielsweise Hersteller, Überprüfung, Name, Typ usw. Ein Datenspeicher **53b** kann variable oder veränderliche Daten speichern, wie beispielsweise Parameterdaten, Zustandsdaten, Eingabe- und Ausgabedaten, Kosten oder andere Daten über die Einheit, zu der das intelligente Prozessobjekt **42e** gehört, einschließlich Daten, die mit der Einheit assoziiert werden, so wie sie in der Vergangenheit bestanden hat oder wie sie gegenwärtig in der Prozessanlage **10** besteht. Natürlich kann das intelligente Prozessobjekt **42e** so konfiguriert oder programmiert werden, dass es diese Daten (z. B. Kostendaten) auf einer periodischen oder einer nicht-periodischen Basis über irgendeine Kommunikationsverbindung von der Einheit selbst, über den Ethernet-Bus **24** vom Archivierungssystem **28** oder auf irgendeine andere geeignete Art und Weise empfängt. Ein Datenspeicher **53c** kann eine grafische Darstellung der Einheit speichern, zu der das intelligente Prozessobjekt **42e** gehört, die dann für die tatsächliche Anzeige für den Bediener über eine Bedienerschnittstelle verwendet wird, wie beispielsweise den mit der Workstation **20** aus [Abb. 1](#) assoziierten Bildschirm **37**. Natürlich kann diese grafische Darstellung Platzhalter (die im Datenspeicher **53c** unterstrichen markiert sind) für Informationen über die Einheit enthalten, wie beispielsweise Informationen, die durch die Parameter- und andere variable Daten über die Einheit definiert werden, wie sie im Datenspeicher **53b** gespeichert sind. Diese Parameterdaten können in den grafischen Platzhaltern angezeigt werden, wenn dem Bediener die grafische Darstellung auf einem Anzeigegerät **37** als Teil einer der grafischen Anzeigen **35** präsentiert wird. Die grafische Darstellung (und das intelligente Prozessobjekt **42e**) kann auch vordefinierte Verbindungspunkte (im Datenspeicher **53c** durch ein „X“ markiert) enthalten, über die ein Bediener oder Konfigurierungsingenieur dem Prozesselement vor- oder nachgeschaltete Komponenten hinzufügen kann, wie durch die grafische Darstellung gezeigt wird. Natürlich ermöglichen diese Verbindungspunkte es auch dem intelligenten Prozessobjekt **42e**, sich der mit diesem intelligenten Objekt, so wie in einem Prozessmodul konfiguriert, verbundenen Elemente bewusst zu werden, und es kann ein Typ für das zu verwendende Verbindungselement, wie beispielsweise ein Rohr, eine Röhre usw., ein mit diesem Element assoziierter Strom usw. angegeben werden.

[0050] Das intelligente Prozessobjekt **42e** kann auch einen oder mehrere Eingänge **54** und Ausgänge **56** haben, durch die eine Kommunikation mit anderen intelligenten Prozessobjekten innerhalb oder außerhalb des Prozessmoduls ermöglicht wird, in dem das intelligente Prozessobjekt **42** verwendet wird. Die Verbindungen der Eingänge **54** und Ausgänge **56** mit anderen intelligenten Prozessobjekten kann während der Konfigurierung eines Prozessmoduls durch einen Konfigurierungsingenieur dadurch konfiguriert werden, dass einfach andere intelligente Prozessobjekte mit diesen Eingängen und Ausgängen verbunden werden, oder dass bestimmte Verbindungen angegeben werden, die zwischen den intelligenten Prozessobjekten bestehen müssen. Einige dieser Eingänge und Ausgänge können so definiert werden, dass sie mit den an den vordefinierten Verbindungspunkten für das intelligente Prozessobjekt verbundenen intelligenten Prozessobjekten, wie oben erörtert, verbunden werden. Diese Eingänge **54** und Ausgänge **56** können auch durch eine Menge von Regeln in einer Regeldatenbank **50** und der Verbindungsmatrix **52** bestimmt oder definiert werden, in der die Verbindungen zwischen unterschiedlichen Geräten oder Einheiten innerhalb der Anlage **10** definiert werden. Die Eingänge **54** und Ausgänge **56**, die assoziierte Datenspeicher und Puffer enthalten, werden, allgemein gesagt, verwendet, um eine Kommunikation von Daten aus anderen intelligenten Prozessobjekten zum intelligenten Prozessobjekt **42e** oder eine Kommunikation von Daten, die im intelligenten Prozessobjekt **42e** gespeichert oder von diesem erzeugt werden, zu anderen intelligenten Prozessobjekten zu ermöglichen. Diese Eingänge und Ausgänge können auch verwendet werden, um eine Kommunikation zwischen dem intelligenten Prozessobjekt **42e** und anderen Objekten innerhalb des Prozesssteuerungssystems, wie beispielsweise den Steuerungsmodulen innerhalb der Steuereinheiten **12**, den Feldgeräten **14**, **16** usw., zu ermöglichen.

[0051] Wie in [Abb. 2](#) dargestellt wird, enthält das intelligente Prozessobjekt auch einen Methodenspeicher **58**, mit dem null, eine oder mehrere Methoden **60** gespeichert werden (in [Abb. 2](#) dargestellt als **60a**, **60b** und **60c**), die Algorithmen sein können, die durch das intelligente Prozessobjekt **42e** während der Ausführung eines Prozessmoduls, in dem das intelligente Prozessobjekt **42e** verwendet wird, implementiert werden sollen. Im Allgemeinen werden die im Methodenspeicher **58** gespeicherten Methoden **60** die Daten, die in den Datenspeicherbereichen **53a** und **53b** gespeichert sind, und Daten, die von anderen intelligenten Prozessobjekten erhalten werden, oder sogar Daten aus anderen Quellen, wie beispielsweise der Konfigurationsdatenbank

oder dem Archivierungssystem **28**, über die Eingänge **54** und die Ausgänge **56** verwenden, um Informationen über die Prozessanlage **10** oder eine Einheit innerhalb der Anlage **10** zu bestimmen. Zum Beispiel können die Methoden **60** schlechte oder ungenügende Betriebsbedingungen, die mit der durch das intelligente Prozessobjekt **42e** definierten Einheit zusammenhängen, Fehler in Zusammenhang mit dieser oder mit anderen Einheiten innerhalb der Prozessanlage **10** usw. feststellen. Die Methoden **60** können so vorkonfiguriert oder auf Grundlage des Typs oder der Klasse des intelligenten Prozessobjekts formuliert werden, und sie werden im Allgemeinen jedes Mal ausgeführt, wenn das intelligente Prozessobjekt **42e** während der Laufzeit innerhalb der Ausführungs-Engine **48** ausgeführt wird. Einige Beispielmethoden **60**, die in einem intelligenten Prozessobjekt, wie beispielsweise dem intelligenten Prozessobjekt **42e**, enthalten sein können, sind die Feststellung von Lecks, Totzonen, Totzeiten, Bewegung, Variabilität, Überwachung der Bedingungen, Berechnung von Kosten oder andere Bedingungen in Zusammenhang mit der Einheit.

[0052] Die Methoden **60** können auch so beschaffen sein, dass sie helfen, den Betrieb der mit dem intelligenten Prozessobjekt assoziierten Prozesseinheit auf dem Material zu simulieren, das durch diese Einheit fließt. So kann es Methoden **60** geben, die Materialbilanzen, Energiebilanzen, Durchflüsse, Temperaturen, Zusammensetzungen, Dampfzustände und andere Parameter auf System- und Stromebene für das in Anlage **10** befindliche Material berechnen, um den Betrieb des Elements so zu simulieren, dass der zu erwartende Ausgang auf Grundlage des bereitgestellten Eingangs berechnet werden kann. Natürlich sind dies nur einige Methoden, die in dem intelligenten Prozessobjekt **42e** gespeichert und ausgeführt werden können, und es gibt viele andere Methoden, die verwendet werden können, wobei solche Methoden im Allgemeinen von dem Typ der dargestellten Einheit, der Art und Weise, wie diese Einheit in einer Prozessanlage eingebunden und dort verwendet wird, sowie von anderen Faktoren bestimmt werden. Es ist wichtig zu bemerken, dass, während das intelligente Prozessobjekt **42e** Methoden speichern und ausführen kann, die Bedingungen, Fehler u. ä. auf Systemebene feststellen können, diese Methoden auch verwendet werden können, um andere Informationen über Geräte, logische Elemente, wie beispielsweise Prozesssteuerungsmodule und -kreise, sowie andere Einheiten außerhalb der Systemebene zu bestimmen. Wenn gewünscht, können die Methoden **60** in einer beliebigen geeigneten Programmiersprache programmiert oder bereitgestellt werden, wie beispielsweise C, C++, C# usw., oder sie können in anwendbaren Regeln innerhalb der Regeldatenbank **50** referenziert werden, die für das intelligente Prozessobjekt **42e** während der Ausführung berücksichtigt werden sollten, oder sie können diese Regeln definieren.

[0053] Wenn gewünscht, kann jedes intelligente Prozessobjekt eine Bibliothek anwendbarer Algorithmen oder Methoden enthalten, die verwendet werden können, um das Simulationsverhalten des intelligenten Prozessobjekts beim Einbinden in ein Prozessmodul zu definieren. So eine Bibliothek wird für das intelligente Prozessobjekt **42e** aus [Abb. 2](#) in einem Aktionsmenü **61** veranschaulicht, und ein ähnliches Menü kann mit jedem anderen intelligenten Prozessobjekt verknüpft werden. Der Konfigurierungsingenieur kann das Simulationsverhalten eines intelligenten Prozessobjekts, wenn dieses intelligente Prozessobjekt durch die Auswahl eines Simulationsalgorithmus aus der entsprechenden Bibliothek (genannt Methode 1, Methode 2 usw.) in einem Prozessmodul **39** platziert wird, beispielsweise über das Aktionsmenü **61** definieren. Auf diese Weise kann der Konfigurierungsingenieur in Abhängigkeit vom Typ oder der Beschaffenheit des Prozesses, für dessen Modellierung das intelligente Prozessobjekt verwendet werden soll, unterschiedliche Simulationsverhalten definieren.

[0054] Wenn gewünscht, kann der Konfigurierungsingenieur stattdessen einen proprietären oder anderweitig benutzerdefinierten Algorithmus zum Definieren des Simulationsverhaltens des durch den intelligenten Prozessblock definierten Prozesselements bereitstellen. Solch ein benutzerdefinierter Algorithmus (im Aktionsmenü **61** als Eintrag „Benutzerdefiniert“ veranschaulicht) kann für ein intelligentes Prozessobjekt bereitgestellt und dort gespeichert werden, wenn dieses intelligente Prozessobjekt innerhalb eines Prozessmoduls **39** platziert oder verwendet wird. Diese Funktionalität macht es möglich, dass das Simulationsverhalten vom Benutzer angepasst werden kann, was so zu einer besseren oder genaueren Simulation führt. Wenn gewünscht, können intelligente Prozessobjekte **42** oder jedes einzelne Prozessmodul **39**, wie später noch detaillierter beschrieben wird, einen vom Bediener zu betätigenden Schalter enthalten (wie beispielsweise einen elektronischen Schalter oder eine Markierung), der die Verwendung des Simulationsalgorithmus innerhalb der intelligenten Prozessobjekte deaktiviert und stattdessen dafür sorgt, dass das Verhalten des Prozessmoduls durch ein hochgenaues Simulationspaket oder -programm bestimmt wird, wie beispielsweise eines von HYSYS. In diesem Fall erhält das intelligente Prozessobjekt oder das Prozessmodul simulierte Parameterdaten aus der hochgenauen Simulation, anstatt die Simulationsalgorithmen zu verwenden, die in den intelligenten Prozessobjekten selbst enthalten sind.

[0055] Während der Ausführung einer grafischen Anzeige **35** oder eines Prozessmoduls **39** durch die Aus-

führungs-Engine **48** implementiert die Engine **48** die durch die Eingänge **54** und die Ausgänge **56** definierte Kommunikation in jedem der intelligenten Prozessobjekte in der grafischen Anzeige **35** oder im Prozessmodul **39**, und sie kann die Methoden **60** für jedes dieser Objekte implementieren, damit diese die durch die Methoden **60** gegebene Funktionalität auch durchführen können. Wie bereits festgestellt, kann die Funktionalität der Methoden **60** innerhalb der intelligenten Prozessobjekte programmiert oder durch eine Menge von Regeln innerhalb der Regeldatenbank **50** definiert werden, die die Ausführungs-Engine **48** auf Grundlage des Typs, der Klasse, der Identifikation, des Kennzeichnungsnamens usw. eines intelligenten Prozessobjekts ausführt, um die durch diese Regeln definierte Funktionalität zu implementieren.

[0056] Es wird bemerkt, dass eine Instanz des intelligenten Prozessobjekts **42e** eine Kennzeichnung oder einen eindeutigen Namen im Kontext des Prozessmoduls hat, mit dem das intelligente Prozessobjekt **42e** assoziiert ist, und diese Kennzeichnung oder dieser eindeutige Name kann verwendet werden, um eine Kommunikation zu und von dem intelligenten Prozessobjekt **42e** zu ermöglichen, und die Kennzeichnung oder der eindeutige Name kann von der Ausführungs-Engine **48** während der Laufzeit referenziert werden. Prozessmodulkennzeichnungen sollten innerhalb der Konfiguration eines Steuerungssystems eindeutig sein. Diese Kennzeichnungskonvention macht es möglich, dass Elemente innerhalb der Prozessmodule **39** von Elementen in anderen prozessgrafischen Anzeigen **35**, Prozessmodulen **39** und sogar Steuerungsmodulen **29** referenziert werden können. Außerdem können die Parameter des intelligenten Prozessobjekts **42e** einfache Parameter, wie beispielsweise einfache Werte, sein, sie können aber auch strukturierte Parameter oder intelligente Parameter sein, die die damit verknüpften erwarteten Maßeinheiten und Attribute kennen. Intelligente Parameter können von der Prozessregel-Engine oder von der Ausführungs-Engine **48** interpretiert und verwendet werden, um sicherzustellen, dass alle Signale mit denselben Maßeinheiten gesendet oder entsprechend konvertiert werden. Intelligente Regeln können auch verwendet werden, um Alarmgruppen für die intelligenten Prozessobjekte (oder Prozessmodule) ein- und auszuschalten, um für den Bediener eine intelligente Alarmstrategie und/oder -schnittstelle zu erstellen. Zudem können die Klassen intelligenter Prozessobjekte mit Ausrüstungs- und Modulklassen innerhalb der Prozesssteuerungsstrategie der Anlage **10** assoziiert werden, um so für eine bekannte Verbindung zwischen dem intelligenten Prozessobjekt und den Prozessvariablen zu sorgen, die es interpretieren oder auf die es zugreifen können muss.

[0057] Intelligente Prozessobjekte können, wenn sie in prozessgrafischen Anzeigen oder Prozessmodulen verwendet werden, auch einen Betriebsmodus, einen Zustand sowie ein Alarmverhalten haben, sodass diese Objekte während der Laufzeit in verschiedene Modi versetzt werden können, wie z. B. Aus, Aufwärmphase oder normaler Modus, einen mit dem Objekt assoziierten Zustand basierend auf dessen aktuellem Betriebszustand angeben können und Alarmer auf Grundlage festgestellter Bedingungen angeben können, wie beispielsweise eines außerhalb seines Gültigkeitsbereichs befindlichen Parameters, einer begrenzten, hohen Variabilität usw. Intelligente Prozessobjekte können auch eine Klassen/Unterklassen-Hierarchie haben, anhand derer sie in Klassenbibliotheken kategorisiert werden können, in zusammengesetzten Strukturen gesammelt werden können usw. Ferner können intelligente Prozessobjekte Informationen von anderen Elementen anwenden, wie beispielsweise von Steuerungsmodulen oder anderen Objekten, um dem intelligenten Prozessobjekt die Möglichkeit zu geben zu erkennen, wann seine assoziierte Einheit beschäftigt oder beispielsweise von einem Stapelsteuerungsprozess innerhalb der Anlage **10** beansprucht wird.

[0058] Intelligente Prozessobjekte können mit einer beliebigen geeigneten Prozesseinheit assoziiert werden, wie beispielsweise physischen Geräten, wie Pumpen, Tanks, Ventilen usw., oder logischen Geräten, wie Prozessbereichen, Messungen oder Stellgliedern, Steuerungsstrategien usw. In einigen Fällen können intelligente Prozessobjekte mit Verbindungsgliedern assoziiert werden, wie beispielsweise Rohren, Röhren, Kabeln, Fördermitteln oder einer beliebigen anderen Vorrichtung oder Einheit, mit der Material, elektrischer Strom, Gas usw. von einem Punkt innerhalb des Prozesses zu einem anderen Punkt transportiert wird. Intelligente Prozessobjekte, die mit Verbindungsgliedern assoziiert werden, und die hier manchmal intelligente Verbindungen oder Verbindungselemente genannt werden, sind ebenfalls gekennzeichnet (auch wenn das tatsächliche Gerät oder das Verbindungsglied selbst möglicherweise keine Kennzeichnung trägt oder nicht innerhalb der Prozessanlage **10** kommunizieren kann) und können im Allgemeinen verwendet werden, um Materialfluss zwischen anderen Elementen im Prozess darzustellen.

[0059] Intelligente Verbindungen haben typischerweise Eigenschaften oder Parameter, die definieren, wie unterschiedliche Materialien oder Phänomene (wie beispielsweise elektrischer Strom) durch die Verbindung fließen (z. B. Dampf, elektrischer Strom, Wasser, Abwasser usw.). Diese Parameter können den Typ und die Beschaffenheit des Flusses (wie beispielsweise die übliche Geschwindigkeit, Reibungskoeffizienten, Flusstypen wie turbulent oder laminar, elektromagnetische Aspekte usw.) durch das Verbindungsglied und die mögliche Richtung bzw. die möglichen Richtungen des Flusses durch das Verbindungsglied anzeigen. Intelligente Ver-

bindungen können eine Programmierung oder Methoden beinhalten, durch die sichergestellt wird, dass die Maßeinheiten der Quelle und des Zielobjekts, zu dem die intelligente Verbindung führt, übereinstimmen und die, sollte das nicht der Fall sein, eine entsprechende Konvertierung durchführen können. Die Methoden der intelligenten Verbindung können auch den Fluss durch das Verbindungsglied unter Verwendung eines Modells oder Algorithmus modellieren, mit dem die Geschwindigkeit oder Beschaffenheit des Flusses durch die eigentlichen Verbindungsglieder, die Länge und Größe der physischen Verbindungen, die Transportverzögerung usw. geschätzt werden kann. Die gespeicherten Parameter für das intelligente Prozessobjekt (wie beispielsweise Reibungsparameter) können in diesen Methoden verwendet werden. So wird den intelligenten Prozessobjekten durch die intelligenten Verbindungen oder Verbindungselemente im Wesentlichen ermöglicht, sich anderer vor- oder nachgeschalteter Objekte oder Einheiten bewusst zu werden. Natürlich können intelligente Verbindungen beispielsweise die Verbindungen zwischen anderen Objekten, den Typ des Fließmediums innerhalb des Systems, also Flüssigkeit, Gas, elektrischer Strom o. ä., die stromaufwärtige und die stromabwärtige Seite der Einheiten, welche anderen Einheiten der Einheit für dieses intelligente Prozessobjekt vor- oder nachgeschaltet sind, die Richtung des Materials, des Fließmediums, des elektrischen Flusses usw. in irgendeiner gewünschten oder geeigneten Art und Weise definieren. In einer Ausführungsform kann die Matrix **52** vor der Berücksichtigung der Prozessablaufmodule erstellt werden und für die intelligenten Verbindungen die gegenseitigen Verbindungen zwischen den unterschiedlichen Geräten innerhalb der Anlage und damit auch die gegenseitigen Verbindungen zwischen den unterschiedlichen intelligenten Prozessobjekten definieren. Tatsächlich kann die Ausführungs-Engine **48** die Matrix **52** verwenden, um die vor- und nachgeschalteten Einheiten zu ermitteln und so die Kommunikationsverbindungen zwischen den intelligenten Prozessobjekten und den mit den intelligenten Prozessobjekten assoziierten Methoden zu definieren. Ferner können eine oder mehrere Mengen an Regeln angegeben werden, die von den intelligenten Prozessobjekten verwendet werden, um miteinander zu interagieren und voneinander die Daten zu erhalten, die für die Methoden innerhalb der intelligenten Prozessobjekte benötigt werden, sowie um die Auswirkungen von intelligenten Objekten zu dämpfen, die mit Ausgangsverbindungen assoziiert sind.

[0060] Wenn gewünscht, kann das intelligente Prozessobjekt **42e** auch aktive Verknüpfungen, wie beispielsweise URLs, zur Hauptdokumentation enthalten, die für diesen Objekttyp anwendbar oder (in Abhängigkeit von der Kritikalität und der Anwendung) für die Instanz des Geräts, zu dem das intelligente Prozessobjekt **42e** gehört, spezifisch sein können. Die Dokumentation kann dabei sowohl vom Zulieferer stammen als auch benutzerspezifisch sein. Einige Beispiele für eine Dokumentation sind Anleitungen für die Konfigurierung, das Hoch- und Herunterfahren, die Bedienung und Wartung. Wenn gewünscht, kann ein Bediener auf das Objekt klicken, wie es auf einer Bedieneranzeige dargestellt wird, um die instanzspezifische (falls vorhanden) und generische Dokumentation für das Objekt oder das assoziierte Gerät aufzurufen. Außerdem ist der Bediener möglicherweise in der Lage, Dokumentation unabhängig von der Systemsoftware hinzuzufügen/zu löschen/zu ändern, wie beispielsweise bei Wartungsanforderungen, Aufzeichnungen von Betriebsproblemen usw. Außerdem können diese aktiven Verknüpfungen möglicherweise vom Benutzer konfiguriert oder geändert werden, damit Wissensverknüpfungen zu Objekten in der Bedienerschnittstelle hinzugefügt werden können, damit eine schnelle Navigation zu geeigneten mit dem Objekt assoziierten Informationen möglich ist, und damit Arbeitsanleitungen hinzugefügt werden können, die für den Benutzer, einen bestimmten Objekttyp oder sogar die bestimmte Instanz des Objekts spezifisch sind.

[0061] Obwohl die Prozessmodule und Prozessgrafiken weiter oben so beschrieben werden, als würden sie zusammen durch die gegenseitige Verbindung unterschiedlicher intelligenter Prozessobjekte erstellt, können sie separat erstellt werden. Beispielsweise kann eine Prozessgrafik unter Verwendung intelligenter Prozessobjekte erstellt werden, und ein Prozessmodul für diese Grafik kann, nachdem dieser Vorgang abgeschlossen ist, auf Grundlage der grafischen Elemente und ihrer gegenseitigen Verbindungen in der grafischen Anzeige erzeugt werden. Alternativ kann zuerst das Prozessmodul unter Verwendung intelligenter Prozessobjekte erstellt werden, und nach dieser Erstellung kann eine grafische Anzeige für dieses Prozessmodul durch die Konfigurierungsanwendung **38** unter Verwendung der grafischen Anzeigeelemente in den intelligenten Prozessobjekten, die zum Erstellen des Prozessmoduls verwendet wurden, automatisch erzeugt werden. Ferner können ein Prozessmodul und eine grafische Anzeige vollkommen unabhängig voneinander erstellt werden, und die einzelnen Elemente innerhalb dieser Einheiten können manuell durch wechselseitige Referenzierung (beispielsweise unter Verwendung der Kennzeichnungseigenschaften der Elemente in der grafischen Anzeige und im Prozessmodul) miteinander gekoppelt werden. Über diesen Mechanismus kann ein intelligentes Prozessobjekt von mehreren Anzeigen referenziert werden. In jedem Fall können eine prozessgrafische Anzeige und ein Prozessmodul, einmal erstellt, unabhängig und voneinander getrennt ausgeführt werden, obwohl sie typischerweise je nach Gefallen und Bedarf Parameter und Informationen gegenseitig austauschen.

[0062] Allgemein gesagt, kann eine Menge vordefinierter Grafikelemente in der Konfigurierungsanwendung

bereitgestellt werden, damit ein Benutzer die Möglichkeit hat, prozessgrafische Anzeigen aufzubauen, die die Prozessanlage widerspiegeln. Diese Anzeigen haben grafische Anzeigeelemente, die so konstruiert sind, dass sie dynamisch Echtzeitmessungen und Stellglieder anzeigen, die mit dem Steuerungssystem verbunden sind, und die im Ergebnis dessen Informationen präsentieren können, die typischerweise überwacht und von Bedienern und anderen in den Echtzeitbetrieb eingebundenen Personen verwendet werden. Zusätzlich können nicht gemessene Parameter, die den Prozessbetrieb widerspiegeln, unter Verwendung der in den Prozessmodulen bereitgestellten Prozesssimulationen berechnet und als integraler Bestandteil der grafischen Anzeigen gezeigt werden. Auf diese und andere Weisen können die prozessgrafischen Anzeigen Informationen bieten, die typischerweise überwacht und vom Anlagenpersonal abseits des Bedieners, wie beispielsweise technischem Personal oder Management, verwendet werden können.

[0063] Zusätzlich können die von den Prozessmodulen bereitgestellten Prozesssimulationswerte in einer Offline-Umgebung, die zu technischen Zwecken oder als Schulungssimulation verwendet werden kann, anstelle der tatsächlichen Prozessmesswerte verwendet und/oder angezeigt werden, die anderweitig von den grafischen Elementen und den assoziierten Steuerungsmodulen bereitgestellt werden. Diese Simulationswerte, die von den assoziierten Prozessmodulen oder einer Simulationsanwendung von einem Drittanbieter (z. B. HYSYS) berechnet werden können, können ebenso auf tatsächlichen Anlageneinstellungen (z.B. der Position oder dem Zustand eines Stellglieds) beruhen wie auf benutzerdefinierten Störungseinstellungen oder Werten, die über die prozessgrafischen Anzeigen und ihre entsprechenden grafischen Anzeigeelemente eingerichtet und in diesen dargestellt werden können. Zu diesem Zweck kann eine für eine Offline-Ansicht der prozessgrafischen Anzeigen angepasste Inhaltsschicht der prozessgrafischen Anzeige erzeugt und beispielsweise in einem Schulungskontext verfügbar gemacht werden. Weitere Details bezüglich dieser Inhaltsschicht der prozessgrafischen Anzeige werden nachfolgend dargelegt.

[0064] Noch allgemeiner gesagt, können die prozessgrafischen Anzeigen in einer ganzen Reihe von Kontexten, bei denen sowohl Echtzeit- oder Steuerungssituationen als auch Offline- oder Simulationssituationen beteiligt sind, von unterschiedlichsten Typen von Personen verwendet werden. Zu diesem Zweck kann jede prozessgrafische Anzeige eine Vielzahl von Inhaltsschichten haben, die speziell auf diese unterschiedlichen Kontexte, Situationen und Personen ausgerichtet sind. Im Gegensatz zu früheren Systemen, die über separate und unabhängige Anzeigen verfügten, sind diese dedizierten Inhaltsschichten integrierte Bestandteile der Objekte, durch die sie definiert werden, in dem Sinn, dass mit demselben Objekt oder denselben Objekten die Informationen assoziiert sind, die zum Erzeugen aller einzelnen Inhaltsschichten notwendig sind. Im Ergebnis bieten die Inhaltsschichten einer einzelnen prozessgrafischen Anzeige anwenderspezifische Ansichten, ohne dass ein Konfigurierungsingenieur oder anderes Konstruktionspersonal zum Erstellen einer separaten Anzeige für jede der Ansichten erforderlich ist.

[0065] Der Umfang der Informationen, die zum Erzeugen angepasster Anzeigen in der Benutzerschnittstelle für die verschiedenen Funktionen (Betrieb, Technik, Wartung, Management usw.) notwendig sind, wird ermöglicht und unterstützt durch eine flexible und erweiterbare Menge an grafischen Anzeigeelementen und den damit assoziierten Simulationsalgorithmen. Diese grafischen Anzeigeelemente, die einer Anzahl unterschiedlicher Typen von Elementen der Prozessanlage entsprechen können, unter diesen Stromelemente, Prozessverbindungselemente, Stellelemente, Verarbeitungselemente, Messelemente und Elemente für geschätzte Eigenschaften, können vordefiniert oder anderweitig verfügbar gemacht werden, um sie beim Erstellen der prozessgrafischen Anzeige und seiner umfangreichen Funktionalität zu verwenden. Speziell angepasste Elemente können auch von einem Konfigurierungsingenieur erstellt oder erzeugt werden, um spezifische Typen der genannten Prozessanlagenelemente, Zusammensetzungen aus diesen Elementen und vollständig neue Elemente abzudecken, die aus einfachen grafischen Formen (z. B. Linien, Kreisen usw.) zusammengesetzt sind.

[0066] Stromelemente definieren im Allgemeinen einen Materialstrom in der Prozessanlage und können in der grafischen Anzeige dargestellt werden, um die Zusammensetzung, die Dichte, den Fluss, die Temperatur, den Druck, das Gewicht und/oder beliebige andere Parameter darzustellen, die den Materialstrom definieren. Stromelemente können am Eingang des Prozessmoduls definiert werden, und sie können für Elemente innerhalb des Prozessmoduls bereitgestellt werden, damit der Materialfluss durch das Prozessmodul modelliert und in der grafischen Anzeige dargestellt werden kann. In ähnlicher Weise können Stromelemente am Ausgang oder Ende des Prozesses dargestellt werden, um in der grafischen Anzeige den Materialausgang des Teils der Prozessanlage zu veranschaulichen, der in der grafischen Anzeige dargestellt wird. Stromelemente können auch verwendet werden, um zu definieren, wie verschiedene grafische Anzeigen (und die assoziierten Prozessmodule) untereinander verbunden sind. Beispielsweise kann der Ausgangsstrom eines Prozessmoduls der Eingangsstrom in einem anderen Prozessmodul sein, und er kann die Werte bereitstellen, die im Eingangsstrom des anderen Prozessmoduls verwendet werden. Ströme können die folgenden vier Bestandteile enthal-

ten: Name (z. B. pH-Strom), Richtung (z. B. Flusseingang), Messung (z. B. Durchfluss, Druck, Temperatur) und Zusammensetzung (z. B. Stickstoff, Ammoniak usw.). Ströme können aber auch, wenn gewünscht, andere Bestandteile oder Parameter enthalten.

[0067] Prozessverbindungselemente definieren die Art und Weise, wie Materialien innerhalb der Anlage, wie beispielsweise feste Stoffe, Flüssigkeiten und Dampf sowie Gase, von einem Gerät zum nächsten befördert oder transportiert werden. Um den Materialfluss durch den Prozess deutlich zu machen, können drei unterschiedliche Typen von Prozessverbindungen, und zwar Rohre, Röhren und Fördermittel, verwendet werden. Natürlich können auch andere Verbindungselemente, wie beispielsweise elektrische Kabel für den Energiefluss in elektrochemischen Prozessen usw., verwendet werden. Rohre werden im Allgemeinen verwendet, um den Fluss von Flüssigkeiten oder Dampf bzw. Gas unter hohem Druck innerhalb der Anlage zu veranschaulichen (und zu simulieren). Röhren werden im Allgemeinen dazu verwendet, um den Durchfluss von Gas unter niedrigem Druck innerhalb einer Anlage zu veranschaulichen (und zu simulieren). Fördermittel werden im Allgemeinen dazu verwendet, um die Bewegung von festen Stoffen zwischen Verarbeitungseinheiten innerhalb einer Anlage zu veranschaulichen (und zu simulieren). Auf diese Weise definiert jedes Prozessverbindungselement den Typ der Verbindung, wie beispielsweise eine Rohrverbindung, eine Röhrenverbindung oder eine Verbindung über ein Fördermittel, die verwendet wird, um Materialien am Eingang oder Ausgang eines Geräts bereitzustellen.

[0068] Wenn gewünscht, werden die Eigenschaften des über eine Verbindung transportierten Materials durch den stromaufwärtigen Eingang bestimmt. Diese Informationen können zusammen mit einer Verbindungszustandsvariable, die angibt, ob die Verbindung durchgehend ist, als Eigenschaften des Verbindungselements auf der grafischen Anzeige verfügbar gemacht werden. Ein Verbindungselement kann am Ausgang eines Verarbeitungselements, am Ausgang eines Stellelements oder am Ausgang eines Stromelements beginnen. In ähnlicher Weise kann ein Verbindungselement am Eingang eines Verarbeitungselements, am Eingang eines Stellelements oder am Eingang eines Stromelements enden.

[0069] Die Eigenschaften eines Verbindungselements können automatisch angezeigt werden, wenn der Mauszeiger in der grafischen Anzeige auf das Verbindungselement bewegt wird. Die mit einem Verbindungselement assoziierten Eigenschaften können auch permanent auf der Anzeige dargestellt werden, wenn ein Messelement oder ein Element für eine geschätzte Eigenschaft (nachfolgend definiert) auf dem Verbindungselement platziert wird. Wenn gewünscht, kann ein Verbindungselement erstellt werden, indem die linke Maustaste gedrückt wird, während sich der Mauszeiger über einem Elementausgang befindet (wie beispielsweise dem Ausgang eines Stromelements, dem Ausgang eines Verarbeitungselements oder dem Ausgang eines Stellelements), und indem dann der Mauszeiger mit gedrückter Maustaste auf einen Elementeingang gezogen wird. Damit die Verbindung erfolgreich erstellt werden kann, müssen der Eingangs- und Ausgangstyp (Rohr, Röhre oder Fördermittel) der stromaufwärtigen und stromaufwärtigen Elemente übereinstimmen. Die Verbindung übernimmt automatisch den Typ des stromaufwärtigen Elements.

[0070] Wenn gewünscht, können Rohrleitungselemente in der prozessgrafischen Anzeige als Rohrverbindung angezeigt oder dargestellt werden, Röhrenelemente (z. B. Luft oder Gas) können als Röhre angezeigt oder dargestellt werden, und Fördermittel können als Förderbänder angezeigt werden. Rohr- und Röhrenverbindungen sowie Verbindungen mit Fördermitteln können automatisch zwischen den Verarbeitungselementen geführt werden, und außerhalb der Darstellung dieser Elemente können Pfeile angezeigt werden, um die Flussrichtung anzugeben. Wenn ein stromaufwärtiger Ausgang zwei Verbindungen gemeinsam ist, kann ein T-Stück in das Rohr, die Röhre oder das Fördermittel eingebaut werden. In ähnlicher Weise können T-Elemente verwendet werden, um mehrere Ausgänge zu kombinieren. Die Farbe und andere grafische Eigenschaften eines Fördermittelelements können geändert werden, um seinen Zustand, also läuft/angehalten, fließt/fließt nicht, angeschlossen usw., anzuzeigen. Allgemein gesagt, wird der Materialfluss entlang eines Fördermittels durch den mit dem Fördermittel verbundenen Motorantrieb bestimmt. Es kann also ein Stellglied für den Motorantrieb (wobei es sich um ein Stellelement handelt, das später noch ausführlicher beschreiben wird) mit dem Fördermittel verbunden werden. Zusätzlich können Messelemente (nachfolgend beschrieben) mit den Rohr-, Röhren- oder Fördermittelelementen verbunden werden, damit Messungen, die mit den Rohr-, Röhren- oder Fördermittelelementen assoziiert werden, wie beispielsweise die Geschwindigkeit des Fördermittels oder der Materialdurchfluss in einem Rohr oder in einer Röhre, die Eigenschaften des Materials auf oder in dem Fördermittel, dem Rohr oder der Röhre, z. B. Feuchtigkeit oder Gewicht, dargestellt werden können. Außerdem kann ein dargestelltes Eigenschaftselement hinzugefügt werden, um Eigenschaften des Materials auf oder in dem Rohr, der Röhre oder dem Fördermittel anzuzeigen, die nicht gemessen werden, wie beispielsweise die Zusammensetzung des Materials.

[0071] Wenn gewünscht, kann jedes der Rohr-, Röhren- oder Fördermittelverbindungselemente grafisch und dynamisch widerspiegeln, dass eine Verbindung verloren gegangen ist (z. B. durch eine Farbänderung) oder dass eine ausgewählte Eigenschaft (Druck, Temperatur, Länge usw.) sich außerhalb der konfigurierten Grenzen bewegt (z. B. durch eine Farbänderung). Außerdem können Parameter, die von dem assoziierten Prozessmodul berechnet wurden, in der Grafik dargestellt werden. Beispielsweise können Eigenschaften, die von der stromaufwärtigen Verbindung bereitgestellt werden, Angaben darüber, ob der Zustand einer Verbindung gut oder schlecht ist, Grenzwerte für einen oder mehrere ausgewählte Parameter des Verbindungselements usw. in der grafischen Anzeige dargestellt werden und so dem Bediener Informationen über das Verbindungselement oder den durch dieses Verbindungselement transportierten Strom geben.

[0072] Allgemein gesagt, sind Stellelemente Elemente, die eine gewisse Stellfunktion bezüglich des Stroms ausüben, und die zwischen verschiedenen Verbindungselementen oder zwischen einem Verarbeitungselement und einem Verbindungselement platziert werden können. Beispiele für Stellelemente sind ein Regelventil (mit Ventilstellungsregler), ein Schaltventil (mit Stellglied), eine Pumpe (mit Motor), ein Luftgebläse (mit Motor), ein Saugzug (mit Motor), ein Ejektor (mit Schaltventil), ein Dämpfer (mit Antrieb), ein Förderer (mit verstellbarem Antrieb), ein Motorantrieb für ein Fördermittel (das an ein Fördermittelelement angeschlossen sein kann) usw.

[0073] Die grafische Darstellung der Ventilelemente kann dynamisch die implizierte Ventilposition (beispielsweise durch eine Animation), Ventilfehler (beispielsweise durch eine Farbänderung), die vollständig geöffnete/geschlossene Position des Ventils (beispielsweise durch eine Farbänderung) und AO, DO, DC, Sollwert, PV, OUT, Modus usw. (beispielsweise durch eine numerische Zeichenfolge oder eine andere Angabe) des assoziierten Steuerungsblocks, der dieses Ventil steuert, widerspiegeln. Das mit den Ventilelementen assoziierte Simulationselement (im Prozessmodul verwendet) kann Simulationsalgorithmen enthalten, die Parameter berechnen, die mit dem Ventilstellungsgeber assoziiert sind, wie beispielsweise den Verdichtungsdruck, den Massendurchfluss, die Temperatur der Flüssigkeit, die Zusammensetzung der Flüssigkeit, den Einlassdruck und den Auslassdruck. Diese simulierten oder berechneten Parameter können, wenn gewünscht, in der Prozessgrafik dargestellt werden. Der Benutzer oder Konfigurierungsingenieur muss jedoch üblicherweise den Verweis auf einen AO-, DO- oder DC-Block in einem mit dem Ventil assoziierten Steuerungsmodul ebenso konfigurieren wie den Ventiltyp (z. B. lineares Ventil, Schnellöffnungsventil, gleichprozentiges Ventil, Ventilgröße usw.) und die Schließzeit von der geöffneten bis zur geschlossenen Position. Natürlich können die Simulationsalgorithmen, mit denen der Betrieb des Ventils bezüglich des durch das Ventil fließenden Materials simuliert wird, vom Typ des Ventils und der Größeninformation abhängen.

[0074] Die grafische Darstellung der Pumpenelemente kann dynamisch den Zustand des Motors (beispielsweise durch eine Farbänderung), den Modus des assoziierten DO- oder DC-Funktionsblocks und den Sollwert (beispielsweise über Zeichenfolgen), die Drehzahl des Motors (wenn ein verstellbarer Antrieb verwendet wird), den AO-Sollwert, PV, OUT und Modus (wenn ein verstellbarer Antrieb verwendet wird) und andere gewünschte Parameter widerspiegeln. In ähnlicher Weise kann die (im Prozessmodul verwendete) Prozesssimulation für dieses Element Parameter bestimmen oder berechnen, wie beispielsweise den Verdichtungsdruck, die Zusammensetzung der Flüssigkeit, die Temperatur der Flüssigkeit und den Massendurchfluss, deren Parameter in der grafischen Anzeige dargestellt werden können. Der Benutzer muss möglicherweise eine Pumpenkurve auf Grundlage des Pumpentyps definieren. Der Benutzer kann jedoch den Verweis auf den mit dem Start/Stopp des Motors assoziierten DO- oder DC-Block, den Verweis auf den assoziierten AO-Funktionsblock für den verstellbaren Antrieb (wenn verwendet) und die Pumpenkurve (z. B. Druck vs. Durchfluss) zum Definieren des Betriebs der Pumpe konfigurieren.

[0075] Die grafische Darstellung eines Stellelements in Form eines Luftgebläses oder eines Saugzugs kann eine Darstellung enthalten, die dynamisch den Zustand des Motors, den Modus und Sollwert des DO- oder DC-Funktionsblocks, die Drehzahl des Motors (wenn ein verstellbarer Antrieb verwendet wird), den AO-Sollwert, PV, OUT, den Modus des DO- oder DC-Funktionsblocks (wenn ein verstellbarer Antrieb verwendet wird) und andere gewünschte Parameter widerspiegelt, von denen jeder einzelne in der grafischen Anzeige dargestellt werden kann. Das (in diesem Prozessmodul verwendete) Prozesssimulationselement für dieses Element kann Parameter bestimmen oder berechnen, wie beispielsweise den Verdichtungsdruck, die Zusammensetzung des Gases, die Temperatur des Gases und den Gasmassendurchfluss, deren Parameter in der grafischen Anzeige dargestellt werden können. Der Benutzer kann den Verweis auf den assoziierten DC-Block für den Start/Stopp des Motors, den Verweis auf einen AO-Block für den verstellbaren Antrieb (wenn verwendet) und die Lüfterkurve (Druck vs. Durchfluss) zum Definieren des simulierten Betriebs des Lüfters konfigurieren.

[0076] In einigen Fällen kann ein bestimmter Typ von Stellglied nur mit einem spezifischen Verbindungstyp,

z. B. einem Rohr, einer Röhre oder einem Fördermittel, verwendet werden. In der folgenden Tabelle werden beispielhaft einige Verbindungsbeschränkungen für typische Stellelemente definiert.

	Rohr	Röhre	Fördermittel
Regelventil	X		
Schaltventil	X		
Pumpe	X		
Ejektor	X		
Luftgebläse		X	
Saugzug		X	
Dämpfer		X	
Förderer	X		X
Motorantrieb			X

[0077] Zu den Verarbeitungselementen gehören Anlagenausrüstungen, die auf irgendeine Weise die Materialien und Ströme in der Anlage verarbeiten. Allgemein gesagt, erfolgen alle Eingänge in und alle Ausgänge aus Verarbeitungselementen über Verbindungselemente. Zu den Standardverarbeitungselementen gehören Tanks (vertikal und horizontal), Heizgeräte, statische Mischer, Reaktoren, Mischer, Lufferhitzer und beliebige andere Elemente, die irgendeine Art einfache oder Standardverarbeitungsaktivität durchführen. Bei Standardverarbeitungselementen kann der Benutzer die Anzahl von Eingängen und Ausgängen an dem Element zusammen mit den physikalischen Eigenschaften der Ausrüstung, wie beispielsweise Größe, Volumen usw., angeben. Der Simulationsalgorithmus und die statische Darstellung dieser Standardverarbeitungselemente kann so festgelegt werden, dass sie nicht vom Benutzer verändert werden können, dass sie aber wie oben beschrieben zur Konfigurierungszeit ausgewählt werden können. Natürlich können, wenn gewünscht, andere, typischerweise komplexere Anlagenausrüstungen (wie beispielsweise Destillationskolonnen, Evaporatoren, Separatoren, Kessel usw.) als anwenderspezifische Verarbeitungselemente implementiert werden. Die statische Darstellung, die Anzahl der Eingänge und Ausgänge und der Simulationsalgorithmus eines solchen anwenderspezifischen Verarbeitungselements können im Hinblick auf die Anforderungen der Benutzerschnittstelle abgeändert werden. Nachdem ein Verarbeitungselement definiert wurde, kann es als Verbundobjekt oder Vorlage gespeichert werden, das bzw. die dann als Ausgangspunkt bei der Erstellung eines anderen Verarbeitungselements verwendet oder wiederverwendet werden kann.

[0078] Das Standardverarbeitungselement für einen Tank (entweder vertikal oder horizontal) kann auf Grundlage der Rohrverbindungen zum Tank konfiguriert werden, und das Tankelement kann dynamisch den Füllstand im Tank (beispielsweise durch Verwendung einer dynamischen Animation) oder den Füllstand bei einem zu 100% gefüllten bzw. einem leeren Tank (beispielsweise durch eine Farbänderung) widerspiegeln. Die Prozessmodulsimulation für den Tank kann Parameter, wie beispielsweise die Auslasstemperatur, die Zusammensetzung des Auslasses, die Temperatur der Flüssigkeit und den simulierten Füllstand des Tanks, berechnen und, über eine grafische Anzeige, darstellen. Um den Tank an das System zu koppeln, muss der Benutzer oder Konfigurierungsingenieur jedoch möglicherweise die Anzahl der Eingangs- und Ausgangsverbindungen, die vollständigen Verbindungen zum Tank, die Tankeigenschaften, wie beispielsweise Größe (z. B. Durchmesser und Höhe) usw. konfigurieren.

[0079] Das Standardverarbeitungselement für ein Heizgerät kann den Wärmeleitkoeffizienten dynamisch berechnen und, über eine grafische Anzeige, widerspiegeln (beispielsweise durch eine Farbänderung). Das gleiche gilt für die Temperatur des Auslassprodukts, die Temperatur des Einlassprodukts, den Auslassdruck (eine gleichmäßige Verringerung vorausgesetzt) usw. Ein Benutzer oder Konfigurierungsingenieur muss möglicherweise die vollständigen Verbindungen zum Heizgerät, den Oberflächenbereich des Heizgeräts und den Wärmeleitkoeffizienten im sauberen Zustand konfigurieren.

[0080] Natürlich können andere Verarbeitungselemente, wie beispielsweise ein statischer Mischer, ein Reaktor, ein Mischer, ein Lufferhitzer, ein Wärmeaustauscher usw. Anzeige- und Simulationsfunktionen haben, die auf diese Typen von Geräten zugeschnitten sind. Nicht standardisierte Verarbeitungselemente, wie beispiels-

weise Destillationskolonnen, Evaporatoren, Separatoren, Kessel usw. können grafisch unter Verwendung eines anwenderspezifischen Verarbeitungselements dargestellt werden, in dem die mit dem Behälter assoziierte Simulation benutzerdefiniert sein kann, wenn sie nicht in einer Standardauswahl enthalten ist. Die Verarbeitung in diesen Elementen kann als Modell mit Sprungantwort beschrieben oder definiert werden, bei dem jeder Eingang mit jedem Ausgang des Behälters in Beziehung gebracht wird. Bei den Eingängen kann es sich um Gas- und/oder Flüssigkeitsströme handeln. Optional kann der Benutzer die Gleichungen definieren, die die Beziehungen zwischen den Eingängen und Ausgängen des Verarbeitungselements beschreiben, und diese Gleichungen können im Prozessmodul gespeichert werden, wobei dieses Element verwendet wird, um die Simulation durchzuführen. Wenn gewünscht, können einige einfache Graphendarstellungen bereitgestellt werden, die dem Benutzer helfen, schnell die mit einem anwenderspezifischen Verarbeitungselement assoziierten statischen Grafiken zu erstellen. Wenn diese einfachen Grafiken verwendet werden, muss der Benutzer möglicherweise lediglich die gewünschte Anzahl der Eingangs- und Ausgangsverbindungen sowie den Typ der von dem anwenderspezifischen Verarbeitungselement unterstützten Verbindung (z. B. Rohr, Röhre oder Fördermittel) angeben. Daraufhin wird das grafische Objekt angezeigt und kann sofort bei der Erstellung der Bedienergrafik verwendet werden. Wenn gewünscht, können die mit jedem Eingang und Ausgang des Prozesselements assoziierten Erträge und ein beliebiges dynamisches Verhalten angegeben werden, wenn sich der Benutzer entscheidet, den Simulationsalgorithmus in Form von Sprungantworten anzugeben. Wenn der Benutzer einen anwenderspezifischen Algorithmus auswählt, kann ein Ausdruckeditor bereitgestellt werden, mit dem der Benutzer den Simulationsalgorithmus definieren kann. Auf der Basis der ausgewählten Methode können die Eigenschaften der Ausgänge des anwenderspezifischen Verarbeitungselements unterschiedlich berechnet werden. Außerdem kann der Benutzer auf einen oder mehrere Algorithmen verweisen, die in einer separaten Software-Gruppe definiert wurden.

[0081] Zusätzlich können verschiedene vordefinierte Verbundobjekte oder Vorlagen zum Erstellen anwenderspezifischer Verarbeitungselemente bereitgestellt werden. Zu diesen Vorlagen kann beispielsweise eine Vorlage für einen Kessel gehören, die über einen anwenderspezifischen Algorithmus verfügt, mit dem das ausgehende gasförmige O₂, das ausgehende gasförmige CO, der erzeugte Dampf, das Niveau im Kesselbehälter und der Kesselzug berechnet werden. So eine Vorlage kann auf einem einzigen Brennstoffeingang basieren. Es ist jedoch, durch Abänderung der Vorlage, möglich, Kessel mit mehreren Brennstoffen zu simulieren. Zu den weiteren vordefinierten Vorlagen gehört eine Vorlage für einen spezialisierten Behälter-Zyklon-Separator, der in Verbindung mit einem anwenderspezifischen Verarbeitungselement für einen Sprühtrockner verwendet werden kann, und die ein Modell mit Sprungantwort enthalten kann, um den Betrieb des Separators zu modellieren. In ähnlicher Weise können eine Vorlage für eine Kolonne, einen Sprühtrockner und ein Evaporatorgehäuse ein Modell mit Stufenantwort verwenden, um die erwartete Prozessantwort zu definieren. Bei einem Evaporator kann auf Grundlage des Energieeingangs und der Konzentration des Einlassflusses die Konzentration des Auslassflusses und die Dampffreisetzung berechnet werden. Mehrere Evaporatorelemente können mit Wärmeaustauscher- und Ejektorelementen verbunden werden, um einen Mehrfacheffekt-Evaporator zu bilden. In ähnlicher Weise kann ein Verarbeitungselement für eine anwenderspezifische Vorlage für einen speziellen Behälter-Schacht zusammen mit dem Verarbeitungselement für Kessel verwendet werden. In diesem Fall können die Eigenschaften des Einlasses, wenn gewünscht, ohne Änderungen den Schacht passieren, oder sie können die im Schacht erfolgte Emissionsreduzierung widerspiegeln.

[0082] Andere Typen von Elementen, die zum Erstellen von prozessgrafischen Anzeigen und Prozessmodulen verwendet werden können, sind beispielsweise Messelemente und Eigenschaftselemente. Zu den Messelementen gehören Gebererelemente, die in der grafischen Anzeige verwendet werden können, um auf den mit einem physikalischen Messwertgeber assoziierten Messwert zuzugreifen, sowie Schalterelemente. Im Allgemeinen kann das Gebererelement dynamisch einen schlechten oder ungewissen Zustand, den Modus des assoziierten AI-Funktionsblocks im Steuerungsmodul, den Messwert und die Maßeinheiten usw. widerspiegeln, die mit einem tatsächlichen Geber (Sensor) oder anderen mit dem tatsächlichen Geber verknüpften Daten assoziiert sind. In einem Offline-Modus (oder Simulationsmodus) kann das Gebererelement verwendet werden, um auf den vom Prozessmodul bereitgestellten Simulationswert anstatt den mit dem AI- oder PCI-Block assoziierten Wert zuzugreifen und diesen anzuzeigen, oder es kann verwendet werden, um für den assoziierten AI-Block im Steuerungsmodul einen Messwert als Messung bereitzustellen, der in der simulierten Steuerungsroutine verwendet werden soll. Das Gebererelement kann einem Verbindungselement oder einem Verarbeitungselement hinzugefügt werden, und wenn so ein Gebererelement der Anzeige hinzugefügt wird, muss der Benutzer in der Regel im Schema der Steuereinheit den assoziierten AI-, PCI- oder DI-Block identifizieren, der die Messung bereitstellt. Im Echtzeitmodus kann der Wert der Messung neben diesem Messelement angezeigt werden. Im Offline-Modus (oder Simulationsmodus) kann der simulierte Wert der Messung (wie er von dem entsprechenden Prozessmodul entwickelt wurde) automatisch angezeigt werden. Im Echtzeitbetrieb kann der Benutzer entscheiden, im Fall eines Fehlers bei der Messung die Steuerung und Anzeige auf den simulierten

Wert umzuschalten.

[0083] Ein Schalterelement kann dynamisch einen schlechten oder ungewissen Zustand, den Modus des assoziierten DI (z. B. manuell oder OS) sowie den diskreten Wert eines Schalters (ein, aus usw.) widerspiegeln. Im Offline-Simulationsmodus kann der Benutzer das Schalteranzeigeelement verwenden, um auf die Schalterparameter in der grafischen Anzeige und im Steuerungsmodul zuzugreifen und diese zu ändern, indem er einen Simulationswert oder einen manuellen Wert und Zustand auswählt und manuell den Wert und Zustand des Schalters eingibt. Ein Benutzer kann jedoch im Allgemeinen ein Schalterelement konfigurieren, indem er einen Verweis auf einen assoziierten DI-Block im Steuerungsschema, einen Verweis auf eine Elementeigenschaft, die den Schalter betätigt, und die mit einer Zustandsänderung des Schalters assoziierten Grenzwert und Totzone bereitstellt.

[0084] Ein Element für eine geschätzte Eigenschaft stellt im Allgemeinen eine geschätzte Eigenschaft des Systems dar, wie sie durch das Prozessmodul bestimmt wird, und es kann einem Verbindungs- oder Verarbeitungselement hinzugefügt werden, um eine beliebige Eigenschaft dieses Elements anzuzeigen. Wenn dieses Element auf einem Verbindungselement oder auf einem Ausrüstungsteil platziert wird, kann der Benutzer durch die Anzeige blättern und die Eigenschaften auswählen, die angezeigt werden. So können simulierte Eigenschaften, die nicht aus physikalischen Messungen ermittelt werden können, durch die Verwendung eines Elements für geschätzte Eigenschaften dargestellt werden. So ein Element für geschätzte Eigenschaften kann dynamisch eine gute/schlechte Verbindung, den Wert/die Werte der geschätzten Eigenschaft und eine Eigenschaft widerspiegeln, die sich außerhalb einer assoziierten Grenze oder Änderung befindet. Ein Benutzer muss im Allgemeinen den auf die Eigenschaft(en), die angezeigt werden sollen, sowie auf die Grenzwerte und die Farbänderungen für das Element konfigurieren, wenn die Eigenschaft außerhalb dieser Grenzwerte liegt.

[0085] Es versteht sich, dass durch das Anhängen von Geberelementen und von Elementen für geschätzte Eigenschaften an Verarbeitungselemente, Stellelemente und Verbindungselemente die mit den Eingängen und Ausgängen dieser Prozessanlagenelemente assoziierten Eigenschaften während des Echtzeitbetriebs oder während der Offline-Simulation referenziert werden können. Diese Eigenschaften können auch in der prozessgrafischen Anzeige sichtbar gemacht werden.

[0086] Allgemein gesagt kann ein Bediener die Konfigurierungsanwendung **38** ausführen, um eines oder mehrere Prozessmodule **39** oder prozessgrafische Anzeigen zu erstellen, die während des Betriebs der Prozessanlage **10** oder in einer Simulationsumgebung implementiert werden. Die Konfigurierungsanwendung **38** präsentiert dem Konfigurierungsingenieur eine Konfigurierungsanzeige, wie sie in [Abb. 3](#) veranschaulicht wird. Wie in [Abb. 3](#) zu sehen ist, enthält eine Konfigurierungsanzeige **64** eine Bibliothek oder Vorlagensektion **65** sowie eine Konfigurierungssektion **66**. Die Vorlagensektion **65** enthält eine Darstellung von Mengen von Vorlagen für intelligente Prozessobjekte **67**, die das intelligente Prozessobjekt **42** aus [Abb. 2](#) enthalten können, und die einen beliebigen der oben beschriebenen Typen – Verbindungselement, Messelement, Stromelement, Verarbeitungselement und Element für geschätzte Eigenschaften – annehmen können. Wenn gewünscht, können auch nicht-intelligente Elemente **68**, die lediglich eine grafische Definition haben, bereitgestellt werden. Im Wesentlichen sind die Vorlagen **67** und **68** generische Objekte, die auf die Konfigurierungssektion **66** gezogen und dort abgelegt werden können, um eine Instanz eines intelligenten Prozessobjekts innerhalb eines Prozessmoduls oder einer grafischen Anzeige (oder beides) zu erstellen. Die Darstellung einer teilweise vervollständigten prozessgrafischen Anzeige **35c** enthält ein Ventil, zwei Tanks, zwei Pumpen, einen Durchflussgeber und zwei Sensoren, die untereinander durch Verbindungen auf dem Fließpfad verbunden sind, die sowohl intelligente Verbindungen als auch Verbindungselemente wie oben beschrieben sein können und einen Stromausgang erzeugen. Es ist zu bemerken, dass die grafische Anzeige **35c** sowohl aus intelligenten Prozessobjekten als auch aus nicht-intelligenten Elementen zusammengesetzt sein kann.

[0087] Beim Erstellen einer grafischen Anzeige, wie beispielsweise der grafischen Anzeige **35c**, oder eines Prozessmoduls kann der Konfigurierungsingenieur die intelligenten Prozessobjekte **67** und die Elemente **68**, die in der Vorlagensektion **65** dargestellt sind, auswählen und in die Konfigurierungssektion **66** ziehen und sie dort auf jeder beliebigen gewünschten Position ablegen. Im Allgemeinen wird der Konfigurierungsingenieur eines oder mehrere intelligente Prozessobjekte/Geräte **67a** oder nicht-intelligente Elemente **68**, die Geräte darstellen, in die Konfigurierungssektion ziehen. Der Konfigurierungsingenieur verbindet dann die intelligenten Prozessobjekte/Geräte in der Konfigurierungssektion **66** untereinander mit intelligenten Prozessobjekten/Verbindungen **67b**, und er kann Eingangs- und Ausgangsströme **67c** in der Anzeige platzieren. Außerdem können der Anzeige nicht-intelligente Elemente hinzugefügt werden. Der Konfigurierungsingenieur kann während dieses Prozesses die Eigenschaften jedes dieser intelligenten Prozessobjekte über Popup-Eigenschaftsmenüs usw. ändern, und er kann insbesondere die Methoden, Parameter, Kennzeichnungen, Namen, aktiven Ver-

knüpfungen, Modi, Klassen, Eingänge und Ausgänge usw. ändern, die mit diesen intelligenten Prozessobjekten assoziiert sind. Wenn der Prozess- oder Konfigurierungsingenieur ein Prozessmodul mit jedem der gewünschten Elemente, die typischerweise eine Prozesskonfiguration, einen Bereich o. ä. darstellen, erstellt hat, kann der Konfigurierungsingenieur Regeln oder andere mit dem Modul assoziierte Funktionen definieren. Solche Regeln können Ausführungsregeln sein, wie beispielsweise die, die mit der Leistung von Methoden auf Systemebene assoziiert werden, wie Berechnungen der Materialbilanz und des Durchflusses. Der Prozessingenieur oder Bediener kann auch entscheiden, Trends und Bildschirme hinzuzufügen, die von Nutzen sein können, wenn die Prozessanzeige online ist. Nach dem Erstellen der grafischen Anzeige **35c** kann der Konfigurierungsingenieur die Anzeige in einer Speichereinrichtung speichern, und er kann zu diesem oder einem späteren Zeitpunkt diese Anzeige instanziiieren und an die Ausführungs-Engine **48** auf eine Art und Weise herunterladen, dass die Ausführungs-Engine **48** eine grafische Anzeige erzeugen kann. Natürlich könnte der Konfigurierungsingenieur in dieser oder einer ähnlichen Art und Weise ein Prozessmodul erstellen, obwohl für Prozessmodulelemente im Vergleich zu prozessgrafischen Anzeigeelementen unterschiedliche Grafiken dargestellt werden können. Außerdem kann der Bediener entscheiden, während des Betriebs der Anlage weitere Detailstufen hinzuzuschalten. Beispielsweise würde eine der Detailstufen die Zusammensetzung an jeder Verbindung zeigen.

[0088] Wie bereits bemerkt, kann eine Prozessgrafik oder ein Prozessmodul eine spezifische Kennzeichnung haben. Beispielsweise können intelligente Prozessobjekte innerhalb einer grafischen Anzeige oder eines Prozessmoduls eine Kennzeichnung haben, die einen Alias enthält, der, beispielsweise, durch die Ausführungs-Engine **48** auf Grundlage anderer Faktoren, wie z. B. eines Ausrüstungsteils oder einer innerhalb des Prozesssteuerungssystems ausgewählten Route ausgefüllt oder bei Laufzeit ausgewählt werden kann. Die Verwendung von Alias-Namen und indirekten Verweisen in Prozesssteuerungssystemen wird detailliert besprochen in dem US-Patent Nr. 6,385,496, das an den Beauftragten für vorliegendes Patent übertragen wurde, und damit ausdrücklich als Verweis hier eingebunden ist. Alle diese Techniken können verwendet werden, um Alias-Namen in Kennzeichnungen für die hierin beschriebenen intelligenten Prozessobjekte bereitzustellen und aufzulösen. Mit der Verwendung von Alias-Namen u. ä. kann dasselbe Prozessmodul unterschiedliche Ansichten für Mengen von Ausrüstungsgegenständen usw. enthalten, oder es kann verwendet werden, um diese unterschiedlichen Ansichten zu unterstützen.

[0089] Die Konfigurierungsanwendung **38** kann verwendet werden, um die Anzeige **64** in [Abb. 3](#) auf eine mehrschichtige Art und Weise so zu konstruieren, dass, beispielsweise, Reiter (Ansicht 1, Ansicht 2, Ansicht 3) verwendet werden können, um auf die verschiedenen Ansichten des Prozessmoduls oder der grafischen Anzeige zuzugreifen oder diese zu erstellen. Diese Reiter können in dieser Konfigurierungsumgebung verwendet werden, um auf die verschiedenen Ansichten zuzugreifen und diese zu erstellen, und sie können, oder nicht, für das Umschalten zwischen solchen Ansichten während der Laufzeit (d.h., wenn die Ausführungs-Engine **48** die prozessgrafische Anzeige für einen Benutzer erzeugt) verfügbar gemacht werden. In jedem Fall können die unterschiedlichen Ansichten selektiv bereitgestellt werden, um die verschiedenen mit der Prozessanlage assoziierten Benutzer zu unterstützen. Weitere Details bezüglich dieser unterschiedlichen Ansichten und bezüglich der Art und Weise, in der die Ansichten die gleichen intelligenten Prozessobjekte (oder verschiedene Teilmengen dieser) in entsprechenden Inhaltsschichten der gleichen prozessgrafischen Anzeige enthalten und verwenden können, werden nachfolgend gegeben.

[0090] Vor einer weiteren Erörterung der angepassten Inhaltsschichten, die für verschiedene Typen von Benutzern verfügbar gemacht werden, werden nun die Beschaffenheit und die Konfigurierung der prozessgrafischen Anzeigen sowohl allgemein als auch in Verbindung mit einer beispielhaften Anzeige beschrieben. Wenn der Konfigurierungsingenieur ein Prozessmodul oder eine grafische Anzeige erstellt, speichert die Konfigurierungsanwendung **38** im Allgemeinen die intelligenten Prozessobjekte, zusammen mit den Verbindungen zwischen ihnen, automatisch in einer Datenbank. Diese Datenbank kann dann verwendet werden, um andere Prozessmodule und grafische Anzeigen unter Verwendung von einem oder mehreren der gleichen intelligenten Prozessobjekte zu erstellen. Beim Erstellen weiterer Anzeigen kann der Konfigurierungsingenieur so einfach auf das intelligente Prozessobjekt, wie es bereits in der Datenbank erstellt und gespeichert wurde, oder auf eine damit gespeicherte Methode usw. verweisen, um die intelligenten Prozessobjekte in der weiteren Anzeige zu platzieren. Auf diese Weise kann die Datenbank gefüllt werden, da die Prozesssteuerungsmodule und die grafischen Anzeigen erstellt werden und die Datenbank zu einer beliebigen Zeit verwendet werden kann, um unter Verwendung intelligenter Prozessobjekte, die bereits innerhalb der Prozessablauf-Datenbank vorhanden sind, andere Anzeigen und Module zu erstellen und auszuführen. Durch die Verwendung einer solchen Datenbank kann jedes intelligente Prozessobjekt innerhalb der Datenbank Prozessmodule unterstützen oder in diesen verwendet werden, und es kann in mehreren grafischen Anzeigen referenziert werden. Es versteht sich auch, dass die Prozessmodule aufgebaut werden können, wenn Anzeigen für diese Module erstellt und dar-

auffin Flussalgorithmen angegeben werden, die in den Prozessmodulen verwendet werden können, oder die mit diesen assoziiert werden können. Natürlich können einzelne Prozessmodule über mehrere Computer verteilt sein und von unterschiedlichen Computern ausgeführt werden, und Prozessmodule können kommunikativ untereinander verbunden sein, um gemeinsam zu arbeiten, und zwar entweder auf dem gleichen oder auf unterschiedlichen Computern. Wenn dies geschehen ist, werden die Eingangs- und Ausgangsströme extern referenziert, um die Prozessmodule miteinander zu koppeln.

[0091] Wie bereits bemerkt wurde, kann der Konfigurierungsingenieur im Rahmen der Erstellung des Prozessmoduls oder der grafischen Anzeige den Simulationsalgorithmus des Prozessmoduls anhängen oder bereitstellen. Diese Simulationsalgorithmen können vorkonfiguriert werden, um bestimmte Prozesseigenschaften oder Eigenschaften auf Systemebene zu bestimmen oder entsprechende Berechnungen, wie beispielsweise Berechnungen der Materialbilanz, Berechnungen des Durchflusses, Berechnungen der Effizienz, Wirtschaftlichkeitsrechnungen usw., bezüglich des durch das Prozessmodul dargestellten oder modellierten Prozesses durchzuführen. Im Ergebnis können die Prozessmodule selbst einen Modus, einen Zustand und ein Alarmverhalten haben, sie können Workstations zugewiesen werden, und sie können als Teil der Grafik-Downloads heruntergeladen werden. Wenn gewünscht, können die Simulationsalgorithmen von der Ausführungs-Engine **48** ausgeführt werden, um Berechnungen der Material- und Wärmebilanz, der Flussführung, der Flusseffizienz, der Flussoptimierung, der Wirtschaftlichkeit mit Bezug zur Prozesssimulation oder andere geeignete Berechnungen unter Verwendung der in den intelligenten Prozessobjekten des Prozessmoduls bereitgestellten Daten durchzuführen. Außerdem können diese Simulationsalgorithmen auf Parameter aus der Steuerungsstrategie, d.h. die mit den Steuereinheiten, Feldgeräten usw. assoziierten und dahin heruntergeladenen Steuerungsmodulen, zugreifen, und sie können im Gegenzug Daten und Informationen für diese Steuerungsmodulen bereitstellen. Es versteht sich, dass die Ausführungs-Engine **48** erforderlich ist, damit die Prozessalgorithmen auch auf einer Vereinigung aller auf allen Anzeigen konfigurierten Prozessobjekte und Verknüpfungen ausgeführt werden können. Daher werden die Simulationsalgorithmen (innerhalb der Prozessmodule) generell ausgeführt, unabhängig davon, ob irgendeine assoziierte grafische Anzeige geladen ist, d.h. aufgerufen wurde und einem Benutzer momentan Informationen anzeigt. Natürlich können die Simulationsalgorithmen über den gesamten Prozess **10** oder über definierte Teilmengen des Prozesses **10** quergeprüft werden. Es versteht sich ebenfalls, dass die Ausführungs-Engine während der Ausführung eines bestimmten Prozessmoduls auf einem Anzeigegerät eine Anzeige für einen Bediener (oder einen anderen Benutzertyp) bereitstellt, auf der die untereinander verbundenen Objekte oder Einheiten innerhalb des Prozessmoduls auf Grundlage der mit diesem Prozessmodul assoziierten grafischen Anzeige dargestellt werden. Die Parameter, Grafiken usw. dieser Anzeige werden bestimmt durch die Konfigurierung und die Verbindung der intelligenten Elemente innerhalb des Prozessmoduls untereinander. Außerdem können Alarmlinien und andere Informationen, die auf dieser oder anderen Anzeigen bereitgestellt werden sollen, durch die Methoden innerhalb des intelligenten Prozessobjekts und die mit einem bestimmten Prozessmodul assoziierten Simulationsalgorithmen definiert und erzeugt werden. Wenn gewünscht, kann die Ausführungs-Engine **48** die Anzeige für ein Prozessmodul für mehr als eine Bedienerschnittstelle bereitstellen, oder sie kann so konfiguriert oder eingestellt werden, dass sie keine Anzeige bereitstellt, selbst wenn die Ausführungs-Engine **48** mit der Ausführung des Prozessablaufmoduls und damit gleichzeitig der mit diesem assoziierten Methoden, Alarmverhalten, Flussalgorithmen usw. fortfährt.

[0092] [Abb. 4](#) veranschaulicht eine beispielhafte prozessgrafische Darstellung **100**, die unter Verwendung der oben beschriebenen Elemente und Konfigurierungsanwendungen erstellt werden kann. Insbesondere stellt die grafische Anzeige **100** einen Teil einer Prozessanlage dar, in der weißer Essig aus Wasser, Säure und einer Base hergestellt wird. Wie in [Abb. 4](#) veranschaulicht wird, enthält die prozessgrafische Anzeige **100** vier Stromelemente **102** an Eingängen in die Anlage, die die Ströme für Baseneinspeisung, Säureeinspeisung, Wassereinspeisung und Kühlwasser definieren. Der Baseneinspeisestrom **102** wird durch ein Rohrverbindungselement **104** zu einem Stellelement in Form eines Ventils **106** geleitet. Der Ausgang des Ventils **106** ist über ein Rohrverbindungselement **104** mit einem ersten Eingang eines Mischers **108** verbunden. In ähnlicher Weise ist die Säureeinspeisung **102** mit einem Geber **110** und danach mit einem weiteren Ventil **112** verbunden, das seinerseits mit dem Mischer **108** verbunden ist. Die Säureeinspeisung **102** und der Geber **110**, der Geber **110** und das Ventil **112** sowie das Ventil **112** und der Mischer **108** sind jeweils miteinander über Rohrverbindungselemente **114** verbunden. Wie leicht gesehen werden kann, ist ein Ausgang des Mischers **108** über Rohre und zwei Geber **124** und **126** mit einem Wärmeaustauscher **122** verbunden. Der Kühlwasserstrom **102** wird über ein Ventil **128** zum Wärmeaustauscher **122** geleitet, und er verlässt den Wärmeaustauscher über ein Ventil **130**, wobei ein Rücklaufwasser-Stromelement **131** entsteht. In ähnlicher Weise wird der Ausgang des Wärmeaustauschers **122** durch ein Geber **132** und ein Ventil **134** geleitet, wobei dann ein Ausgangsstromelement für Essigsäure **136** entsteht. Obwohl es nicht überall besonders betont wird, sind die Elemente in der grafischen Anzeige in allen Fällen über Rohrverbindungselemente miteinander verbunden.

[0093] Es versteht sich, dass die Anzeigefelder **140**, die als Eigenschaften der Anzeigeelemente selbst erzeugt werden können, oder die separate Elemente in Form eines Geberelements oder eines Elements für geschätzte Eigenschaften oder aber Elemente sein können, die Blöcke in Steuerungsmodulen referenzieren, in der grafischen Anzeige **100** veranschaulicht werden, um Parameter, wie beispielsweise Werte der Prozessvariable (PV), Sollwerte (SP), OUT-Werte usw., die mit den unterschiedlichen Elementen assoziiert werden, anzuzeigen oder darzustellen. Außerdem kann, wenn der Benutzer den Mauszeiger über einige der Elemente bewegt, die Anzeige **100** andere mit den referenzierten Elementen assoziierte Werte veranschaulichen. Wenn beispielsweise der Mauszeiger auf eines der Stromelemente bewegt wird (wie z. B. auf den Ausgangsstrom für Essigsäure **136**), kann die Grafik so gestaltet werden, dass die Zusammensetzung, der Druck, die Temperatur, die Dichte, die Durchflussrate usw. des Säurestroms an diesem Punkt in dem Prozess angegeben werden. Natürlich können die in der Anzeige **100** angezeigten Werte und Parameter von einem tatsächlich referenzierten Geber innerhalb des Prozesssteuerungssystems (wie beispielsweise dem AI-Block im Steuerungssystem) oder von einem Prozessmodul-Simulationselement geliefert werden, das die Funktionalität des Elements simuliert. Die grafische Anzeige **100** aus [Abb. 4](#) kann einem Benutzer während des laufenden Prozesses, in dem weißer Essig hergestellt wird, bereitgestellt werden, oder sie wird gezeigt, um eine Simulation dieses Prozesses zu implementieren, die beispielsweise verwendet werden kann, um Konstruktionsaufgaben oder Bedienschulungsaktivitäten durchzuführen.

[0094] Es versteht sich, dass die Funktionalität der hierin beschriebenen intelligenten Prozessobjekte, grafischen Anzeigeelemente und Prozessmodule in der Bediener-Workstation **20** operiert und nicht an die Steuereinheiten, Feldgeräte usw. innerhalb der Anlage **10** heruntergeladen und dort konfiguriert werden muss, weswegen diese Funktionalität einfacher implementiert, angezeigt, geändert usw. werden kann. Zudem ermöglicht diese Funktionalität, dass Bestimmungen auf Systemebene einfacher innerhalb der Prozessgeräte, Steuereinheiten usw. vorgenommen werden können, da alle Informationen, die zu den Geräten auf einer Systemebene gehören, typischerweise für die Bediener-Workstation **20** im Allgemeinen und für die Ausführungs-Engine **48** im Besonderen verfügbar sind, wohingegen all diese Informationen nicht typischerweise für alle Steuereinheiten und Feldgeräte innerhalb der Prozessanlage **10** verfügbar gemacht werden. Wenn es jedoch vorteilhaft ist, so zu verfahren, kann ein Teil der mit den Prozessmodulen assoziierten Logik, wie beispielsweise Primitiven, in die Geräte, Ausrüstung und Steuereinheiten innerhalb der Prozessanlage eingebettet werden. Durch die Verwendung von intelligenten Prozessobjekten zur Erstellung integrierter Prozesssteuerungsmodule und grafischer Anzeigen kann die Ausführungs-Engine **48**, beispielsweise, automatisch Lecks entdecken und intelligente Alarme mit nur minimalem Konfigurierungsaufwand für den Benutzer produzieren, Fluss- und Materialbilanzen innerhalb der Anlage **10** berechnen und nachverfolgen, Ausfälle innerhalb der Anlage **10** nachverfolgen, ein höheres diagnostisches Niveau für die Anlage **10** bereitstellen und den Betrieb der Anlage während der technischen Konstruktion oder der Bedienschulung simulieren.

[0095] [Abb. 5](#) stellt eine Möglichkeit dar, wie die Ausführungs-Engine und die von dieser verwendeten Prozessmodule und grafischen Anzeigen innerhalb einer Prozessanlage integriert werden können, die eine verteilte Steuerungsstrategie hat. Wie in [Abb. 5](#) veranschaulicht wird, werden die durch die Prozessmodule, die während der Ausführung durch die Ausführungs-Engine **48** einem Bediener eine Anzeige bereitstellen, erstellen oder mit diesen assoziierten Anzeigeklassendefinitionen **220** für die Steuerungskonfigurationsdatenbank und die technischen Hilfsmittel **222** bereitgestellt, die diese Anzeigeklassendefinitionen auf irgendeine geeignete Art und Weise innerhalb der Dokumentation der Steuerungsstrategie verwenden und organisieren können. Vor der Laufzeit können Prozessalgorithmen mit diesen Anzeigeklassendefinitionen verbunden werden, und danach können die daran gebundenen Anzeigeklassendefinitionen und Flussalgorithmen instanziiert und der Laufzeitumgebung der grafischen Anzeige/des Prozessmoduls **226** (das in der Form einer oder mehrerer Ausführungs-Engines **48** in einer oder mehreren Workstations implementiert sein kann) bereitgestellt werden. Die Laufzeitumgebung der grafischen Anzeige/des Prozessmoduls **226** verwendet einen Downloadskript-Parser **228**, um den Code während der Ausführung zu analysieren (d.h. eine bedarfssynchrone Konvertierung des Objektcodes vorzunehmen), und verwendet eine regelbasierte Ausführungs-Engine **230**, um Flussalgorithmen oder andere regelbasierte Prozeduren, die für die Anzeigeklassen bereitgestellt werden oder an diese gebunden sind, durchzuführen. Während dieses Prozesses kann die Laufzeitumgebung der grafischen Anzeige/des Prozessmoduls **226** mit der Laufzeitumgebung des Steuerungsmoduls **232** kommunizieren, die in mit dem Prozess assoziierten Steuereinheiten und Feldgeräten ausgeführt werden können, um für die Laufzeitumgebung des Steuerungsmoduls **232** Daten oder Informationen bereitzustellen oder auf Daten oder andere Informationen aus der Laufzeitumgebung des Steuerungsmoduls **232** zuzugreifen. Natürlich kann die Laufzeitumgebung der grafischen Anzeige/des Prozessmoduls **226** mit der Laufzeitumgebung des Steuerungsmoduls **232** über jedes geeignete und entsprechend vorkonfigurierte Kommunikationsnetzwerk kommunizieren, wie beispielsweise über den Ethernet-Bus **24** aus [Abb. 1](#). Außerdem können ebenso auch andere Methoden zur Integration der hierin beschriebenen grafischen Anzeigen, Prozessmodule und Steuerungsmodule in ein Standardpro-

zesssteuerungssystem verwendet werden.

[0096] Wie bereits oben beschrieben und in der beispielhaften prozessgrafischen Anzeige in [Abb. 4](#) gezeigt, verfügen intelligente Prozessobjekte sowohl über grafische als auch über Simulationselemente, und sie werden verwendet, um den Betrieb einer Anlage oder eines Teils einer Anlage darzustellen oder zu modellieren. In der folgenden Beschreibung werden die grafischen Elemente oder Aspekte der intelligenten Prozessobjekte noch detaillierter in Verbindung mit einer oder mehreren Ausführungsformen dargestellt. Allgemein und in Zusammenfassung der vorhergehenden Erörterung kann gesagt werden, dass jedes intelligente Prozessobjekt ein physisches Gerät oder ein Element einer Prozessanlage darstellt und ein grafisches Element enthält, das in einer grafischen Darstellung dieses Elements und eines Modellierungs- oder Simulationselements, wie beispielsweise eines Algorithmus, verwendet werden kann, das das Verhalten dieses Prozesselements bei seinem Einsatz in der Anlage modelliert oder simuliert. Insbesondere kann ein intelligentes Prozessobjekt ein Anzeigeelement, das dem Bediener angezeigt werden kann, einen Datenspeicher zum Speichern der Daten und Informationen, die zu einer assoziierten Einheit innerhalb der Anlage gehören oder von dieser empfangen werden, sowie Methoden enthalten, die auf den gespeicherten und empfangenen Daten ausgeführt werden, um die grafische Darstellung zu erhalten. Mehrere intelligente Prozessobjekte können miteinander verbunden werden, um eine prozessgrafische Anzeige zu erstellen, die den Betrieb eines gewissen Teils der Prozessanlage darstellt. Aus diesem Grund können auch Daten von der eigentlichen Anlage (z. B. so, wie sie in der Anlage gemessen wurden) an die unter Verwendung intelligenter Prozessobjekte erstellte prozessgrafische Anzeige gesendet und in dieser dargestellt werden. Die Inhalte und Informationen, die durch diese Implementierung erzeugt werden, können über die prozessgrafischen Anzeigen präsentiert werden, die von einer Ausführungs-Engine, einer oder mehreren Darstellungs-Engines (z. B. einer Darstellungs-Engine für Vektorgrafiken) oder einer anderen Engine, Anwendung oder einer anderen Software erzeugt werden können, die für die Erzeugung der zur Darstellung der Inhalte und der Informationen notwendigen Grafiken geeignet sind.

[0097] Bevor weitere Details bezüglich der intelligenten Prozessobjekte und der aus ihnen erstellen grafischen Anzeigen beschrieben werden, sollte bemerkt werden, dass weitere Informationen zu intelligenten Prozessobjekten und prozessgrafischen Anzeigen sowie ihrer Verwendung mit Prozessmodulen gefunden werden können in (i) der US-Patentanmeldung Seriennummer 10/278,469 mit der Bezeichnung „Smart Process Modules and Objects in Process Plants“ („Intelligente Prozessmodule und Objekte in Prozessanlagen“), die eingereicht wurde am 22. Oktober 2002, (ii) der US-Patentanmeldung Seriennummer 10/625,481 mit der Bezeichnung „Integration of Graphic Display Elements, Process Modules and Control Modules in Process Plants“ („Integration von grafischen Anzeigeelementen, Prozessmodulen und Steuerungsmodulen in Prozessanlagen“), die eingereicht wurde am 21. Juli 2003 sowie (iii) der US-Patentanmeldung Seriennummer 11/014,307 mit der Bezeichnung „Process Plant Simulation Using Smart Connection Elements“ („Prozessanlagensimulation unter Verwendung von intelligenten Verbindungselementen“), die eingereicht wurde am 16. Dezember 2004, deren vollständige Offenlegungen hiermit ausdrücklich durch Referenz in ihrer Gesamtheit hierin eingebunden sind. Beispielsweise wird in der US-Patentanmeldung Seriennummer 11/014,307 auf die dortigen [Abb. 5–Abb. 8](#) verwiesen, und die entsprechenden Gegenstände werden textlich in den Abschnitten [0075] bis [0107] dargestellt, wobei die dortige [Abb. 5](#) verschachtelte prozessgrafische Anzeigen zeigt, die dortige [Abb. 6](#) eine Verknüpfung eines mit einer prozessgrafischen Anzeige assoziierten Prozessmoduls zeigt, die dortigen [Abb. 7A](#) und [7B](#) die kommunikativen Verbindungen zwischen einer prozessgrafischen Anzeige, einem Prozessmodul und einem Steuerungsmodul sowie deren Integration zeigt und die dortige [Abb. 8](#) ein mit einem Steuerungsmodul verbundenes Prozessmodul zeigt, das über erweiterte Steuerungs- und Simulationsfähigkeiten verfügt.

[0098] Wie bereits beschrieben, ermöglicht die Konfigurierungsanwendung die Errichtung einer oder mehrerer grafischer Anzeigen, die im Allgemeinen Bereiche oder Teile der Prozessanlage widerspiegeln. Insbesondere enthält jede grafische Anzeige eine Anzahl prozessgrafischer Elemente, die an entsprechende Prozessmodulelemente eines Prozessmoduls gekoppelt sind, das so ausgelegt ist, dass es einen Teil der Prozessanlage simuliert. Jedes prozessgrafische Element und jedes Prozessmodulelement können über eine Datenverbindung, beispielsweise in Form des Prozesssteuerungssystems, mit einem entsprechenden Prozessanlagenelement verknüpft sein, das, beispielsweise, ein Messelement (z. B. ein Messwertgeber), ein Stellelement (z. B. ein Motor) oder ein Verarbeitungselement (z. B. ein Reaktor) sein kann. Nachdem die prozessgrafischen Elemente konfiguriert sind, können sie dynamisch Informationen und Inhalte in Zusammenhang mit dem Echtzeitbetrieb der Prozessanlagenelemente darstellen, wie beispielsweise Prozessmessungen und Zustandsangaben, indem sie sich mit dem Steuerungssystem verbinden. Zusätzlich können nicht gemessene Parameter, die den Echtzeitbetrieb eines Prozesses widerspiegeln, unter Verwendung der in den Prozessmodulen oder in Prozessmodulelementen dieser Module bereitgestellten Prozesssimulationsparameter, Algorithmen usw. berechnet und als integraler Bestandteil der assoziierten grafischen Anzeigen gezeigt werden. Wie weiterhin be-

reits beschrieben wurde, kann die durch die Prozessmodule bereitgestellte Prozesssimulation in einer Offline-Umgebung verwendet werden, die für technische und Schulungssimulationszwecke verwendet wird.

[0099] In Unterstützung der bereits beschriebenen Offline- und Echtzeitfunktionalität kann jede prozessgrafische Anzeige so konfiguriert werden, dass sie eine Vielzahl anwenderspezifischer Ansichten, oder Schichten, enthält, von denen jede Inhalte oder Informationen widerspiegeln kann, die spezifisch ausgerichtet sind auf (i) den aktuellen Laufzeitkontext (d.h. Echtzeitbetrieb oder simulierter Offline-Betrieb) und (ii) den aktuellen Benutzer, der sich die grafische Anzeige ansieht. Wenn die Prozessanlage offline ist, gehören zu den potenziellen Verwendungsmöglichkeiten Bedienschulungen, Einweisungen und beliebige andere Simulationskontexte. Wenn die Prozessanlage online ist, kann eine ganze Reihe von Typen von Bediener- und Wartungs- sowie anderes Personal die prozessgrafischen Anzeigen ansehen, um sich an die Prozessanlage zu koppeln. In jedem Fall kann die prozessgrafische Anzeige gewisse Inhalte und Informationen entsprechend der Perspektive des Benutzers einschließen oder ausschließen. Auf diese Weise wird die gleiche prozessgrafische Anzeige – zusammen mit der Gesamtheit der in ihr enthaltenen Konfigurierungsinformationen – in einer ganzen Reihe von Benutzerkontexten, Verwendungen und Aktivitäten genutzt, wodurch die Notwendigkeit, separate Anzeigen für die verschiedenen Kontexte, Verwendungen und Aktivitäten zu erstellen und zu konfigurieren, wegfällt.

[0100] Allgemein gesagt, enthält eine prozessgrafische Anzeige oder ein prozessgrafisches Element nach Definition mehrere verschiedene Ansichten von Inhalten und Informationen. Diese Ansichten werden im Allgemeinen als mehrfache Schichten von Inhalten einer speziellen grafischen Anzeige angeordnet. Die in den Schichten angezeigten Daten, Informationen und Inhalte werden in Zusammenhang mit den entsprechenden, in der grafischen Anzeige dargestellten, intelligenten Prozessobjekten erzeugt, berechnet und gespeichert. Wie nachfolgend noch beschrieben wird, können Teile der über die grafische Anzeige gezeigten Inhalte als statisch über die verschiedenen Schichten erscheinen, wohingegen andere Inhalte in einer für den spezifischen Kontext oder den aktuellen Benutzer geeigneten Weise hinzugefügt oder abgelegt werden können. Die hinzugefügten Inhalte können spezifisch für ein bestimmtes Prozessanlagenelement (z. B. ein Stellglied) sein, oder sie können ganz allgemein mit dem gesamten Prozessmodul, der prozessgrafischen Anzeige, wobei dadurch der Anlagenbereich dargestellt wird, oder einem beliebigen Teil bzw. einem beliebigen Prozessanlagenelement davon assoziiert sein. Die hinzugefügten Inhalte können beliebige Informationen präsentieren, die für das Prozessanlagenelement relevant sind, das, bei gegebenem Benutzer, so wie er aktuell an der Workstation, die die grafische Anzeige anzeigt, angemeldet ist, und bei gegebenem Kontext, in dem das Prozessmodul ausgeführt wird (z. B. offline oder online), über die grafische Anzeige dargestellt wird.

[0101] In einer Ausführungsform können die über die prozessgrafische Anzeige gezeigten Inhalte automatisch bestimmt oder angegeben werden, wenn ein Benutzerprofil des aktuellen Benutzers der Workstation oder eines anderen Anzeigegeräts, auf dem die prozessgrafische Anzeige dargestellt wird, gegeben ist. Das Benutzerprofil kann eine oder mehrere verlässliche Eigenschaften (z. B. eine Kennziffer) spezifizieren oder angeben, um die Bestimmung vorzunehmen. Dazu kann das Benutzerprofil Felder haben, die für Autorisierungsebenen oder Berechtigungen für die prozessgrafische Anzeige bestimmt sind. Alternativ kann das Benutzerprofil Eigenschaften oder andere Details ganz allgemein (d. h., nicht spezifisch als Bestandteil des Autorisierungsprozesses für die grafische Anzeige) spezifizieren oder angeben. Alternativ, oder zusätzlich, kann das Benutzerprofil ein Sicherheits- oder anderweitiges Freigabenniveau spezifizieren, das bestimmt, auf welche prozessgrafischen Informationen oder Ansicht (bzw. Ansichten) ein Benutzer zugreifen darf. In Fällen, in denen Benutzer auf mehrere Inhaltsansichten oder -schichten zugreifen können, kann über die Auswahl eines Reiters, wie in [Abb. 3](#) gezeigt, oder über irgendeinen aus einer Anzahl von Auswahlmechanismen einer konventionellen grafischen Benutzerschnittstelle (z. B. Befehle in einem Dropdown-Menü usw.) auf eine spezifische Schicht zugegriffen werden. Die Bestimmung, welche Inhaltsschicht dargestellt werden soll, kann von der Ausführungs-Engine **48** oder dem Prozessor einer beliebigen Workstation oder eines anderen Gerätes mit Zugriff auf das Netzwerk vorgenommen werden, einschließlich, beispielsweise, einer Darstellungs-Engine, die mit einem Anzeigegerät assoziiert ist, auf dem die prozessgrafische Anzeige dargestellt wird. Auf diese Weise kann das gleiche Anzeigegerät (z. B. ein Taschencomputer) durch verschiedene Personen genutzt werden, die die Anzeige unterschiedlicher Inhaltsschichten benötigen.

[0102] Die [Abb. 6–Abb. 15](#) sind beispielhafte Darstellungen anwenderspezifischer grafischer Anzeigeschichten, die zur Anzeige in Übereinstimmung mit dem Benutzerprofil und/oder Laufzeitkontext dargestellt werden können, wobei Elemente, die mehreren Abbildungen gemeinsam sind, durch entsprechende Referenznummern identifiziert werden. Die in Zusammenhang mit den [Abb. 6–Abb. 15](#) gezeigten und beschriebenen Benutzerprofile und Kontexte umfassen den Betrieb, die Wartung, die Technik, das Management und die Einweisung (also Schulung). Es versteht sich jedoch, dass diese Benutzerprofile und Kontexte nur beispielhaft und ihrem Wesen nach allgemein sind. Für eine gegebene Prozessanlage sind möglicherweise andere Benutzer-

profile und Kontexte geeignet, weswegen Erweiterungen oder Kürzungen der vorhergehenden Liste notwendig sein können. Es kann auch hilfreich sein, in Zusammenhang mit irgendeiner der oben definierten Kategorien mehrere Inhaltsschichten zu haben, so dass beispielsweise zwei verschiedene technische Benutzergruppen entsprechende Ansichten der grafischen Anzeige mit einem klaren Bezug zu den entsprechenden Funktionen und Verantwortlichkeiten der Gruppen erhalten.

[0103] Mit Bezug auf [Abb. 6](#) wird jetzt eine beispielhafte Betriebsansicht, oder Bedienschicht, einer prozessgrafischen Anzeige zur Laufzeit **300** gezeigt. Die grafische Anzeige **300** wird aus Gründen der Darstellung in einer vereinfachten Form gezeigt, und sie kann in Verbindung mit sowohl der konventionellen Sammlung von Hilfsmitteln, die in einem Fenster oder einer grafischen Benutzerschnittstellenumgebung zur Navigation usw. verfügbar gemacht wurden, als auch anderen für den prozessgrafischen Anzeigekontext spezifischen Hilfsmitteln, wie beispielsweise einem oder mehreren Bereichen für die Anzeige von Parametern oder beliebigen anderen Informationen in Textform oder anderen Informationen bezüglich der prozessgrafischen Anzeige oder einem beliebigen ausgewählten grafischen Anzeigeelement derselben, präsentiert werden. Insbesondere kann die grafische Anzeige **300** Inhalte oder Informationen enthalten, die über Bildschirme, Anzeigebereiche oder andere Elemente präsentiert werden, die über verschiedene Menübefehle oder, beispielsweise, einen Klick mit der rechten Maustaste oder eine beliebige andere Aktion auf der grafischen Benutzerschnittstelle für eine temporäre, dynamische oder statische Präsentation ausgewählt werden können.

[0104] Die Betriebsansicht der grafischen Anzeige **300** kann einen zentralen Anzeigebereich **302** enthalten, in dem eine Gruppe von prozessgrafischen Anzeigeelementen dargestellt wird. Jedes der grafischen Anzeigeelemente kann sowohl einen statischen als auch einen dynamischen Teil zur Darstellung des Betriebs (oder des simulierten Betriebs) des entsprechenden dargestellten Prozessanlagenelements haben. Solche dynamischen Darstellungen können dreidimensionale Ansichten, Animationen und kontinuierliche oder periodische Aktualisierungen der im Datenbereich für ein bestimmtes Prozessanlagenelement gezeigten Daten enthalten. Wie bereits beschrieben wurde, kann jedes grafische Anzeigeelement in einer Eins-zu-Eins-Entsprechung mit einem Prozessmodulelement eines Prozessmoduls verknüpft werden, das seinerseits in einer Eins-zu-Eins-Entsprechung mit einem Element der Prozessanlage verknüpft werden kann. In dem durch die grafische Anzeige **300** repräsentierten beispielhaften Prozessmodul enthalten die grafischen Anzeigeelemente Repräsentationen eines Reaktors **304**, einer Pumpe **306**, die so dargestellt ist, dass sie den Ausgang des Reaktors **304** direkt weg befördert, eines Ventils, das den Fluss auf der stromabwärtigen Seite der Pumpe **306** reguliert, sowie eines Füllstandübertragungselements **310** bezüglich des Fließmediums im Reaktor **304**. Das der grafischen Anzeige **300** entsprechende Prozessmodul (nicht gezeigt) enthält folglich Prozessmodulelemente, die in so ziemlich der gleichen Art und Weise gezeigt werden können wie die Prozessmodule, die in [Abb. 7A](#) der oben referenzierten Anmeldung gezeigt werden.

[0105] Eine Betriebsansicht, oder Bedienschicht, der grafischen Anzeige **300** enthält im Allgemeinen Anzeigebereiche für Daten, in denen aktuelle Echtzeitparameter und -werte für das Prozessanlagenelement bzw. die Prozessanlagenelemente angegeben werden, mit dem bzw. mit denen der Datenanzeigebereich assoziiert ist. Beispielsweise hat das Füllstandübertragungsgerät **310** einen Datenanzeigebereich **312**, dessen dynamisches Datenfeld anzeigt, dass der aktuelle Füllstand des Fließmediums im Reaktor **304** 2 m beträgt. Der Datenanzeigebereich **312** gibt auch eine Maßeinheit (M) für die Messung an, die statisch oder dynamisch sein kann. Der Datenanzeigebereich **312** kann auch Schaltflächen für eine detailliertere Anzeige **314** enthalten, die, wenn sie vom Bediener ausgewählt werden, in der Regel einen Bildschirm (nicht gezeigt) erzeugen, der weitere Informationen zum Füllstandsmessgerät, zum Füllstandübertragungsgerät oder einem beliebigen anderen Instrument oder einer Ausrüstung der Prozessanlage, die mit dem zu messenden Wert oder Parameter assoziiert ist, bietet.

[0106] Wie bereits beschrieben wurde, kann der über den Datenanzeigebereich **312** angezeigte Wert, Parameter oder, allgemeiner, Inhalt Indikativ für den tatsächlichen Echtzeitbetrieb der Prozessanlage oder den simulierten Betrieb für den Fall eines, beispielsweise, fehlerhaften Messelements sein. Allgemeiner gesagt, kann die in [Abb. 6](#) gezeigte Bedienerinhaltschicht so konfiguriert werden, dass eine beliebige Menge der über die intelligenten Prozessobjekte, wie gewünscht, erzeugten Simulationsinformationen dargestellt wird. Beispielsweise sind gewisse Informationen bezüglich des simulierten Betriebs möglicherweise nicht für eine Bedieneransicht geeignet, können aber an das Wartungspersonal weitergeleitet werden, das versucht zu bestimmen, ob ein Ventil (oder irgendein anderes Feldgerät) ordnungsgemäß funktioniert. So eine Simulationsinformation kann niemals über eine Bedienschicht verfügbar gemacht werden, oder sie kann, alternativ, nur indirekt, beispielsweise über einen Alarm, verfügbar gemacht werden, der anzeigt, dass eine unzulässige Abweichung der tatsächlichen von den simulierten Werten vorliegt.

[0107] Bei einer weiteren beispielhaften Verwendung der Bedienschicht kann ein in Schulung befindlicher Bediener die grafische Anzeige **300** während einer Schulungssitzung ansehen. In diesem Fall erscheint die Prozessgrafik **300** sehr ähnlich, wenn nicht identisch, zu der Art und Weise zu sein, in der sie während des Echtzeitbetriebs angezeigt wird, und sie bietet so dem in Schulung befindlichen Bediener eine genaue Repräsentation der tatsächlichen Workstation-Umgebung, wie sie ein Bediener der Prozessanlage wahrnimmt. In diesem Schulungskontext wie auch in anderen Offline-Kontexten kann die Prozessgrafik **300** eine Angabe (nicht gezeigt) enthalten, die dem Benutzer signalisiert, dass der Prozess offline ist, und dass gerade ein simulierter Betrieb vorliegt.

[0108] Wie bereits beschrieben wurde, repräsentiert die in [Abb. 6](#) gezeigte Grafikanzeige eine einzelne, beispielhafte Ansicht der prozessgrafischen Anzeige **300**, die durch die Ausführung von Methoden usw. dargestellt oder produziert wird, die in den intelligenten Prozessobjekten für jedes der darin dargestellten grafischen Anzeigeelemente definiert sind. Wie bereits beschrieben wurde, kann die in [Abb. 6](#) gezeigte prozessgrafische Anzeige als eine Inhaltsschicht für die Inhalte und Informationen angesehen werden, die in Zusammenhang mit den grafischen Anzeigeelementen und intelligenten Prozessobjekten erzeugt werden. Die Ansicht oder Schicht kann insofern nur die Darstellung eines Teils der erzeugten Inhalte und Informationen enthalten, als dass die Schicht nur eine von verschiedenen möglichen Schichten oder Ansichten der erzeugten Inhalte und Informationen ist.

[0109] [Abb. 7](#) zeigt eine weitere beispielhafte Inhaltsschicht **320** der grafischen Anzeige **300**. In diesem Beispiel ist die Inhaltsschicht **320** auf einen Wartungskontext ausgerichtet, was sinnvoll für eine andere Teilmenge von Benutzern der Benutzerschnittstelle sein kann, einschließlich externe Dienstleister oder in die Wartung der Ausrüstung und der Instrumente der Prozessanlage eingebundenes Personal. In einigen Fällen ist die Wartungsinhaltsschicht möglicherweise nur verfügbar, wenn der Prozess online ist, insofern als dass in den für den Wartungskontext relevanten Informationen typischerweise der tatsächliche Betrieb der Ausrüstung berücksichtigt wird. In einigen Ausführungsformen erhält das Wartungspersonal jedoch die Möglichkeit, Informationen anzusehen, die mit dem durch die grafische Anzeige **300** repräsentierten simulierten Betrieb der Prozessanlagenelemente zusammenhängen oder aus diesem abgeleitet werden, insbesondere auf eine indirekte Art und Weise, wie nachfolgend beschrieben wird. Allgemeiner kann die Wartungsschicht sowohl Informationen zum tatsächlichen (d.h. online) Betrieb als auch zum Simulationsbetrieb präsentieren, um Vergleiche und andere Analysen des tatsächlichen Betriebs und des Simulationsmodells eines Prozessanlagenelements zu unterstützen. Im Ergebnis kann die Wartungsinhaltsschicht **320** in der Laufzeitumgebung verfügbar gemacht werden, während der Prozess selbst online oder offline ist.

[0110] Die Wartungsinhaltsschicht **320** oder -ansicht kann Inhalte oder Informationen bereitstellen, die Daten aus dem simulierten Betrieb der Prozessanlage auf eine entweder direkte oder indirekte Art und Weise mit einbeziehen. Beispielsweise kann die Inhaltsschicht **320** den Simulationsinhalt direkt über einen Bildschirm (der, beispielsweise, über eine Auswahlfläche erzeugt werden kann) anzeigen. In solchen Fällen kann der Simulationsinhalt repräsentativ für die nicht gemessenen oder nicht messbaren Prozessparameter sein, wie beispielsweise die Zusammensetzung der Mischung. Alternativ, oder zusätzlich, kann die grafische Anzeige **300** grafische Elemente enthalten, die Informationen oder Inhalte haben, die über die Simulation berechnet wurden. So ein Simulationsinhalt kann kontinuierlich in einem Anzeigebereich **322** angezeigt werden, der eine gerichtete Form enthält, um die Assoziation mit dem prozessgrafischen Element, wie beispielsweise dem Reaktor **304**, zu kennzeichnen. Andererseits können gemessene Parameter, die bei der Diagnose der Prozessanlagenausrüstung hilfreich sein können, mit den durch die Simulation erzeugten Werten verglichen werden. Dazu kann die Wartungsansicht oder -schicht **320** die tatsächlichen oder die simulierten Parameterwerte anzeigen, oder beide.

[0111] In einer Ausführungsform kann der Vergleich der tatsächlichen mit den simulierten Parameterwerten in der Schicht **320** über einen Gesundheitsindikator angezeigt werden. Wie in [Abb. 7](#) gezeigt wird, enthält eine Wartungsinhaltsschicht zur Unterstützung eines Benutzers, der die Gesundheit der Messungen, Stellglieder oder anderer Ausrüstungsteile oder Instrumente überprüfen möchte, ein grafisches Objekt für einen Gesundheitsindikator **324** in Form eines Halbkreises oder einer Kalotte, dessen schattierter oder farbiger Anteil die Gesundheit des Instruments oder Ausrüstungsteils anzeigt, das durch das grafische Element dargestellt wird. In diesem Fall ist der Gesundheitsindikator **324** vollständig schattiert, was bedeutet, dass das Füllstandübertragungselement **312** normal zu funktionieren scheint, also gesund ist. Ein weiterer Gesundheitsindikator **326** partiell schattiert oder gefüllt, was gewissermaßen die relative Gesundheit des Ventils **308** anzeigt, mit dem er assoziiert ist. In diesem Fall kann das mit dem Ventil **308** assoziierte Prozessmodul Daten empfangen oder berechnet haben, die den tatsächlichen Echtzeitbetrieb des Ventils **308** anzeigen, oder Daten aus einem Simulationsalgorithmus oder einer Methode, der bzw. die entweder innerhalb oder außerhalb des intelligenten

Prozessobjekts ausgeführt wird. Eine weitere in dem intelligenten Prozessobjekt enthaltene Methode oder ein weiterer Algorithmus kann dann die operativen mit den Simulationsdaten vergleichen, um so zu einem relativen Gesundheitsniveau von 60% zu kommen. Der Gesundheitsindikator **326** des prozessgrafischen Elements **308** wird dann entsprechend so schattiert, dass die Schattierung ein Niveau von 60% repräsentiert.

[0112] Die Art und Weise, wie die Gesundheit eines Prozessinstruments oder -ausrüstungsteils über die grafische Anzeige **300** dargestellt wird, kann von einer Ausführungsform zur nächsten unterschiedlich sein. Tatsächlich kann der durch die Konfigurierungsanwendung bereitgestellte Grafikeditor dem Benutzer die Möglichkeit oder Fähigkeit geben, die Form sowie andere Details bezüglich der Art und Weise zu entwerfen, wie der Gesundheitsindikator dargestellt wird. Beispielsweise kann der Grafikeditor verwendet werden, um ein grafisches Anzeigeelement zu konfigurieren, das seinerseits ein neues grafisches Element hat, das einen angezeigten numerischen Gesundheitsindikator als dynamisches Feld eines Datenanzeigebereichs darstellt. Die Gesundheitsinformationen oder diesbezügliche Inhalte können über einen Bildschirm oder ein beliebiges anderes geeignetes grafisches Element angezeigt werden. In einige Fällen kann der Bildschirm eine mehrdimensionale Gesundheitsbewertung anstelle eines einzelnen Werts (z. B. 60%) angeben. Noch allgemeiner kann die Wartungsansicht oder -schicht **320** eine beliebige Anzahl unterschiedlicher Gesundheitsindikatoren für die verschiedenen zu überwachenden Instrumente und Ausrüstungsteile enthalten und verwenden, und sie ist in keiner Weise auf den beispielhaften Typ oder Ansatz, der in [Abb. 7](#) gezeigt wird, beschränkt.

[0113] In einigen Ausführungsformen können die Gesundheitsindikatoren **324** und **326** eine Verknüpfung mit einer Anlagenverwaltungsroutine oder einem entsprechenden Modul enthalten, wie beispielsweise die Asset Management Solution (AMS) vom Unternehmensbereich Rosemount von Emerson Process Management (www.rosemount.com). Beispielsweise können Gesundheitsindikatoren und andere Inhalte, zu denen ein Vergleich oder eine Berechnung von tatsächlichen Betriebsdaten und/oder Simulationsdaten gehört, durch das Prozessmodulelement (oder den Prozessblock), durch einen ASP-Block (Abnormal Situation Prevention, Vorbeugung einer anomalen Situation) oder ein anderes mit dem Prozessanlagenelement oder -gerät assoziiertes Fehlererkennungselement erzeugt werden. Der ASP-Block kann in den Prozessblock integriert sein oder unabhängig von diesem als Teil einer ASP-Umgebung agieren, die während der Laufzeit ausgeführt wird. Zu den durch den ASP-Block bereitgestellten Funktionen gehört im Allgemeinen eine statistische oder Expertenanalyse, durch die bestimmt wird, ob eine Fehlerbedingung vorliegt. Außerdem, oder alternativ, können eine konventionelle MSPC-Analyse (Multivariate Statistical Process Control, multivariate statistische Prozesssteuerung) oder eine PCA (Principal Component Analysis, Hauptkomponentenanalyse) verwendet werden, und sie können in das Prozesssteuerungssystem integriert bzw. dort konfiguriert werden, wie es in der gleichzeitig mit dieser angemeldeten, allgemein abgetretenen internationalen Anmeldung beschrieben wird, die ebenfalls Priorität für die oben referenzierte vorläufige US-Anmeldung mit der Bezeichnung „Integration Of Process Modules And Expert Systems In Process Plants“ („Integration von Prozessmodulen und spezifischen Systemen in Prozessanlagen“) beansprucht, deren vollständige Offenlegung hiermit durch Referenz enthalten ist, einschließlich derjenigen Teile, die den erwähnten Gegenstand bezüglich der MSPC-Analyse, der PCA-Analyse oder anderen spezifischen oder verwandten Analysen zum Thema haben (siehe z. B. die dortige [Abb. 13](#) zusammen mit der textlichen Darstellung des damit assoziierten Gegenstands). Verknüpfungen mit anderen Dokumentationen, Inhalten oder Lösungen können ebenfalls bereitgestellt werden, um wunschgemäß die Wartungs- oder eine andere aktuelle Funktion zu unterstützen. Die Gesundheitsindikatoren **324** und **326** sind Beispiele für prozessgrafische Elemente oder für Aspekte dieser Elemente, die, obwohl sie immer bei jeder Intanzierung des prozessgrafischen Elements enthalten sind, nicht immer in der grafischen Anzeige **300** gezeigt werden. Mit anderen Worten, wenn das Prozessmodul, die prozessgrafische Anzeige oder das grafische Anzeigeelement erstellt oder konfiguriert wird, kann ein Benutzer das grafische Element, das in einer Leinwandsektion oder einem Arbeitsbereich platziert werden soll, und das das zu errichtende Prozessmodul darstellt, aus einer Palette auswählen. Durch die Auswahl und Platzierung des prozessgrafischen Elements wird für das zu errichtende Prozessmodul eine spezifische Instanz des Elements erstellt, wobei gleichzeitig alle Methoden, Algorithmen, Einstellungen, Merkmale oder andere Aspekte vervielfältigt werden, durch die das Element definiert wird. Nachdem das Element platziert ist, kann es weiter konfiguriert und innerhalb der prozessgrafischen Anzeige (und des assoziierten Prozessmoduls) verbunden werden. Im Gegensatz zu früheren Systemen wird diese Instanz des prozessgrafischen Elements (und des Prozessmoduls und der grafischen Anzeige), in der sie sich befindet in den Benutzerschnittstellen für Betriebs-, Wartungs- und andere Kontexte sowie für eine ganze Reihe von Benutzern durch mehrere Schichten und Ansichten, wie sie hierin erörtert werden, verwendet. Auf diese Weise wird das Element nur einmal erstellt und konfiguriert, trotz der Vielzahl der Verwendungen und Kontexte. Der aktuelle Benutzer oder Kontext bestimmt, wie das Element angezeigt wird, insbesondere aber, ob gewisse damit assoziierte Inhalte oder Informationen (z. B. ein Gesundheitsindikator) angezeigt werden.

[0114] Die Gesundheitsindikatoren **324** und **326** sind ebenfalls Beispiele für Objekte oder Aspekte eines prozessgrafischen Elements, die automatisch produziert werden, wenn die entsprechende Ansicht oder Inhaltsschicht zur Darstellung bestimmt wird. Wartungs- und anderes Personal, für das die Wartungsinhaltsschicht verfügbar gemacht wird, erhalten daher den Inhalt des Gesundheitsindikators immer dann, wenn die grafische Anzeige für ihre Verwendung produziert oder dargestellt wird. Diese automatische Produktion von Inhalten über eine anwenderspezifische Anzeigeschicht kann durch das Benutzerprofil des aktuell an der Workstation angemeldeten Benutzers bestimmt werden. In alternativen Ausführungsformen, bei denen mehrere Inhaltsschichten für einen bestimmten Benutzer produziert werden, kann jedoch der Gesundheitsindikator und andere anwenderspezifische Inhalte und Informationen über die Auswahl eines Schichten-Reiters oder eines anderen Befehls bzw. einer anderen Option (z. B. „Gesundheitsindikator anzeigen“) ganz nach Belieben des Benutzers in der grafischen Anzeige produziert werden.

[0115] [Abb. 8](#) zeigt eine weitere beispielhafte Inhaltsschicht der grafischen Anzeige **300**, ganz spezifisch eine Inhaltsschicht **330**, die für technisches und anderes Personal gedacht ist, das über technische Zugriffsrechte verfügt. Diese technische Inhaltsschicht **330** gibt ein Beispiel dafür, wie anwenderspezifische Inhalte und Informationen ganz allgemein zu der prozessgrafischen Anzeige hinzugefügt werden können. Im Kontrast zu den Gesundheitsindikatoren **324** und **326** der Wartungsinhaltsschicht **320**, die mit einem spezifischen grafischen Anzeigeelement assoziiert sind, kann diese Schicht der grafischen Anzeige **300** Inhalte und Informationen hinzufügen (oder entfernen), die ganz allgemein mit der gesamten prozessgrafischen Anzeige assoziiert sind. In diesem Fall enthält die technische Ansicht oder Schicht **330** eine statische Linie **332**, die das dynamische Feld des Datenanzeigebereichs **312** mit dem Ventil **308** verbindet. Insbesondere legt die statische Linie **332** die Inhalte fest, die auf der Ebene der grafischen Anzeige, nicht aber auf der Elementebene hinzugefügt werden. Wie bei allen anderen in der grafischen Anzeige **300** gezeigten Elementen kann das Format oder eine andere Präsentation der statischen Linie **332** entsprechend den Wünschen des Konfigurierungssingenieurs der prozessgrafischen Anzeige unter Verwendung des Grafikeditors variiert werden. In jedem Fall kann die statische Linie **332** verwendet werden, um eine Steuerungsverbindung oder eine Assoziation zwischen dem Ventil oder dem über den Datenanzeigebereich bereitgestellten Parameter sowie dem Betrieb des Ventils **308** anzuzeigen. Beispielsweise kann sich ein Steuerungsmodul, das eine Steuerungsroutine für das Ventil **308** angibt, auf einen AI-Parameter (Analog Input, Analogeingang) stützen, der mit dem im Datenanzeigebereich **312** präsentierten Wert gekoppelt ist, der durch ein Füllstandübertragungselement **304** bereitgestellt werden kann, wie oben beschrieben.

[0116] In der in [Abb. 8](#) gezeigten beispielhaften Ausführungsform kann die statische Linie **332** hilfreich für technisches Personal sein, das eher mit den in den Steuerungsmodulen ausgeführten Steuerungsroutinen als mit dem physischen Layout der Prozessanlagenausrüstung vertraut ist. Die statische Linie **332** identifiziert in geeigneter Weise die in solchen Steuerungsroutinen einbezogenen Ausrüstungsteile, Instrumente, Messungen und Daten.

[0117] Andere beispielhafte Typen von Daten, die in einer technischen Schicht gezeigt werden können, sind z. B. Simulationsinformationen, wie beispielsweise geschätzte Stromeigenschaften, oder Eigenschaften einer Einheit, wie beispielsweise die berechnete Betriebseffizienz. Die Auswahl und Platzierung solcher Inhalte in der prozessgrafischen Anzeige kann unter Verwendung eines Elements für geschätzte Eigenschaften vervollständigt werden, das in einer Palette von vordefinierten Anzeigeelementen in, beispielsweise, einer Messungskategorie bereitgestellt wird. Elemente für geschätzte Eigenschaften können, beispielsweise, hilfreich bei der Anzeige des berechneten Verdichtungsdrucks einer Pumpe sein. Wie bereits bemerkt, ist die Anzeige solcher Elemente für geschätzte Eigenschaften nicht auf irgendeine bestimmte Inhaltsschicht beschränkt, und sie kann durch den Konfigurierungssingenieur, der die prozessgrafische Anzeige konstruiert, so angegeben und konfiguriert werden, dass sie, ganz wie gewünscht, in einer beliebigen oder in mehreren Inhaltsschichten oder Ansichten verwendet werden kann.

[0118] Die in der technischen Inhaltsschicht **330** enthaltenen Inhalte und Informationen können nur für Benutzer verfügbar gemacht werden, die über die entsprechenden technischen Zugriffsrechte oder, beispielsweise, über ein geeignetes und ausreichendes Sicherheitsniveau oder eine entsprechende Freigabe verfügen. Noch allgemeiner dienen diese und andere Eigenschaften eines Benutzerprofils als Basis, um zu bestimmen, ob ein Benutzer Zugriff auf eine oder mehrere der anwenderspezifischen Ansichten oder Inhaltsschichten hat. Aus diesem Grund kann das Benutzerprofil irgendeine Menge von Angaben enthalten, die auf das Zugriffsniveau, Zugriffsrechte oder andere Freigaben hinweisen.

[0119] Eine weitere beispielhafte Inhaltsschicht, bei der Zugriffsrechte und Sicherheits- sowie Freigabeinformationen im Benutzerprofil entscheidend dafür sein können, ob die Inhaltsschicht angezeigt wird, ist die Ma-

nagementinhaltsschicht oder -ansicht. Eine beispielhafte Managementansicht oder -inhaltsschicht **340** wird in [Abb. 9](#) gezeigt. Auf eine Art und Weise, die der in Zusammenhang mit der technischen Inhaltsschicht **330** beschriebenen ähnlich ist, können anwenderspezifische Inhalte oder Informationen der Managementansicht **340** auf Anzeigeebene hinzugefügt werden, um eine allgemeine Beurteilung der Prozessleistung zu ermöglichen. Alternativ, oder zusätzlich, können Inhalte auf Elementebene hinzugefügt werden. Beispielsweise kann ein Trendfenster **342** angezeigt werden, das Inhalte und Informationen bezüglich des Umsatzes der Reaktion bereitstellt. Ein weiteres in [Abb. 9](#) gezeigtes Beispiel enthält eine statische Beschreibung (z. B. „Fehlerindex für Austauscher“) sowie ein dynamisches Feld für die Angabe, in welchem Umfang der Wärmeaustauscher fehlerhaft ist. Objekte, wie beispielsweise diese Fenster, Felder und andere Anzeigeelemente können in der Inhaltsschicht der prozessgrafischen Anzeige eingeschlossen werden, die für Personal bestimmt ist, das ein Management-Benutzerprofil hat oder entsprechend über Zugriffsrechte auf Managementebene verfügt.

[0120] Die in [Abb. 9](#) gezeigte Managementschicht **340** bietet auch ein Beispiel für eine Schicht, bei der Inhalte und Informationen aus der Ansicht ausgeschlossen werden können. In diesem Fall hat der Manager weder Bediener- noch Wartungsrechte, weswegen die Anzeigeelemente zum Starten der Bildschirme in Zusammenhang mit der Bedienung oder Wartung nicht gezeigt werden. Beispielsweise wird die in [Abb. 7](#) gezeigte detaillierte Anzeigeschaltfläche **314** der Wartungsinhaltsschicht **302** nicht bereitgestellt. Im Ergebnis wird auch der Bildschirm, der durch Betätigung der Schaltfläche **314** verfügbar gemacht wird, nicht für Benutzer verfügbar gemacht, die auf die beispielhafte Managementinhaltsschicht **340** beschränkt sind. In ähnlicher Weise enthält die Managementinhaltsschicht **340** auch nicht die Gesundheitsindikatoren **324** und **326** aus der Wartungsansicht. In einigen Fällen kann die Entfernung von Inhalten und Informationen erfolgen, um die prozessgrafische Anzeige zu vereinfachen, bei der Konfigurierungsentscheidung kann aber irgendein anderer Grund eine Rolle spielen. Wenn Vereinfachung der einzige Aspekt ist, der einer anwenderspezifischen Gestaltung zugrunde liegt, kann eine Option bereitgestellt werden, die es dem Benutzer einer Inhaltsschicht ermöglicht, Inhalte anzuzeigen, die mit anderen Ansichten oder Schichten assoziiert sind (z. B. über einen Befehl „Alle zeigen“), vorausgesetzt, natürlich, der aktuelle Benutzer verfügt über die entsprechenden Freigaben oder Zugriffsrechte.

[0121] Die [Abb. 10–Abb. 15](#) zeigen verschiedene beispielhafte prozessgrafische Anzeigen und grafische Anzeigeelemente, die in Schulungs- und Einweisungsumgebungen verwendet werden können. Für die an einer Schulungsübung beteiligten Benutzer können mehrere Inhaltsschichten verfügbar gemacht bzw. dargestellt werden. Insbesondere kann eine solche Inhaltsschicht von Instruktoren und anderen für die Schulung künftiger Bediener verantwortlichen Personen genutzt werden, während eine andere Inhaltsschicht für die in Schulung befindlichen Bediener produziert werden kann. In der Vergangenheit wurden die im Verlauf solcher Schulungsphasen eingesetzten grafischen Anzeigen oft unabhängig von den tatsächlichen Bedieneranzeigen erstellt, weswegen sie mit diesen dann auch nicht verknüpft waren. Diese mangelnde Verknüpfung brachte mögliche Ungenauigkeiten und andere Diskrepanzen mit sich, wodurch der Schulungsprozess unvollständig oder irreführend war. Die separate Beschaffenheit der Schulungsanzeigen zwang außerdem diejenigen, die das Benutzerschnittstellensystem bzw. die Benutzerschnittstellensysteme konfigurieren, mehrere grafische Anzeigen zu erzeugen, wie oben beschrieben.

[0122] Statt separate Anzeigen sowohl für die in Schulung befindlichen Bediener als auch ihre Instruktoren erstellen zu müssen, zeigen die [Abb. 10–Abb. 15](#), wie solches Personal über anwenderspezifische Inhaltsschichten der gleichen prozessgrafischen Anzeige, die auch in anderen Kontexten verwendet wird, aufgenommen werden kann. In diesem Beispiel kann einem in Schulung befindlichen Bediener eine prozessgrafische Anzeige **350** präsentiert werden, die parallel zu der Ansicht läuft, die dem tatsächlichen Bedienpersonal gezeigt wird. Die beiden Ansichten können beispielsweise die gleichen grafischen Anzeigeelemente enthalten, und zwar ein Ausgleichsventil **352**, einen Wiederaufbereitungstank **354**, ein Wiederaufbereitungsventil **356**, ein Reaktorventil **358**, eine Pumpe **360** sowie alle entsprechenden Verbindungen. Die Schulungsansicht **350** unterscheidet sich möglicherweise lediglich dadurch von der Bedienerinhaltsschicht, dass spezifische Daten oder detaillierte Informationen, die über eine der mit einem der bereits erwähnten grafischen Anzeigeelemente assoziierte, aktive Schaltfläche präsentiert werden, darauf hindeuten, dass es sich um einen simulierten Betrieb und nicht um einen Echtzeitbetrieb handelt. Die Bereitstellung einer Simulationsumgebung für den in Schulung befindlichen Bediener erlaubt dem Instrukteur, Parameter und andere Aspekte des Prozesses zu modifizieren, ohne den tatsächlichen Echtzeitprozess oder tatsächliche Prozessanlagenelemente herunterfahren oder modifizieren zu müssen.

[0123] Eine Instruktorsansicht **370**, die der Ansicht für den in Schulung befindlichen Bediener **350** entspricht, wird in [Abb. 11](#) gezeigt. Wie bei allen hierin beschriebenen Inhaltsschichten oder Ansichten können die Konfigurierungsdetails für die Inhalte, die einer für den Instrukteur gedachten Ansicht zugrunde liegen, der prozessgrafischen Anzeige über die Konfigurierungsanwendung **38** hinzugefügt werden. Allgemein gesagt kann

die Instruktorsansicht oder -schicht **370** dem Instrukteur die Möglichkeit geben, der prozessgrafischen Anzeige zusätzliche grafische Anzeigeelemente hinzuzufügen. Solche grafischen Anzeigeelemente werden dann, wenn sie einmal eingefügt sind, Auswirkungen auf den simulierten Betrieb in der vom Instrukteur gewünschten Art und Weise haben. Beispielsweise hat der Instrukteur oder anderes Personal, das die Instruktorsinhaltschicht **370** ansieht, die Möglichkeit, ein manuelles oder Handventil (oder irgendein anderes Element) hinzuzufügen, um die lokalen Handventile zu simulieren, die möglicherweise in der Anlage vorhanden sind (und daher möglicherweise Störungen in den Prozess einbringen), die aber nicht im Prozesssteuerungssystem repräsentiert werden und dort auch nicht verdrahtet sind. Die Instruktorsinhaltschicht **370** kann auch die Möglichkeit geben, andere Störungen zu simulieren, wie beispielsweise diejenigen, die durch lokale Änderungen an den Anzeigebereichssteuerungen oder andere lokale Eingaben verursacht worden sein könnten, auf die der Prozess reagieren würde. In dieser Hinsicht kann, muss aber nicht, sich die Instruktorschicht von anderen Schichten unterscheiden, die während der Laufzeit fixiert sind und daher nicht die Flexibilität bieten, grafische Anzeigeelemente (und die entsprechende Funktionalität) außerhalb der Konfigurierungsumgebung zu ändern oder hinzuzufügen.

[0124] Die beispielhafte Instruktorschicht **370** aus [Abb. 11](#) enthält mehrere Handventile **372, 374, 376, 378**, die entsprechend entlang der Verbindungen zwischen den Nicht-Verbindungselementen der prozessgrafischen Anzeige angeordnet sind, die oben in Zusammenhang mit [Abb. 10](#) identifiziert und ansonsten in der Bedienerinhaltschicht gezeigt werden. In einer Ausführungsform können solche manuellen Ventile automatisch bei der Darstellung der Instruktorschicht eingefügt und, beispielsweise, anfänglich so konfiguriert werden, dass sie keinen Einfluss auf den Fluss durch die entsprechenden Verbindungen haben. Der Instrukteur oder ein anderer Benutzer der Inhaltsschicht **370** kann dann fortfahren, die Parameter oder andere Einstellungen von einem oder mehreren der manuellen Ventile **372, 374, 376, 378** zu modifizieren, um Störungen einzuführen oder die Simulation anderweitig zu beeinflussen und zu steuern. In ähnlicher Weise kann die Instruktorsinhaltschicht **370** ein grafisches Anzeigeelement in einem lokalen Anzeigebereich **380** enthalten, damit der Instrukteur Parameter angeben kann, die am Standort der Ausrüstung in der Prozessanlage beispielsweise über einen lokalen Anzeigebereich verfügbar gemacht werden. Alternativ können die Grafiken und die Funktionalität, die für den lokalen Anzeigebereich bereitgestellt werden, über ein anwenderspezifisches grafisches Anzeigeelement definiert werden, das mit der Konfigurierungsanwendung **38** erstellt und für eine Anzeige in der Instruktorsinhaltschicht **370** konfiguriert wurde. In jedem Fall enthüllt die dem in Schulung befindlichen Bediener gezeigte prozessgrafische Anzeige weder den lokalen Anzeigebereich noch die Quelle solcher Störungen, sie kann aber nichtsdestotrotz deren Auswirkungen widerspiegeln oder anzeigen.

[0125] Die Einführung simulierter Störungen kann in Zusammenhang mit irgendeinem der grafischen Anzeigeelemente erfolgen, einschließlich, wie oben beschrieben, einem der manuellen Ventile **372, 374, 376, 378**. Noch allgemeiner gesagt, wenn der Instrukteur ein grafisches Anzeigeelement, wie beispielsweise einen Sensor oder Geber **382** an der Auslassseite der Pumpe **360**, auswählt (indem er z.B. darauf oder unmittelbar daneben klickt), kann ein Bildschirm **384** bereitgestellt werden, wie er in [Abb. 12](#) gezeigt wird. Der Bildschirm **384** kann eine beliebige Anzahl von Möglichkeiten zum Einstellen der Parameter, wie beispielsweise einen Lautstärkepegel, ein Abweichungsniveau oder eher allgemeine Gesundheitsangaben (z. B. einen Zustand „Schlecht“) bieten. Solche Parameter können, müssen aber nicht, tatsächliche Parameter sein, die manuell oder anderweitig gesteuert werden können (siehe beispielsweise den in [Abb. 12](#) gezeigten Schieberegler für den Lautstärkepegel). Typischerweise sind solche Parameter eher so ausgelegt, dass sie Probleme mit der Ausrüstung oder den Instrumenten simulieren und so den simulierten Betrieb auf eine realistische Art und Weise beeinflussen.

[0126] [Abb. 13](#) zeigt ein alternatives Anzeigeelement in Unterstützung der Einführung eines Instruktors zu simulierten Störungen. Anstatt eines Bildschirms zur Angabe solcher Informationen wird in Reaktion auf die Auswahl eines weiteren Gebers **392** durch den Instrukteur ein Dialogfeld **390** erzeugt, das einem Durchflusssensor entsprechen kann. Das Dialogfeld kann dem Instrukteur Felder präsentieren, in denen dieser verschiedene Parameter oder Werte angeben kann, wie beispielsweise einen Zustand des Feldes, einen schlechten Feldwert und einen Lautstärkepegel.

[0127] Die [Abb. 14](#) und [Abb. 15](#) zeigen beispielhafte Steuerungselemente eines lokalen Anzeigebereichs für eine Instruktorsinhaltschicht noch detaillierter. Insbesondere kann ein Element des lokalen Anzeigebereichs **400** verfügbar gemacht werden, um dem Instrukteur zu ermöglichen, einen Motor, wie beispielsweise einen Pumpenmotor, zu starten, anzuhalten oder anderweitig zu steuern. Eine Auswahl Schaltfläche **402** oder ein anderes Objekt kann bereitgestellt werden, um die Auswahl einer dieser Optionen zu erleichtern, wobei dabei eine typische HOA-Funktion (also die Auswahl der Modi hand (manueller Betrieb), off (Aus) und auto (automatischer Betrieb) simuliert wird. Andere Stellelemente der Prozessanlage können ein Element im lokalen Anzei-

gebereich **402** präsentieren, das eine Anzahl von Parametern zur Kennzeichnung, Modifizierung usw. hat, und zwar unabhängig davon, ob solche Parameter tatsächlich von dem lokalen Anzeigebereich, der sich am Standort des Stellelements befindet, gesteuert werden können. Das Element des lokalen Anzeigebereichs **402** enthält beispielsweise entsprechende Auswahl Schaltflächen für eine Steuerungsauswahloption **404**, für eine Drehzahlauswahl **406**, für ein Vibrationsniveau **408**, eine Auswahl Schaltfläche „Start“ sowie eine Auswahl Schaltfläche „Stopp“ **412**.

[0128] Ein Prozessanlagenelement, wie es hierin verwendet wird, kann sich auf ein einzelnes Feldgerät oder eine andere Anlagenkomponente oder eine Menge aus beliebigen solcher Anlagenkomponenten beziehen. Eine einzelne Komponente kann beispielsweise ein Stellelement (z. B. Ventil), ein Verarbeitungselement (z. B. ein Reaktor), ein Mess- oder Instrumentenelement (z. B. ein Sensor oder Geber), ein Verbindungselement (z. B. Rohr), ein Stromelement usw. sein. Eine Menge von Prozessanlagenkomponenten kann, muss aber nicht, sich auf eine Untermenge von Prozessanlagenelementen beziehen, die in einer prozessgrafischen Anzeige dargestellt sind.

[0129] Bei der Implementierung kann die gesamte hierin beschriebene Software in einem beliebigen computerlesbaren Speicher, wie beispielsweise einer Magnetplatte, einer Laser-Disk oder einem anderen Speichermedium, in einem RAM oder in einem ROM eines Computers oder Prozessors usw. gespeichert werden. In ähnlicher Weise kann diese Software über eine beliebige bekannte oder geeignete Liefermethode, einschließlich beispielsweise einer computerlesbaren Diskette oder eines anderen transportablen Computerspeichermechanismus, oder über einen Kommunikationskanal, wie beispielsweise eine Telefonleitung, das Internet, das World Wide Web, irgendein anderes lokales Netzwerk oder Weitbereichsnetzwerk usw. geliefert werden (wobei eine Lieferung in diesen letzten Fällen als äquivalent zu oder austauschbar mit der Bereitstellung solcher Software über ein transportables Speichermedium angesehen wird). Außerdem kann diese Software direkt und ohne Modulation oder Verschlüsselung bereitgestellt werden, oder sie kann mit einer geeigneten Träger-schwingung moduliert und/oder mit einer geeigneten Verschlüsselungstechnik verschlüsselt werden, bevor sie über einen Kommunikationskanal übertragen wird.

[0130] Obwohl die vorgelegte Erfindung in Bezug auf spezifische Beispiele beschrieben wurde, die nur zur Veranschaulichung dienen und die Erfindung in keiner Weise einschränken, ist auch für diejenigen mit durchschnittlichen Fähigkeiten im Fachgebiet ersichtlich, dass Änderungen, Hinzufügungen und Löschungen an den offen gelegten Ausführungsformen vorgenommen werden können, ohne dass vom Geist und Anwendungsbe-reich dieser Erfindung abgewichen wird.

Zusammenfassung

[0131] Ein Verfahren, das für die Bereitstellung einer Benutzerschnittstelle für eine Prozessanlage geeignet ist, enthält die Anzeige grafischer Darstellungen von Prozessanlagenelementen der Prozessanlage über die Benutzerschnittstelle. Die Informationen werden für eine Vielzahl von Inhaltsschichten einer prozessgrafischen Anzeige der Prozessanlagenelemente durch die Verarbeitung von Daten bezüglich des Betriebs der Prozessanlage erzeugt. Die über die Benutzerschnittstelle anzuzeigenden Inhalte werden aus den erzeugten Informationen bestimmt, indem bestimmt wird, welche Inhaltsschicht aus der Vielzahl der Inhaltsschichten angezeigt werden soll. In einigen Ausführungsformen kann die Bestimmung auf Grundlage der Eigenschaften eines Benutzerprofils erfolgen. Die erzeugten Informationen können daher mehrere Ansichten der Prozessanlage über die Benutzerschnittstelle für eine Vielzahl von unterschiedlichen Typen von Benutzern der Benutzerschnittstelle unterstützen, und sie können die Verarbeitung von Daten bezüglich des tatsächlichen und des simulierten Betriebs der Prozessanlage einschließen. Im Ergebnis kann das Verfahren auch eine Bestimmung enthalten, ob die Prozessanlage aktuell online ist, um weiterhin den Teil der Informationen zu bestimmen, die über die Benutzerschnittstelle angezeigt werden soll.

Patentansprüche

1. Ein Verfahren zur Bereitstellung einer Benutzerschnittstelle für eine Prozessanlage, wobei das Verfahren aus folgenden Schritten besteht:
 der Erzeugung von Informationen für eine Vielzahl von Inhaltsschichten einer prozessgrafischen Anzeige von Prozessanlagenelementen der Prozessanlage;
 der Bestimmung einer Inhaltsschicht aus der Vielzahl der Inhaltsschichten zur Anzeige über die Benutzerschnittstelle; und
 der Anzeige der bestimmten Inhaltsschicht aus der Vielzahl der Inhaltsschichten über die Benutzerschnittstelle.

2. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Erzeugungsschritt aus der Verarbeitung von Laufzeitdaten besteht, die von der Prozessanlage in Verbindung mit den Prozessanlagenelementen empfangen werden.
3. Das Verfahren nach Anspruch 2, wobei der Bestimmungsschritt aus der Auswahl der bestimmten Inhaltsschicht auf Grundlage der Eigenschaften eines Benutzerprofils besteht, wobei die Eigenschaften des Benutzerprofils eine Angabe für den Bedienerzugriff enthalten, und wobei der Anzeigeschritt aus der Darstellung einer Bedienerinhaltsschicht aus der Vielzahl der Inhaltsschichten auf Grundlage der Laufzeitdaten besteht.
4. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Erzeugungsschritt aus der Verarbeitung von Simulationsdaten in Verbindung mit dem simulierten Betrieb der Prozessanlagenelemente besteht.
5. Das Verfahren nach Anspruch 4, wobei der Bestimmungsschritt aus der Auswahl der bestimmten Inhaltsschicht auf Grundlage der Eigenschaften eines Benutzerprofils besteht, wobei die Eigenschaften des Benutzerprofils eine Angabe für den Wartungszugriff enthalten, und wobei der Anzeigeschritt aus der Darstellung einer Wartungsinhaltsschicht aus der Vielzahl der Inhaltsschichten auf Grundlage der Simulationsdaten besteht.
6. Das Verfahren nach Anspruch 4, das außerdem aus der Einführung von simulierten Störungen in den simulierten Betrieb der Prozessanlagenelemente besteht.
7. Das Verfahren nach Anspruch 6, wobei der Bestimmungsschritt aus der Auswahl der bestimmten Inhaltsschicht auf Grundlage der Eigenschaften eines Benutzerprofils besteht, wobei die Eigenschaften des Benutzerprofils eine Angabe für den Instrukteurszugriff enthalten, und wobei der Anzeigeschritt aus der Darstellung einer Instrukteursinhaltsschicht aus der Vielzahl der Inhaltsschichten zur Unterstützung des Einführungsschritts besteht.
8. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Erzeugungsschritt aus der Auswahl der Inhaltsschicht aus der Vielzahl der Inhaltsschichten in Übereinstimmung mit den Eigenschaften eines Benutzerprofils besteht.
9. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Erzeugungsschritt aus der Implementierung von Objektmethoden besteht, die in einer Vielzahl von Objekten, die die in der prozessgrafischen Anzeige dargestellten Prozessanlagenelemente entsprechend modellieren, definiert werden.
10. Das Verfahren nach Anspruch 9, wobei jedes Objekt aus der Vielzahl der Objekte außerdem eine grafische Darstellung des Prozessanlagenelements für jede Inhaltsschicht aus der Vielzahl der Inhaltsschichten definiert.
11. Ein Benutzerschnittstellensystem für eine Prozessanlage mit einem Prozessanlagenelement, wobei das System besteht aus:
 - einem computerlesbaren Medium;
 - einem Anzeigegerät;
 - einem Objekt, das Informationen bezüglich des Betriebs des Prozessanlagenelements enthält, die in dem computerlesbaren Medium gespeichert sind; und
 - einer Ausführungs-Engine, die die Objektinformationen in einer Laufzeitumgebung nutzt, um Inhalte für eine Vielzahl von Inhaltsschichten einer prozessgrafischen Anzeige zu erzeugen;wobei das Anzeigegerät eine angegebene Inhaltsschicht aus der Vielzahl der Inhaltsschichten darstellt.
12. Das Benutzerschnittstellensystem nach Anspruch 11, wobei die Objektinformationen den Empfang von Laufzeit von der Prozessanlage in Verbindung mit dem Echtzeitbetrieb des Prozessanlagenelements betreffen.
13. Das Benutzerschnittstellensystem nach Anspruch 12, wobei die angegebene Inhaltsschicht auf Grundlage der Eigenschaften eines Benutzerprofils bestimmt wird, wobei die Eigenschaften des Benutzerprofils eine Angabe für den Bedienerzugriff enthalten, sodass die angegebene Inhaltsschicht auf eine anwenderspezifische Darstellung der Laufzeitdaten in einer Bedienerinhaltsschicht aus der Vielzahl der Inhaltsschichten ausgerichtet ist.
14. Das Benutzerschnittstellensystem nach Anspruch 11, wobei die Objektinformationen die Erzeugung von Simulationsdaten in Verbindung mit dem simulierten Betrieb des Prozessanlagenelements betreffen.

15. Das Benutzerschnittstellensystem nach Anspruch 14, wobei die angegebene Inhaltsschicht auf Grundlage der Eigenschaften eines Benutzerprofils bestimmt wird, wobei die Eigenschaften des Benutzerprofils eine Angabe für den Wartungszugriff enthalten, sodass die angegebene Inhaltsschicht auf eine anwenderspezifische Darstellung der Simulationsdaten in einer Wartungsinhaltsschicht aus der Vielzahl der Inhaltsschichten ausgerichtet ist.

16. Das Benutzerschnittstellensystem nach Anspruch 14, wobei das Objekt weitere Informationen bezüglich einer simulierten Störung des simulierten Betriebs des Prozessanlagenelements enthält.

17. Das Benutzerschnittstellensystem nach Anspruch 16, wobei die angegebene Inhaltsschicht auf Grundlage der Eigenschaften eines Benutzerprofils bestimmt wird, wobei die Eigenschaften des Benutzerprofils eine Angabe für den Instrukteurszugriff enthalten, sodass die angegebene Inhaltsschicht auf eine anwenderspezifische Darstellung der Simulationsdaten, die aus der simulierten Störung entstehen, in einer Instrukteursinhaltschicht aus der Vielzahl der Inhaltsschichten ausgerichtet ist.

18. Ein Verfahren zur Bereitstellung einer Benutzerschnittstelle für eine Prozessanlage, wobei das Verfahren aus folgenden Schritten besteht:

der Erzeugung von Inhalten für eine Vielzahl von unterschiedlichen Typen von Benutzern der Benutzerschnittstelle durch die Verarbeitung von Daten bezüglich des Echtzeitbetriebs und des simulierten Betriebs der Prozessanlage; und

der Darstellung eines ausgewählten Teils der Inhalte in einer anwenderspezifischen Darstellung der Prozessanlage durch die Bestimmung des ausgewählten Teils der Inhalte in Übereinstimmung mit einem aktuellen Benutzertyp aus der Vielzahl der unterschiedlichen Benutzertypen.

19. Das Verfahren nach Anspruch 18, wobei der Darstellungsschritt aus der Bestimmung besteht, ob die Prozessanlage online ist, um weiterhin den ausgewählten Teil der Inhalte für die anwenderspezifische Darstellung zu bestimmen.

20. Ein Verfahren zur Konfigurierung einer Benutzerschnittstelle für eine Prozessanlage, wobei das Verfahren aus folgenden Schritten besteht:

der Erstellung einer prozessgrafischen Anzeige einer Vielzahl von grafischen Anzeigeelementen, die repräsentativ für eine Vielzahl von Prozessanlagenelementen der Prozessanlage, respektive, sind;

der Konfigurierung der Vielzahl von grafischen Anzeigeelementen durch das Definieren von Parametern bezüglich des Echtzeitbetriebs der entsprechenden Prozessanlagenelemente und durch das Definieren von Simulationsparametern zur Unterstützung des simulierten Betriebs der entsprechenden Prozessanlagenelemente; und

die Errichtung einer Vielzahl von Inhaltsschichten für die selektive Anzeige von Informationen bezüglich des Echtzeitbetriebs und des simulierten Betriebs der Prozessanlage über anwenderspezifische Ansichten der prozessgrafischen Anzeige.

21. Das Verfahren nach Anspruch 20, das außerdem einen Schritt der Speicherung einer Vielzahl von Objekten für die Vielzahl der grafischen Anzeigeelemente, respektive, umfasst, wobei jedes Objekt die Parameter bezüglich des Echtzeitbetriebs sowie die Simulationsparameter enthält.

Es folgen 12 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

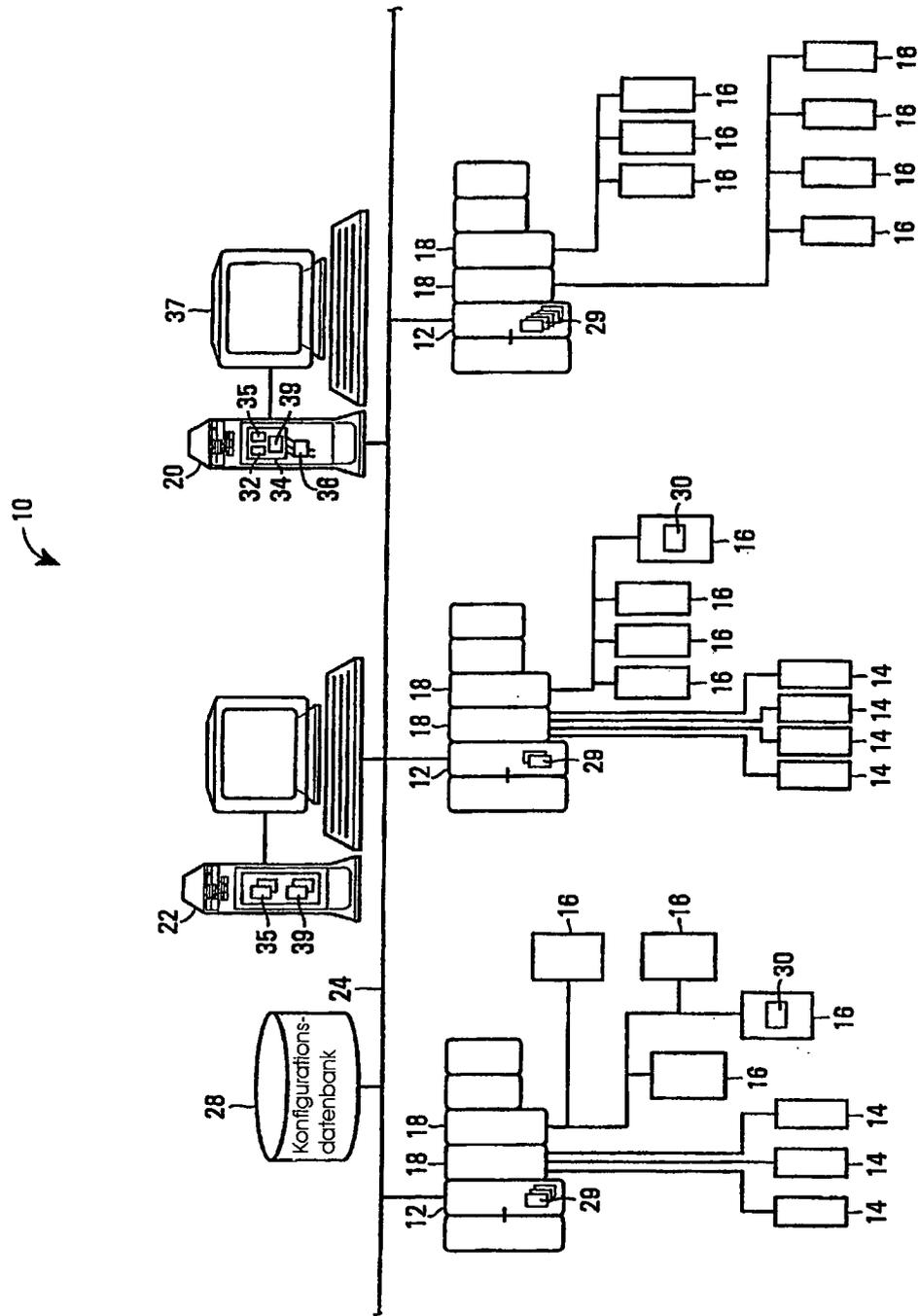


FIG. 1

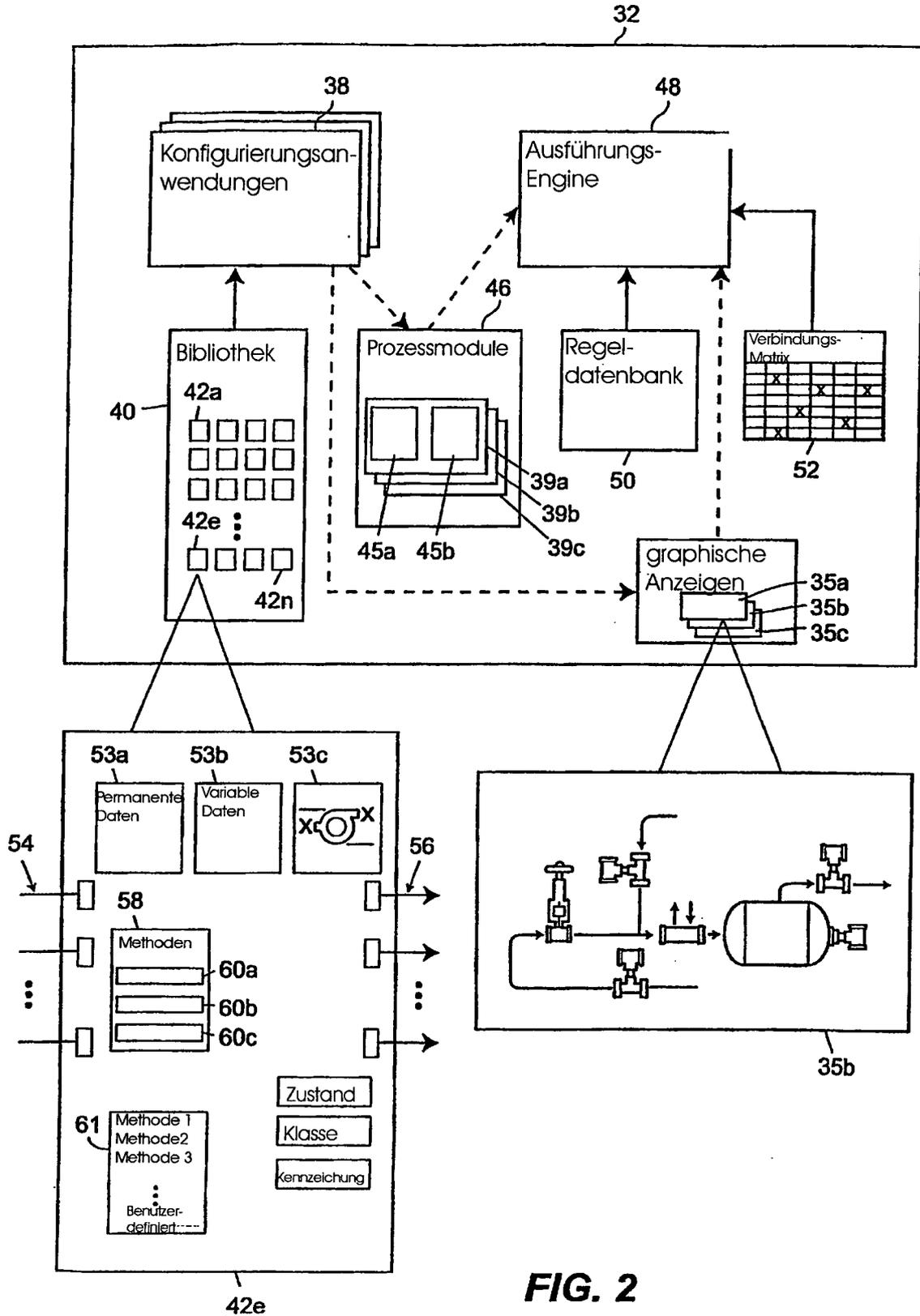


FIG. 2

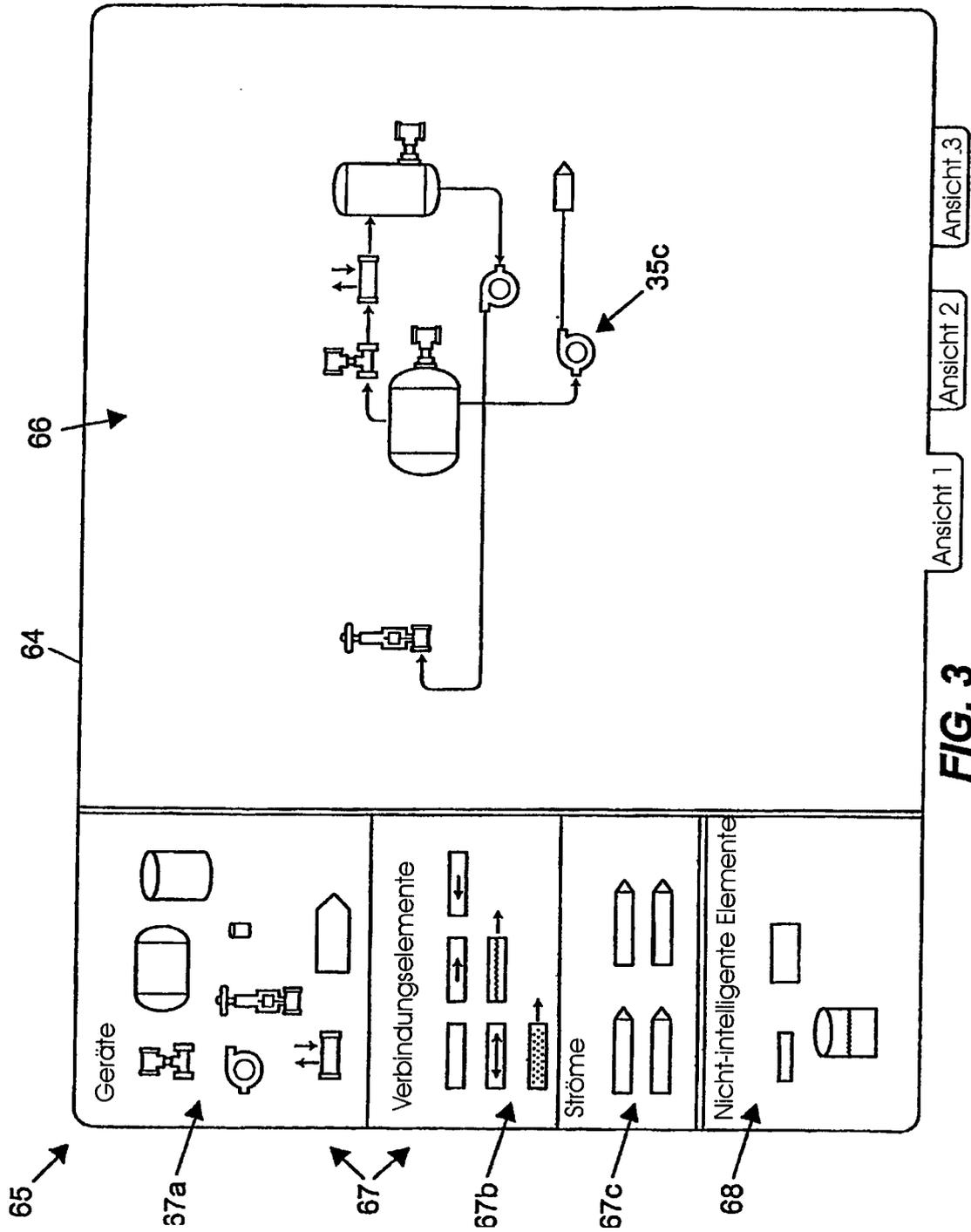


FIG. 3

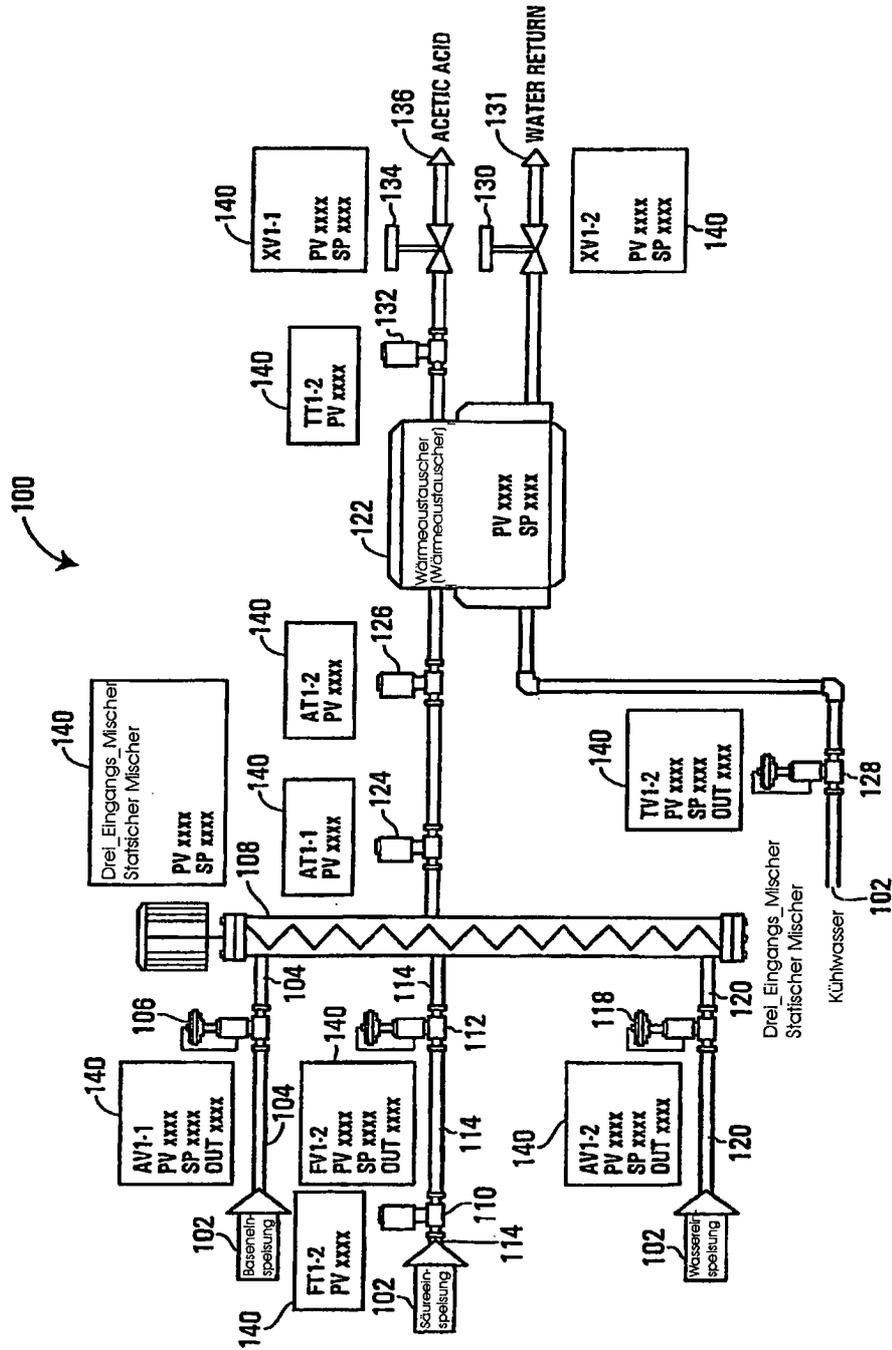


FIG. 4

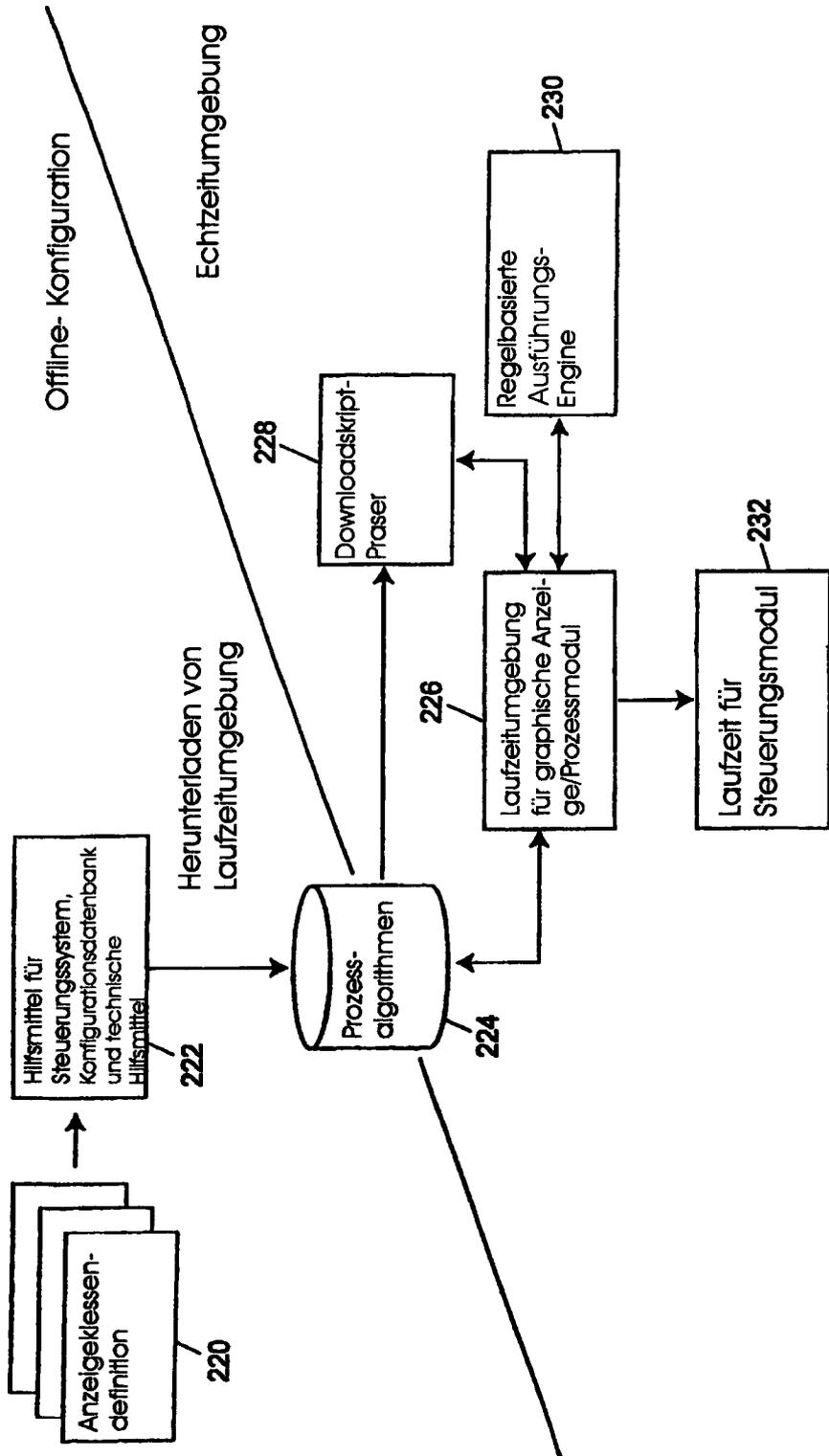


FIG. 5

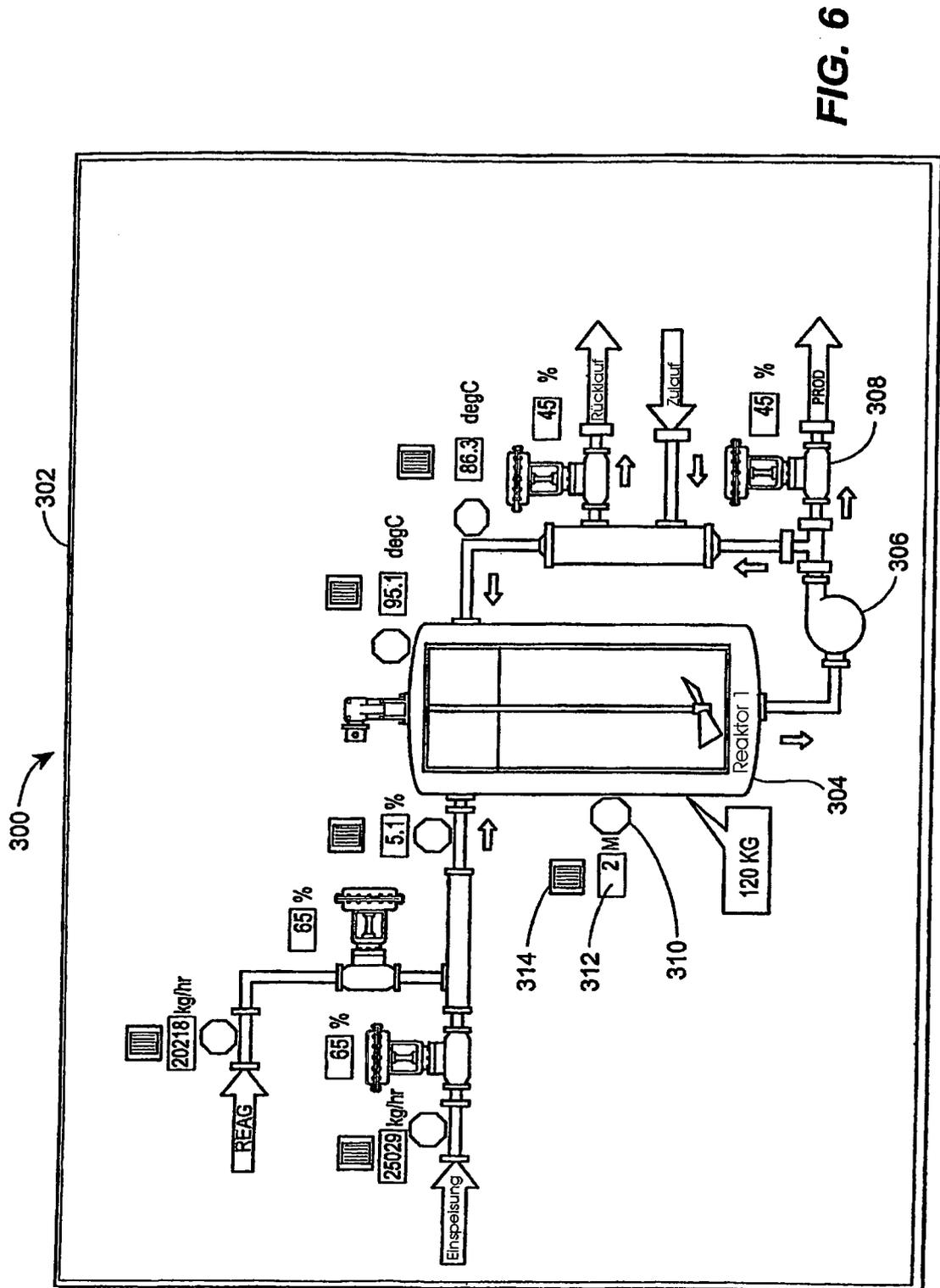


FIG. 6

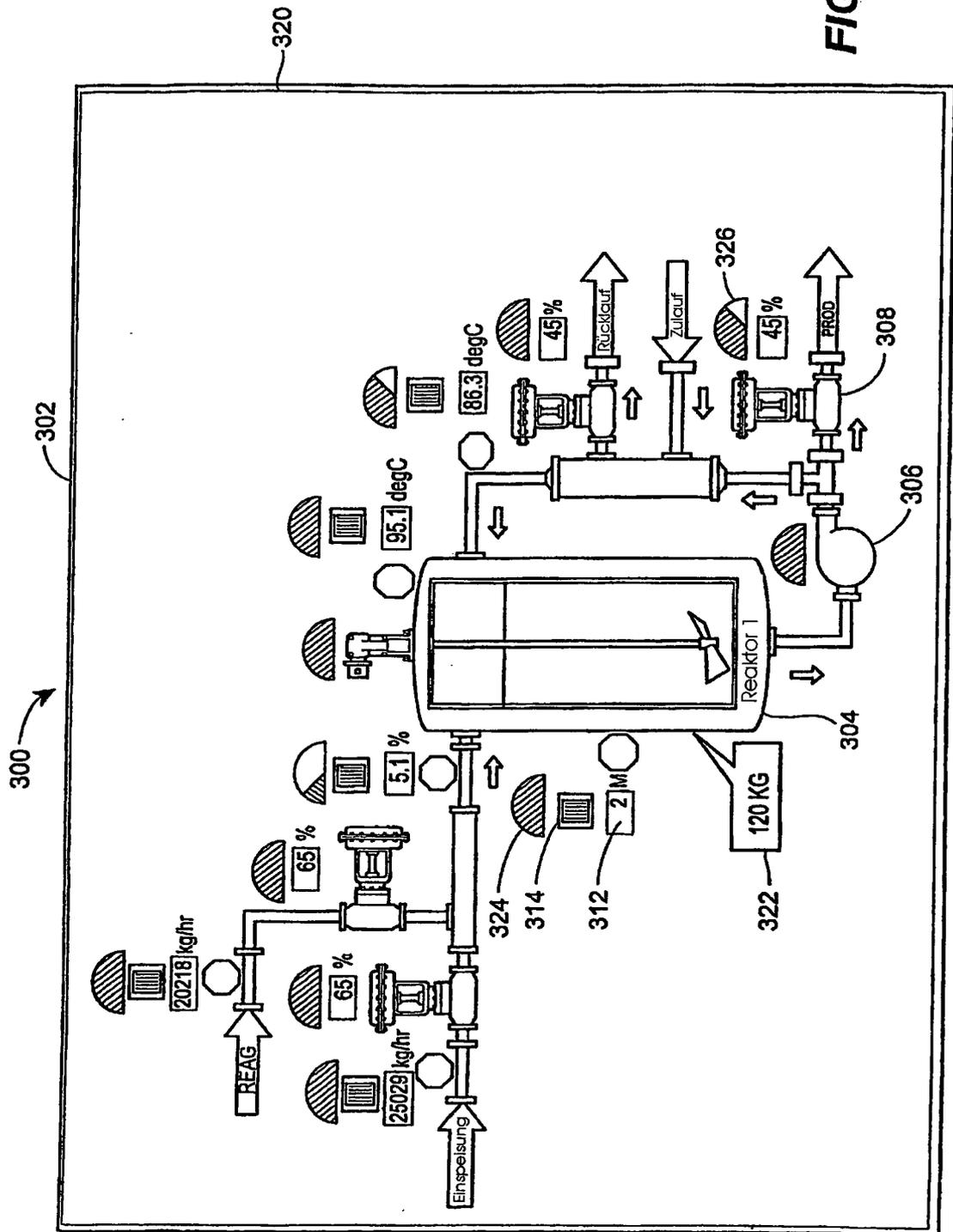


FIG. 7

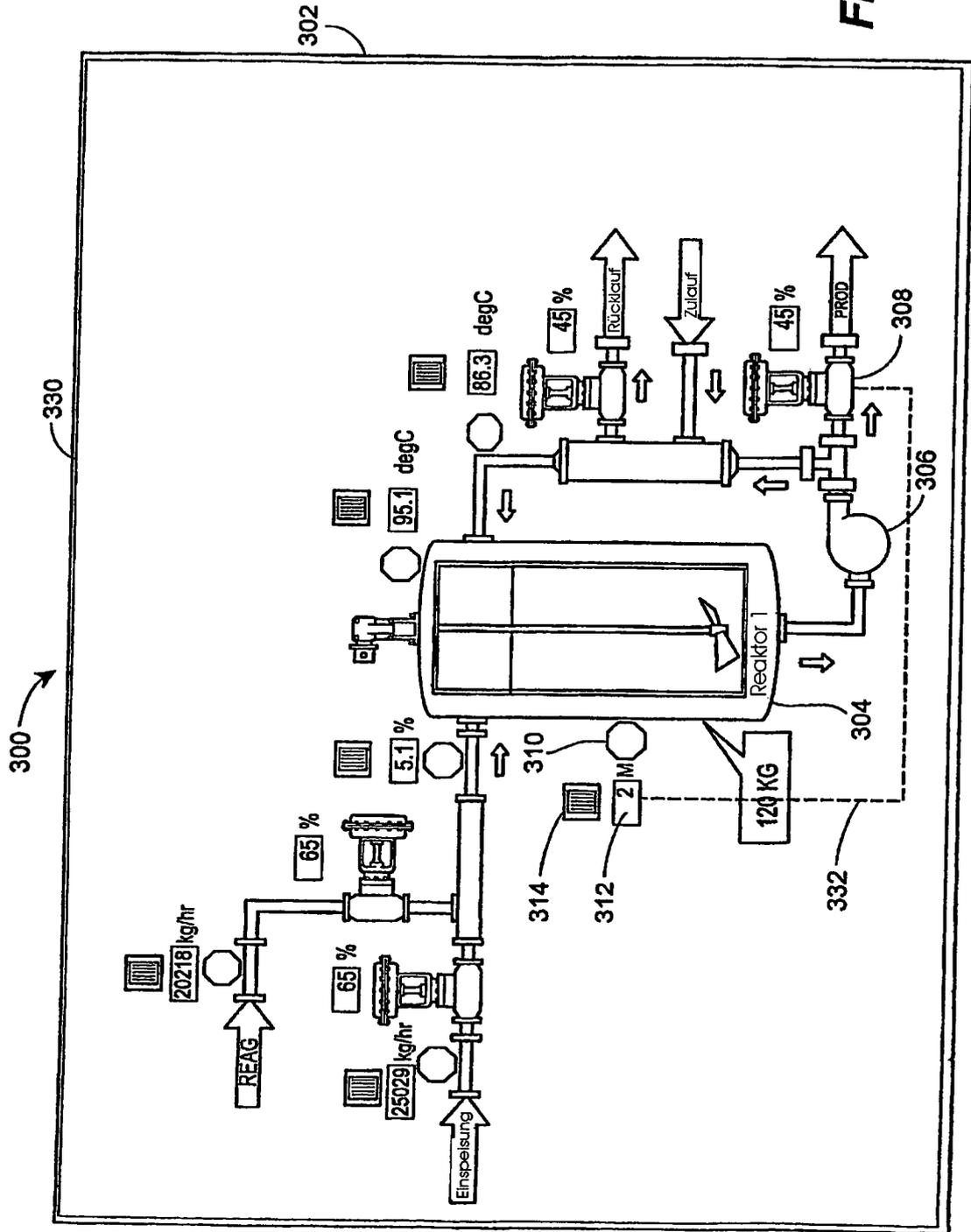


FIG. 8

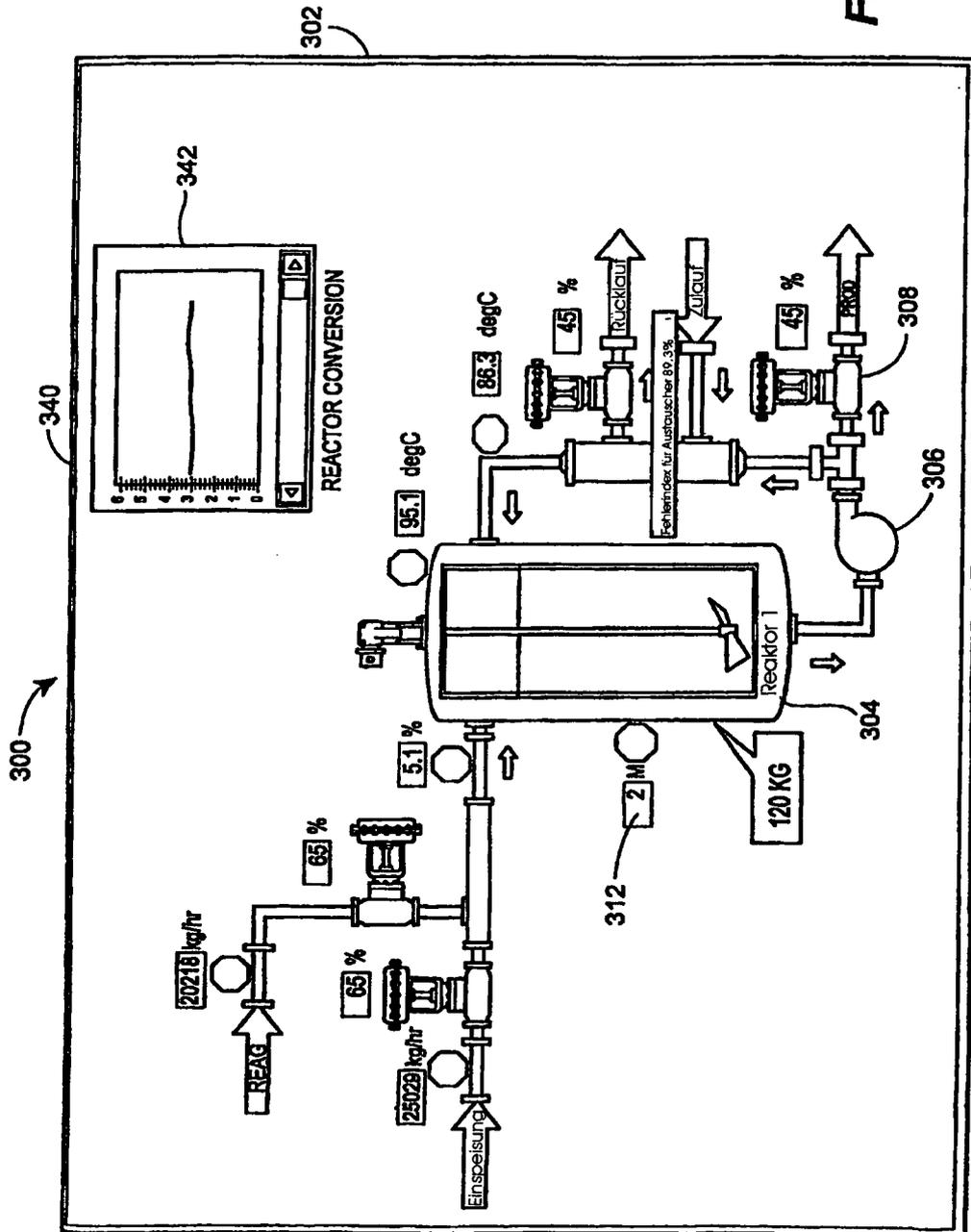


FIG. 9

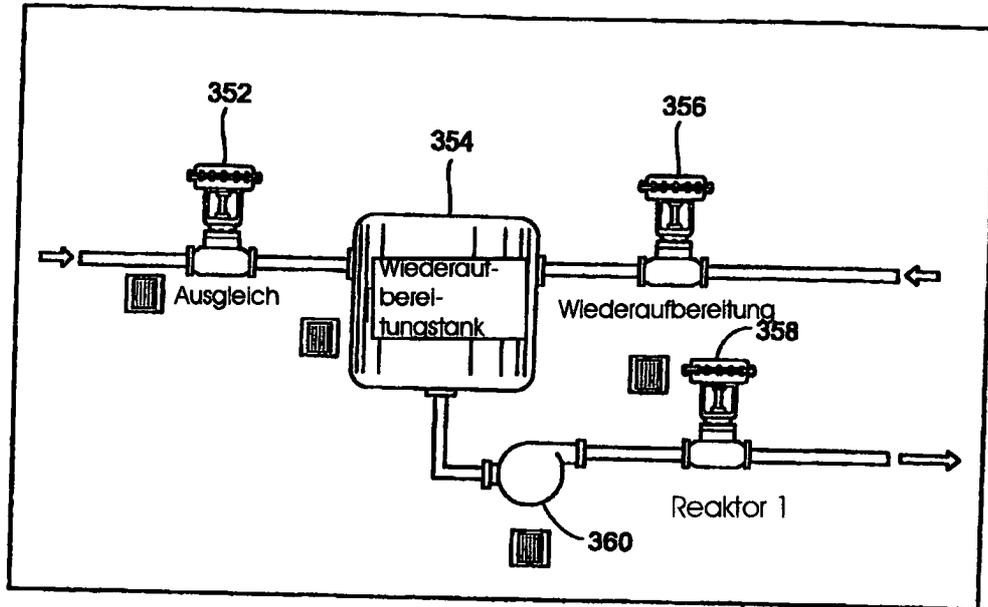


FIG. 10

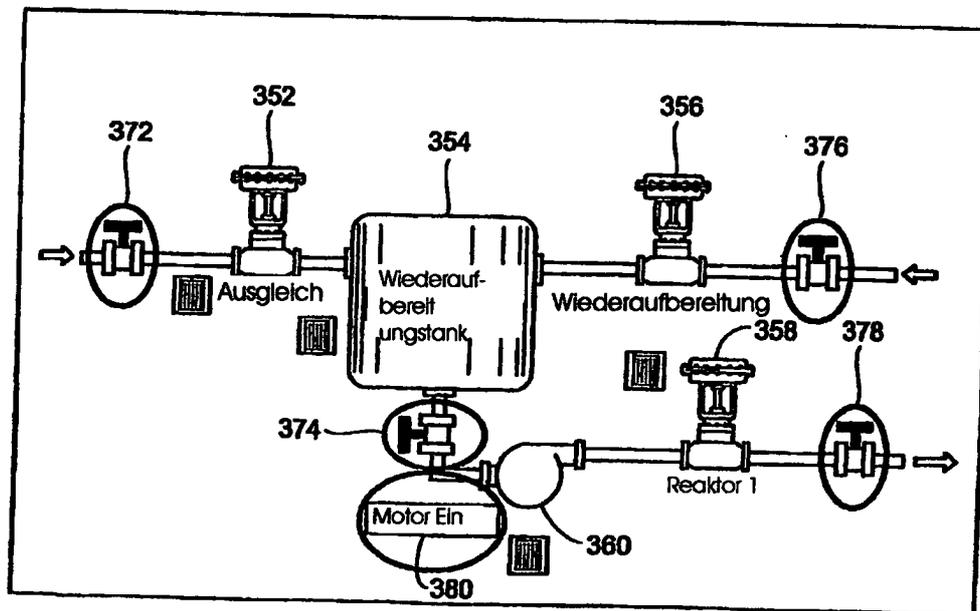


FIG. 11

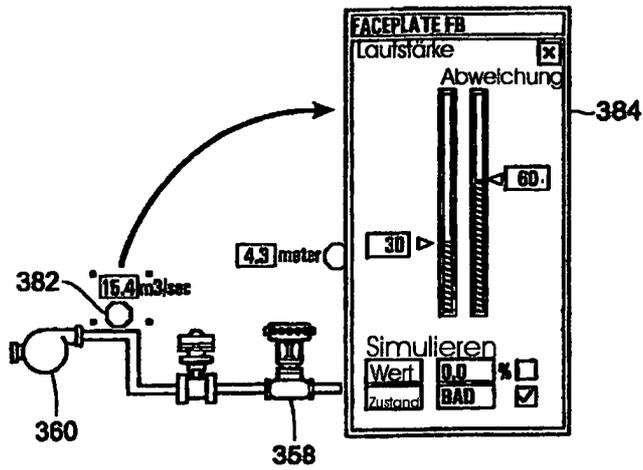


FIG. 12

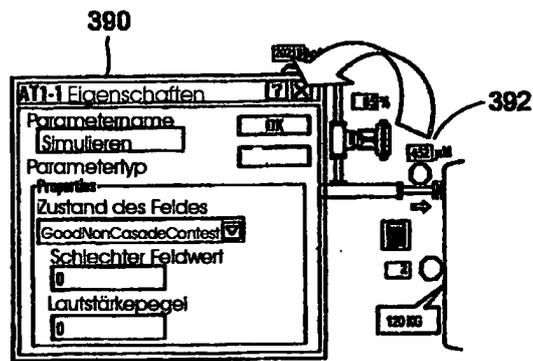


FIG. 13

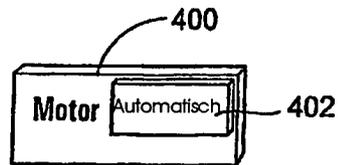


FIG. 14

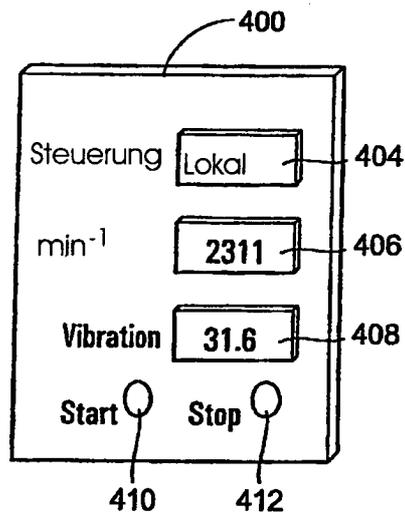


FIG. 15