



(10) **DE 10 2014 102 844 A1** 2014.09.04

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 102 844.9**

(22) Anmeldetag: **04.03.2014**

(43) Offenlegungstag: **04.09.2014**

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

(30) Unionspriorität:

**13/784,041** **04.03.2013** **US**

(71) Anmelder:

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

(74) Vertreter:

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

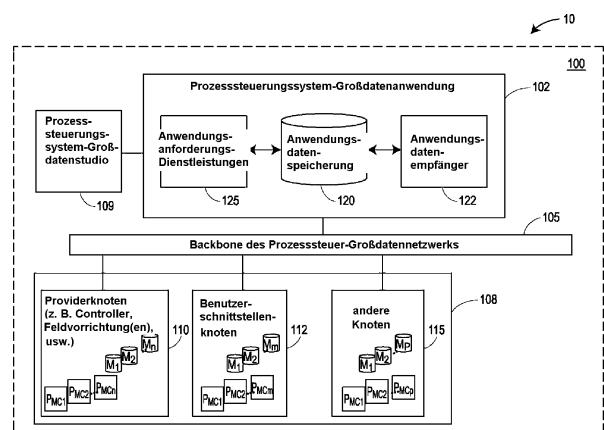
(72) Erfinder:

**Nixon, Mark J., Round Rock, Tex., US; Blevins,  
Terrence Lynn, Round Rock, Tex., US;  
Christensen, Daniel Dean, Austin, Tex., US;  
Muston, Paul Richard, Narborough, Leicester, GB;  
Beoughter, Ken J., Round Rock, Tex., US**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Großdaten in Prozesssteuerungssystemen**

(57) Zusammenfassung: Großdatennetzwerk oder -system für ein Prozesssteuerungssystem oder eine Anlage, welches einen Großdatenapparat einschließt, der einen Datenspeicherbereich, der konfiguriert ist, um unter Verwendung eines gemeinsamen Datenschemas mehrere Typen von Prozessdaten und/oder Anlagedaten (wie Konfigurations- und Echtzeitdaten) zu speichern, die in dem Prozesssteuerungssystem verwendet, in diesem generiert oder von diesem empfangen werden, und ein oder mehrere Datenempfängerrechnerumrichtungen einschließt, um die Daten von mehreren Knoten oder Vorrichtungen zu empfangen. Die Daten können an den Knoten gecacht und mit Zeitstempel versehen und zur Speicherung an den Großdatenapparat gestreamt werden. Das Prozesssteuerungssystem-Großdatensystem stellt Dienste und/oder Datenanalysen bereit, um automatisch oder manuell vorschreibende und/oder prognostische Kenntnisse herauszufinden, und um bezogen auf die gefundenen Kenntnisse Änderungen und/oder Zusätze an dem Prozesssteuerungssystem und dem Set der Dienste und/oder Analysen vorzunehmen, um das Prozesssteuerungssystem oder die Anlage zu optimieren.



**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Offenbarung betrifft allgemein Prozessanlagen und Prozesssteuerungssysteme und insbesondere die Verwendung von Großdaten in Prozessanlagen und im Prozesssteuerungssystem.

## HINTERGRUND

**[0002]** Verteilte Prozesssteuerungssysteme, wie jene, die in chemischen, Erdöl- und anderen Prozessanlagen verwendet werden, schließen typischerweise einen oder mehrere Prozesscontroller ein, die kommunikativ über analoge, digitale oder kombiniert analog/digitale Busse an eine oder mehrere Feldvorrichtungen gekoppelt sind, oder über eine drahtlose Kommunikationsverbindung oder ein Netzwerk. Die Feldvorrichtungen, die beispielsweise Ventile, Ventilpositionierer, Schalter und Sender (z. B. Temperatur-, Druck-, Pegel- und Durchflussratensensoren) sein können, befinden sich innerhalb der Prozessumgebung und führen allgemein physische oder Prozesssteuerungsfunktionen durch, wie das Öffnen oder Schließen von Ventilen, das Messen von Prozessparametern, usw., um einen oder mehrere Prozesse zu steuern, die innerhalb der Prozessanlage oder des Systems ausgeführt werden. Intelligente Feldvorrichtungen, wie die Feldvorrichtungen, die nach dem wohlbekannten Fieldbusprotokoll arbeiten, können auch Steuerungsberechnungen, Alarmfunktionen und andere Steuerungsfunktionen durchführen, die üblicherweise innerhalb des Controllers implementiert sind. Die Prozesscontroller, die sich typischerweise auch innerhalb der Anlagenumgebung befinden, empfangen Signale, die Prozessmessungen angeben, die von den Feldvorrichtungen durchgeführt werden, und/oder andere Informationen, die die Feldvorrichtungen betreffen, und führen eine Controlleranwendung aus, bei der beispielsweise unterschiedliche Steuerungsmodul laufen, die Prozesssteuerungsentscheidungen treffen, Steuerungssignale basierend auf empfangenen Informationen generieren und mit den Steuerungsmodulen oder -blöcken koordinieren, die in den Feldvorrichtungen durchgeführt werden, wie HART®, WirelessHART®, und FOUNDATION® Fieldbus-Feldvorrichtungen. Die Steuerungsmodul in dem Controller senden die Steuerungssignale über die Kommunikationsleitungen oder -verbindungen zu den Feldvorrichtungen, um dadurch den Betrieb von mindestens einem Teil der Prozessanlage oder des Systems zu steuern.

**[0003]** Informationen von den Feldvorrichtungen und dem Controller werden üblicherweise über eine Datenautobahn einer oder mehreren Hardwarevorrichtungen zur Verfügung gestellt, wie Arbeitssta-

tionen von Bedienpersonal, PCs oder Rechenvorrichtungen, Datenhistorien, Berichtsgeneratoren, zentralisierten Datenbanken oder anderen zentralisierten administrativen Rechenvorrichtungen, die sich typischerweise in Kontrollräumen oder anderen Orten befinden, die von der aggressiveren Anlagenumgebung entfernt liegen. Jede dieser Hardwarevorrichtungen ist typischerweise über die Prozessanlage oder über einen Teil der Prozessanlage zentralisiert. Diese Hardwarevorrichtungen führen Anwendungen aus, die es beispielsweise einer Bedienperson ermöglichen, Funktionen zur Steuerung eines Prozesses und/oder zum Betreiben der Prozessanlage durchzuführen, wie das Ändern von Einstellungen der Prozesssteuerungsroutine, Modifizieren des Betriebs der Steuermodul innerhalb der Controller oder der Feldvorrichtungen, Anzeigen des aktuellen Zustands des Prozesses, Anzeigen von Alarmen, die von Feldvorrichtungen und Controllern generiert wurden, Simulieren des Betriebs des Prozesses zur Schulung von Personal oder zum Test der Prozesssteuerungssoftware, Pflegen und Aktualisieren einer Konfigurationsdatenbank, usw. Die von den Hardwarevorrichtungen, Controllern und Feldvorrichtungen verwendete Datenautobahn kann einen verdrahteten Kommunikationsweg, einen drahtlosen Kommunikationsweg oder eine Kombination von verdrahteten und drahtlosen Kommunikationswegen einschließen.

**[0004]** Das DeltaV™ Steuerungssystem, das von Emerson Process Management angeboten wird, schließt mehrere Anwendungen ein, die in unterschiedlichen Vorrichtungen gespeichert und in diesen ausgeführt werden, die sich an verschiedenen Stellen innerhalb einer Prozessanlage befinden. Eine Konfigurationsanwendung, die auf einer oder mehreren Arbeitsstationen oder Rechenvorrichtungen liegt, ermöglicht Anwendern das Erstellen oder Ändern von Prozesssteuerungsmodulen und das Herunterladen dieser Prozesssteuermodul über eine Datenautobahn auf dedizierte verteilte Controller. Diese Steuermodul sind in der Regel aus kommunikativ miteinander verbundenen Funktionsblöcken zusammengesetzt, die in einem objektorientierten Programmierprotokoll Objekte sind, die innerhalb des Steuerschemas, das auf Eingaben in dieses basiert, Funktionen durchführen und Ausgaben an andere Funktionsblöcke innerhalb des Steuerschemas bereitstellen. Die Konfigurationsanwendung kann einem Konfigurationsdesigner auch ermöglichen, Benutzerschnittstellen zu erstellen oder zu verändern, die durch eine Anzeigeanwendung verwendet werden, um einer Bedienperson Daten anzuzeigen und es der Bedienperson zu ermöglichen, Einstellungen, wie Sollwertpunkte, innerhalb der Prozesssteuerroutinen zu ändern. Jeder dedizierte Controller und in einigen Fällen eine oder mehrere Feldvorrichtungen speichern eine jeweilige Controlleranwendung und führen diese aus, die dieser zugeordnete und an diese her-

untergeladene Steuermodule ausführt, um tatsächliche Prozesssteuerfunktionalität zu implementieren. Die Anzeigeanwendungen, die auf einer oder mehreren Arbeitsstationen von Bedienpersonen (oder an einer oder mehreren Fernrechenvorrichtungen in kommunikativer Verbindung mit der Arbeitsstation der Bedienperson und der Datenautobahn) ausgeführt werden können, empfangen über die Datenautobahn Daten von der Controlleranwendung und zeigen diese Daten Prozesssteuerungssystemdesignern, Bedienpersonen oder Anwendern über die Benutzerschnittstellen an, und sie können beliebige Anzahlen unterschiedlicher Ansichten bereitstellen, wie eine Bedienpersonansicht, eine Ingenieursansicht, eine Technikeransicht, usw. Eine Datenhistorienanwendung wird typischerweise in einer Datenhistorienvorrichtung gespeichert und von dieser ausgeführt, die einige oder alle der über die Datenautobahn bereitgestellten Daten sammelt und speichert, während eine Konfigurationsdatenbankanwendung noch auf einem weiteren Computer laufen kann, der mit der Datenautobahn verbunden ist, um die aktuelle Prozesssteuer-routinenkonfiguration und damit assoziierte Daten zu speichern. Die Konfigurationsdatenbank kann sich alternativ auf der selben Arbeitsstation wie die Konfigurationsanwendung befinden.

**[0005]** Die Architektur von zurzeit bekannten Prozesssteueranlagen und Prozesssteuerungssystemen wird durch den begrenzten Speicher von Controller und Vorrichtung, die Kommunikationsbandbreite und die Fähigkeiten des Controller- und Vorrichtungsprozessors stark beeinflusst. In zurzeit bekannten Prozesssteuerungssystemarchitekturen wird beispielsweise die Verwendung des dynamischen und statischen nichtflüchtigen Speichers im Controller üblicherweise minimiert oder mindestens sorgfältig gemanagt. Infolgedessen muss ein Benutzer während der Systemkonfiguration (z. B. a priori) typischerweise auswählen, welche Daten in dem Controller archiviert oder gespeichert werden sollen, wie häufig gespeichert werden soll und ob Kompression verwendet werden soll oder nicht, und der Controller wird demnach mit diesem begrenzten Set von Datenregeln konfiguriert. Daten, die in Fehlersuche und Prozessanalyse brauchbar sein könnten, werden demnach oft nicht archiviert, und wenn sie gesammelt werden, sind die brauchbaren Informationen möglicherweise infolge von Datenkompression verloren gegangen.

**[0006]** Um zudem die Speichernutzung in zurzeit bekannten Prozesssteuerungssystemen zu minimieren, werden ausgewählte Daten, die archiviert oder gespeichert werden sollen (wie durch die Konfiguration des Controllers angegeben wird) zur Speicherung in einer passenden Datenhistorie oder einem Datensilo an die Arbeitsstation oder Rechenvorrichtung berichtet. Die aktuellen Techniken, die zum Berichten der Daten verwendet werden, nutzen Kommunikati-

onsressourcen schlecht aus und legen dem Controller exzessive Last auf. Aufgrund der Zeitverzögerungen in der Kommunikation und Abtastung in der Historie oder dem Silo sind die Datensammlung und Vergabe des Zeitstempels oft mit dem tatsächlichen Prozess nicht synchronisiert.

**[0007]** Um die Nutzung des Controllerspeichers zu minimieren, bleiben in ähnlicher Weise in Chargenprozesssteuerungssystemen Chargenrezepte und Momentaufnahmen der Controllerkonfiguration typischerweise in einer zentralisierten administrativen Rechenvorrichtung oder einem zentralisierten administrativen Ort (z. B. in einem Datensilo oder einer Historie) gespeichert und werden nur bei Bedarf an einen Controller übertragen. Eine derartige Strategie bringt erhebliche Stoßlasten in den Controller und Kommunikationen zwischen der Arbeitsstation oder der zentralisierten administrativen Rechenvorrichtung und dem Controller ein.

**[0008]** Die Fähigkeits- und Leistungseinschränkungen relationaler Datenbanken von derzeit bekannten Prozesssteuerungssystemen spielen ferner in Kombination mit den bislang hohen Kosten für Plattenspeicherung eine große Rolle bei der Strukturierung von Daten in unabhängige Entitäten oder Silos, um die Ziele spezieller Anwendungen zu erfüllen. Beispielsweise werden innerhalb des DeltaV™ Systems Archivierungen von Prozessmodellen, fortlaufenden Historiendaten und Chargen- und Ereignisdaten in drei unterschiedlichen Anwendungsdatenbanken oder Datensilos gespeichert. Jedes Silo hat eine andere Benutzerschnittstelle, um auf die darin gespeicherten Daten zuzugreifen.

**[0009]** Wenn die Daten auf diese Weise strukturiert werden, entsteht eine Barriere in der Weise, wie auf historisierte Daten zugegriffen und diese verwendet werden. Die wahre Ursache von Schwankungen der Produktqualität kann beispielsweise mit Daten in mehr als einem dieser Datensilos assoziiert sein. Aufgrund der unterschiedlichen Dateistrukturen der Silos ist es jedoch nicht möglich, Tools bereitzustellen, die den raschen und einfachen Zugriff auf diese Daten zur Analyse ermöglichen. Audit- und Synchronisationsfunktionen müssen zudem durchgeführt werden, um zu gewährleisten, dass Daten über unterschiedliche Silos konsistent sind.

**[0010]** Die zuvor erörterten Einschränkungen derzeit bekannter Prozessanlagen und Prozesssteuerungssysteme und andere Einschränkungen können sich in unerwünschter Weise während des Betriebs und der Optimierung von Prozessanlagen oder Prozesssteuerungssystemen manifestieren, beispielsweise während des Betriebs der Anlage, bei der Fehlerbehebung und/oder prognostischen Modellierung. Solche Einschränkungen erzwingen beispielsweise mühselige und lange Arbeitsabläufe, die durchge-

führt werden müssen, um Daten zur Fehlerbehebung und zur Generierung aktualisierter Modelle zu erhalten. Die erhaltenen Daten können zudem infolge von Datenkompression, unzureichender Bandbreite oder Zeitstempelverschiebungen ungenau sein.

**[0011]** „Großdaten“ bezieht sich allgemein auf eine Sammlung von einem oder mehreren Datensets, die so groß oder komplex sind, dass traditionelle Datenbankmanagementtools und/oder Datenverarbeitungsanwendungen (z. B. relationale Datenbanken und Statistikpakete für den Desktop) nicht in der Lage sind, die Datensets innerhalb einer hinnehmbaren Zeit zu managen. Anwendungen, die Großdaten verwenden, sind in der Regel transaktional und endanwendergesteuert oder -fokussiert. Web-Suchmaschinen, Anwendungen in sozialen Medien, Marketinganwendungen und Einzelhandelanwendungen können beispielsweise Großdaten nutzen und manipulieren. Großdaten können von einer verteilten Datenbank unterstützt werden, die die Parallelverarbeitungsfähigkeiten von modernen Multiprozess-Mehrkernservern in vollem Maße nutzen.

#### KURZFASSUNG

**[0012]** Ein Prozesssteuerungssystem-Großdaten-netzwerk oder -system für ein Prozesssteuerungssystem oder eine Anlage liefert eine Infrastruktur, um Data Mining im Großmaßstab und Datenanalyse von Prozessdaten zu unterstützen. In einer Ausführungsform schließt das Prozesssteuer-Großdatennetzwerk oder -system eine Vielzahl von Knoten ein, um alle (oder fast alle) Daten zu sammeln und zu speichern, die durch Vorrichtungen, die in das Prozesssteuerungssystem oder die Anlage eingeschlossen oder damit assoziiert sind, generiert, empfangen und/oder beobachtet werden. Einer der Knoten des Prozesssteuer-Großdatennetzwerks kann insbesondere ein Prozesssteuerungssystem-Großdatenapparat sein. Der Prozesssteuerungssystem-Großdatenapparat kann einen unitären logischen Datenspeicherbereich einschließen, der konfiguriert ist, um unter Verwendung eines gemeinsamen Formats mehrere Typen von Daten zu speichern, die durch das Prozesssteuerungssystem, die Prozessanlage und einen oder mehrere durch die Prozessanlage gesteuerte Prozesse generiert sind oder diese betreffen. Der unitäre logische Datenspeicherbereich kann beispielsweise Konfigurationsdaten, fortlaufende Daten, Ereignisdaten, Anlagendaten, Daten, die eine Benutzeraktion angeben, Netzwerkmanagementdaten und Daten speichern, die durch Systeme bereitgestellt werden oder zu diesen gehören, die außerhalb des Prozesssteuerungssystems oder der Anlage liegen.

**[0013]** Im Unterschied zu Prozesssteuerungssystemen des Standes der Technik muss die Identität von Daten, die an den Knoten des Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerks gesammelt werden, in

den Knoten nicht a priori definiert oder konfiguriert werden. Die Rate, mit der Daten in den Knoten gesammelt und von diesen übertragen wird, muss ferner nicht a priori konfiguriert, ausgewählt oder definiert werden. Das Prozesssteuer-Großdatensystem kann stattdessen automatisch alle Daten, die in den Knoten generiert, von diesen empfangen oder erhalten werden, mit der Rate sammeln, mit der die Daten generiert, empfangen oder erhalten werden, und kann herbeiführen, dass die gesammelten Daten in hoher Qualität (z. B. ohne Verwendung verlustreicher Datenkompression oder jeglichen anderen Techniken, die zu Verlust der Originalinformationen führen können) dem Prozesssteuerungssystem-Großdatenapparat zur Speicherung geliefert werden (und gegebenenfalls an andere Knoten des Netzwerks geliefert werden).

**[0014]** Das Prozesssteuerungssystem-Großdatensystem kann auch in der Lage sein, für jeglichen Teil der gespeicherten Daten anspruchsvolle Daten- und Trendanalysen bereitzustellen. Das Prozesssteuer-Großdatensystem kann beispielsweise in der Lage sein, automatische Datenanalyse über Prozessdaten bereitzustellen (die in Prozesssteuerungssystem des Standes der Technik in unterschiedlichen Datenbanksilos enthalten sind), ohne dass irgendeine a priori-Konfiguration erforderlich ist und ohne dass irgendeine Übersetzung oder Konvertierung erforderlich ist. Das Prozesssteuerungssystem-Großdatensystem kann basierend auf den Analysen in der Lage sein, automatisch in die Tiefe gehende Erkenntnisfindung bereitzustellen, und kann Änderungen an oder zusätzliche Entitäten für das Prozesssteuerungssystem vorschlagen. Zudem oder alternativ kann das Prozesssteuerungssystem-Großdatensystem Aktionen (vorgeschriebene, prognostische oder beide) durchführen, die auf der Erkenntnisfindung basieren. Das Prozesssteuerungssystem-Großdatensystem kann Anwendern auch die Durchführung von manueller Erkenntnisfindung ermöglichen und sie darin unterstützen, sowie in der Planung, Konfiguration, dem Betreiben, Warten und Optimieren der Prozessanlage und der damit assoziierten Ressourcen.

**[0015]** Erkenntnisfindungs- und Großdatentechniken innerhalb einer Prozesssteueranlage oder -umgebung unterscheiden sich inhärent von traditionellen Großdatentechniken. Traditionelle Großdaten-anwendungen beinhalten typischerweise singuläre Transaktionen, sind endanwendergesteuert und haben keine strengen Zeitanforderungen oder -abhängigkeiten. Ein Web-Einzelhandel sammelt beispielsweise Großdaten, die angeschaute Produkte, gekaufte Produkte und Kundenprofile betreffen, und verwendet diese gesammelten Daten, um Werbung und Vorschläge zum Kauf höherwertiger Produkte für individuelle Kunden maßzuschneidern, wenn sie durch die Webseite des Einzelhandels navigie-

ren. Wenn eine spezielle Einzelhandelstransaktion (z. B. ein spezieller Datenpunkt) versehentlich aus der Großdatenanalyse des Einzelhändlers wegfällt, ist die Wirkung dieses Wegfalls vernachlässigbar, insbesondere wenn die Anzahl der analysierten Datenpunkte sehr groß ist. Im schlimmsten Fall kann eine Werbung oder ein Vorschlag zum Kauf eines höherwertigen Produkts für einen speziellen Kunden nicht so genau maßgeschneidert werden, wie dies der Fall sein könnte, wenn der weggefallene Datenpunkt in die Großdatenanalyse des Einzelhändlers eingeschlossen worden wäre.

**[0016]** In Prozessanlagen- und Prozesssteuerumgebungen ist die Dimension der Zeit und die Anwesenheit oder der Wegfall bestimmter Datenpunkte jedoch kritisch. Wenn beispielsweise ein bestimmter Datenwert nicht an eine Empfängerkomponente der Prozessanlage innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls geliefert wird, kann der Prozess unkontrolliert werden, was zu einem Feuer, einer Explosion, Geräteverlust und/oder Verlust des menschlichen Lebens führen kann. Mehrere und/oder komplexe zeitbasierte Beziehungen zwischen unterschiedlichen Komponenten, Entitäten und/oder Prozessen, die innerhalb der Prozessanlage und/oder außerhalb der Prozessanlage operieren, können ferner die Betriebseffizienz, Produktqualität und/oder Anlagensicherheit beeinflussen. Die durch die hier beschriebenen Prozesssteuerungssystem-Großdatentechniken bereitgestellte Erkenntnisfindung kann ermöglichen, dass derartige zeitbasierte Beziehungen gefunden und genutzt werden, wodurch eine effizientere und sicherere Prozessanlage möglich wird, die ein höherwertiges Produkt produzieren kann.

**[0017]** Die hier beschriebenen Techniken können beispielsweise automatisch finden, dass eine Kombination eines speziellen Eingangsmaterialcharakteristikums, eines Umgebungsluftdrucks an einer speziellen Straße und eines speziellen ungeplanten Ereignisses zu einer Verschlechterung der Produktqualität von X % führen kann. Die Techniken können automatisch ermitteln, dass die potentielle Verschlechterung der Produktqualität verringert werden kann, indem ein Parameter eines anderen Prozesses angepasst wird, der dreißig Minuten nach dem ungeplanten Ereignis ausgeführt wird, und kann automatisch Schritte durchführen, um den Parameter entsprechend anzupassen. Die hier beschriebenen Erkenntnisfindungs- und Prozesssteuerungssystem-Großdatentechniken können demnach ermöglichen, dass derartige Beziehungen und Aktionen gefunden werden und innerhalb einer Prozessanlage oder Prozesssteuerumgebung darauf reagiert werden kann, wie hier detaillierter beschrieben ist.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0018]** Fig. 1 ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Großdatennetzwerks für eine Prozessanlage oder Prozesssteuerungssystem;

**[0019]** Fig. 2 ist ein Blockdiagramm, das eine beispielhafte Anordnung von Providerknoten illustriert, die in das Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerk von Fig. 1 eingeschlossen sind;

**[0020]** Fig. 3 ist ein Blockdiagramm, das eine beispielhafte Verwendung von Anwendungsdatenempfängern zur Speicherung oder Historisierung von Daten in der Prozesssteuerungssystem-Großdaten-anwendung von Fig. 1 illustriert;

**[0021]** Fig. 4 ist ein Blockdiagramm, das eine beispielhafte Verwendung von Anwendungsdatendienstleistern zum Zugriff auf historisierte Daten illustriert, die in der Prozesssteuerungssystem-Großdaten-anwendung von Fig. 1 gespeichert sind;

**[0022]** Fig. 5 ist ein Blockdiagramm einer beispielhaften Ausführungsform des Prozesssteuerungssystem-Großdatenstudios von Fig. 1;

**[0023]** Fig. 6 ist ein Blockdiagramm einer beispielhaften Kopplung zwischen einer Konfigurations- und Explorationsumgebung, die durch das Prozesssteuerungssystem-Großdatenstudio von Fig. 1 bereitgestellt wird, und einer Laufzeitumgebung der Prozessanlage oder des Prozesssteuerungssystems; und

**[0024]** Fig. 7 ist ein Flussdiagramm eines beispielhaften Verfahrens zur Unterstützung von Großdaten in einem Prozesssteuerungssystem oder einer Prozessanlage.

## DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

**[0025]** Fig. 1 ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Großdatennetzwerks **100** für eine Prozessanlage oder ein Prozesssteuerungssystem **10**. Das beispielhafte Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerk **100** schließt eine(n) Prozesssteuerungssystem-Großdatenapparat oder -anwendung **102**, einen Backbone **105** eines Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerks und eine Vielzahl von Knoten **108** ein, die kommunikativ mit dem Backbone **105** verbunden sind. Prozessbezogene Daten, anlagenbezogene Daten und andere Typen von Daten können gesammelt und in der Vielzahl von Knoten **108** gecacht werden, und die Daten können über den Netzwerk-Backbone **105** an den Prozesssteuerungssystem-Großdatenapparat oder die entsprechende Anwendung **102** zur langfristigen Speicherung (z. B. „Historisierung“) und Verarbeitung geliefert werden. In einer Ausführungsform können mindestens einige der Daten zwischen Knoten des Netzwerks **100** ge-

liefert werden, z. B. um einen Prozess in Echtzeit zu steuern.

**[0026]** Jeglicher mit dem Prozesssteuerungssystem **10** zusammenhängende Typ von Daten kann in der Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** gesammelt und gespeichert werden. In einer Ausführungsform können Prozessdaten gesammelt und gespeichert werden. Echtzeit-Prozessdaten, wie fortlaufende, Chargen-, Mess- und Ereignisdaten, die generiert werden, während ein Prozess in der Prozessanlage **10** gesteuert wird (und die in einigen Fällen einen Effekt einer Echtzeitausführung des Prozesses angeben) können beispielsweise gesammelt und gespeichert werden. Prozessdefinitions-, Anordnungs- oder Einrichtungsdaten, wie Konfigurationsdaten und/oder Chargenrezeptdaten, können gesammelt und gespeichert werden. Daten, die der Konfiguration, Ausführung und den Ergebnissen von Prozessdiagnostik entsprechen, können gesammelt und gespeichert werden. Auch andere Typen von Prozessdaten können gesammelt und gespeichert werden.

**[0027]** In einer Ausführungsform können Datenautobahnverkehrsdaten und Netzwerkmanagementdaten des Backbones **105** und Daten von verschiedenen anderen Kommunikationsnetzwerken der Prozessanlage **10** gesammelt und gespeichert werden. Benutzerbezogene Daten, wie Daten, die sich auf Benutzerdatenverkehr, Anmeldeversuche, Abfragen und Anweisungen beziehen, können in einer Ausführungsform gesammelt und gespeichert werden. Textdaten (z. B. Protokolle, Betriebsabläufe, Handbücher, usw.), Raumdaten (z. B. positionsbezogene Daten) und Multimediadaten (z. B. Videoüberwachung, Videoclips, usw.) können gesammelt und gespeichert werden.

**[0028]** Daten, die sich auf die Prozessanlage **10** beziehen (z. B. auf physische Geräte, die zu der Prozessanlage **10** gehören, wie Maschinen und Vorrichtungen), jedoch möglicherweise nicht durch Anwendungen generiert werden können, die einen Prozess direkt konfigurieren, steuern oder diagnostizieren, können gesammelt und gespeichert werden. Vibrationsdaten und Dampfabscheidedaten können beispielsweise gesammelt und gespeichert werden. Anlagensicherheitsdaten können gesammelt und gespeichert werden. Daten, die einen Wert eines Parameters angeben, der mit Anlagensicherheit korrespondiert (z. B. Korrosionsdaten, Gasdetektierungsdaten, usw.) können beispielsweise gespeichert werden, oder Daten, die ein Ereignis anzeigen, das mit Anlagensicherheit korrespondiert, können gespeichert werden. Daten, die mit der Integrität von Maschinen, Anlagegeräten und/oder -vorrichtungen korrespondieren, können gesammelt und gespeichert werden. Gerätedaten (z. B. Pumpenintegritätsdaten, die basierend auf Vibrationsdaten und anderen Da-

ten ermittelt wurden) können beispielsweise gesammelt werden. Daten, die der Konfiguration, Ausführung und den Ergebnissen von Geräte-, Maschinen- und/oder Gerätediagnostik entsprechen, können gesammelt und gespeichert werden.

**[0029]** In einigen Ausführungsformen können Daten, die durch Entitäten generiert oder an solche übertragen werden, die sich außerhalb der Prozessanlage **10** befinden, gesammelt und gespeichert werden, wie Daten, die die Kosten von Rohmaterialien betreffen, erwartete Ankunftszeiten von Teilen oder Geräten, Wetterdaten und andere externe Daten. In einer Ausführungsform können alle Daten, die durch alle Knoten **108** generiert, von diesen empfangen oder beobachtet werden, welche kommunikativ mit dem Netzwerk-Backbone **105** verbunden sind, gesammelt und deren Speicherung in einer Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** herbeigeführt werden.

**[0030]** In einer Ausführungsform schließt das Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerk **100** ein Prozesssteuerungssystem-Großdatenstudio **109** ein, das so konfiguriert ist, dass es eine Primärbenutzerschnittstelle zum Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerk **100** bereitstellt, die zur Konfiguration und Datenexploration dient, z. B. eine Benutzerschnittstelle oder eine Schnittstelle, die von anderen Anwendungen genutzt werden kann. Das Prozesssteuerungssystem-Großdatenstudio **109** kann über den Backbone **105** des Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerks mit der Großdatenanwendung **102** verbunden sein, oder kann direkt mit der Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** verbunden sein.

#### Prozesssteuer-Großdatennetzwerkknotten

**[0031]** Die Vielzahl der Knoten **108** des Prozesssteuer-Großdatennetzwerks **100** kann mehrere unterschiedliche Gruppen von Knoten **110–115** einschließen. Eine erste Gruppe von Knoten **110**, die hier als „Providerknoten **110**“ oder „Providervorrichtungen **110**“ bezeichnet werden, kann einen oder mehrere Knoten oder Vorrichtungen einschließen, die Prozesssteuerungsdaten generieren, routen und/oder empfangen, um zu ermöglichen, dass Prozesse in der Prozessanlagenumgebung **10** in Echtzeit gesteuert werden. Beispiele für Providervorrichtungen oder -knoten **110** können Vorrichtungen einschließen, deren Hauptfunktion das Generieren von und/oder Arbeiten an Prozesssteuerungsdaten betrifft, um einen Prozess zu steuern, z. B. verdrahtete und drahtlose Feldvorrichtungen, Controller und Eingabe/Ausgabe (E/A-Geräte). Andere Beispiele für Providervorrichtungen **110** können Vorrichtungen einschließen, deren Hauptfunktion die Bereitstellung von Zugang zu oder Routen durch ein oder mehrere Kommunikationsnetzwerke des Prozesssteuer-

nungssystem ist (von denen eines das Prozesssteuer-Großnetzwerk **100** ist), z. B. Zugangspunkte, Router, Schnittstellen für verdrahtete Steuerbusse, Gateways zu drahtlosen Kommunikationsnetzwerken, Gateways zu externen Netzwerken oder Systemen und andere derartige Routing- und Netzwerkvorrichtungen. Noch weitere Beispiele für Providervorrichtungen **110** können Vorrichtungen einschließen, deren Hauptfunktion in der temporären Speicherung von Prozessdaten und anderen verwandten Daten, die im gesamten Prozesssteuerungssystem **10** anfallen, und im Herbeiführen der Übertragung der temporär gespeicherten Daten zur Historisierung in der Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** liegt.

**[0032]** In einer Ausführungsform ist mindestens eine der Providervorrichtungen **110** kommunikativ in direkter Weise mit dem Backbone **105** des Prozesssteuer-Großdatennetzwerks verbunden. In einer Ausführungsform ist mindestens eine der Providervorrichtungen **110** kommunikativ in indirekter Weise mit dem Backbone **105** des Prozesssteuer-Großdatennetzwerks verbunden. Eine Drahtlos-Feldvorrichtung kann beispielsweise über einen Router und Zugangspunkt und ein Drahtlos-Gateway kommunikativ mit dem Backbone **105** verbunden sein. Providervorrichtungen **110** haben typischerweise keine integrale Benutzerschnittstelle, obwohl einige der Providervorrichtungen **100** über die Fähigkeit zur kommunikativen Verbindung mit einer Benutzerrechnervorrichtung oder Benutzerschnittstelle verfügen können, z. B. durch Kommunikation über eine verdrahtete oder drahtlose Kommunikationsverbindung, oder indem eine Benutzerschnittstellenvorrichtung in einen Port der Providervorrichtung **110** gesteckt wird.

**[0033]** Eine zweite Gruppe von Knoten **112**, die hier als „Benutzerschnittstellenknoten **112**“ oder „Benutzerschnittstellenvorrichtungen **112**“ beschrieben werden, kann einen oder mehrere Knoten oder Vorrichtungen einschließen, die jeweils eine integrierte Benutzerschnittstelle aufweisen, über die einen Benutzer oder eine Bedienperson mit dem Prozesssteuerungssystem oder der Prozessanlage **10** interagieren kann, um Aktivitäten durchzuführen, die die Prozessanlage **10** betreffen (z. B. Konfigurieren, Anzeigen, Überwachen, Testen, Analysieren, Diagnostizieren, Bestellen, Planen, Zeitplanung, Anmerken und/oder andere Aktivitäten). Beispiele für diese Benutzerschnittstellenknoten oder -vorrichtungen **112** können mobile oder stationäre Rechnervorrichtungen, Arbeitsstationen, handgeführte Vorrichtungen, Tablets, Oberflächenrechnervorrichtungen und jegliche andere Rechnervorrichtung mit einem Prozessor, einem Speicher und einer integralen Benutzerschnittstelle einschließen. Integrierte Benutzerschnittstellen können einen Bildschirm, eine Tastatur, eine Kleintastatur, eine Maus, Schaltflächen, Touchscreen, Touchpad, eine biometrische Schnittstelle, Lautsprecher

und Mikrofone, Kameras und/oder jegliche andere Benutzerschnittstellentechnologie einschließen. Jeder Benutzerschnittstellenknoten **112** kann ein oder mehrere integrierte Benutzerschnittstellen einschließen. Benutzerschnittstellenknoten **112** können eine direkte Verbindung mit dem Backbone **105** des Prozesssteuer-Großdatennetzwerks einschließen, oder können eine indirekte Verbindung mit dem Backbone **105** einschließen, z. B. über einen Zugangspunkt oder ein Gateway. Benutzerschnittstellenknoten **112** können kommunikativ in verdrahteter und/oder drahtloser Weise mit dem Backbone **105** des Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerks verbunden sein. Ein Benutzerschnittstellenknoten **112** kann in einigen Ausführungsformen ad-hoc mit dem Netzwerk-Backbone verbunden werden.

**[0034]** Die Vielzahl von Knoten **108** des Prozesssteuer-Großdatennetzwerks **100** ist natürlich nicht nur auf Providerknoten **110** und Benutzerschnittstellenknoten **112** begrenzt. Einer oder mehrere andere Typen von Knoten **115** können auch in die Vielzahl der Knoten **108** eingeschlossen werden. Ein Knoten eines Systems, das sich außerhalb der Prozessanlage **10** befindet (z. B. ein Laborsystem oder ein Materialhandhabungssystem) kann beispielsweise kommunikativ mit dem Netzwerk-Backbone **105** des Systems **100** verbunden sein. Ein Knoten oder eine Vorrichtung **115** kann kommunikativ über eine direkte oder indirekte Verbindung mit dem Backbone **105** verbunden sein. Ein Knoten oder eine Vorrichtung **115** kann kommunikativ über eine verdrahtete oder drahtlose Verbindung mit dem Backbone **105** verbunden sein. In einigen Ausführungsformen kann die Gruppe von anderen Knoten **115** aus dem Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerk **100** wegfallen.

**[0035]** In einer Ausführungsform können mindestens einige der Knoten **108** des Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerks **100** eine integrierte Firewall einschließen. Jegliche Anzahl der Knoten **108** (z. B. null Knoten, ein Knoten oder mehr als ein Knoten) können ferner jeweils entsprechenden Speicherraum (in **Fig. 1** durch die Symbole  $M_x$  kenntlich gemacht) einschließen, um Aufgaben (Tasks), Messungen, Ereignisse und andere Daten in Echtzeit zu speichern oder zu cachieren. Ein Speicherraum  $M_x$  kann Speicherraumtechnologie mit hoher Dichte umfassen, beispielsweise Festkörperlaufwerkspeicher, Halbleiterspeicher, optische Speicher, Molekularspeicher, biologischen Speicher oder jegliche andere geeignete Speicherraumtechnologie mit hoher Dichte. Der Speicherraum  $M_x$  kann in einigen Ausführungsformen auch Flash-Speicher einschließen. Der Speicherraum  $M_x$  (und in einigen Fällen Flash-Speicher) kann konfiguriert werden, um Daten temporär zu speichern oder zu cachieren, die an seinem jeweiligen Knoten **108** generiert, empfangen oder anderweitig beobachtet wird. Der Flash-Speicher  $M_x$  von

mindestens einem der Knoten **108** (z. B. eine Controllervorrichtung) kann auch Momentaufnahmen der Knotenkonfiguration, Chargenrezepte und/oder andere Daten speichern, um Verzögerung bei der Verwendung dieser Informationen während des normalen Betriebs oder nach einem Stromausfall oder anderem Ereignis zu minimieren, welches dazu führt, dass der Knoten offline ist. In einer Ausführungsform des Prozesssteuersystem-Großdatennetzwerks **100** können alle der Knoten **110**, **112** und jegliche Anzahl der Knoten **115** Speicherraum  $M_X$  mit hoher Dichte einschließen. Es sei darauf hingewiesen, dass unterschiedliche Typen oder Technologien von hochdichtem Speicherraum  $M_X$  über den Set von Knoten **108** oder über einen Teilset von Knoten eingesetzt werden kann, der in dem Set von Knoten **108** eingeschlossen ist.

**[0036]** In einer Ausführungsform kann jegliche Anzahl der Knoten **108** (beispielsweise null Knoten, ein Knoten oder mehr als ein Knoten) jeweils entsprechende Mehrkern-Hardware einschließen (z. B. einen mehrkernigen (Multi-Core)-Prozessor oder anderen Typ von Parallelprozessor), wie in **Fig. 1** durch die Symbole  $P_{MCX}$  dargestellt ist. Mindestens einige der Knoten **108** können einen der Kerne ihres jeweiligen Prozessors  $P_{MCX}$  zum Cachen von Echtzeitdaten an dem Knoten angeben, und in einigen Ausführungsformen zum Herbeiführen der Übertragung der gecachten Daten zur Speicherung in der Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102**. Zusätzlich oder alternativ können mindestens einige der Knoten **108** mehr als einen der mehreren Kerne des jeweiligen Multicore-Prozessors  $P_{MCX}$  zum Cachen von Echtzeitdaten angeben. Der eine oder die mehreren angegebenen Kerne zum Cachen von Echtzeitdaten (und in einigen Fällen zum Herbeiführen der Speicherung der gecachten Daten in der Großdatenanwendung **102**) kann/können in einigen Ausführungsformen ausschließlich angegeben werden (z. B. kann/können der eine oder die mehreren angegebenen Kerne keine andere Verarbeitung durchführen mit Ausnahme von Verarbeitung, die Cachen und Übertragen von Großdaten betrifft). In einer Ausführungsform können mindestens einige der Knoten **108** angeben, dass einer ihrer Kerne Operationen zur Steuerung eines Prozesses in der Prozessanlage **10** durchführt. In einer Ausführungsform kann/können ein oder mehrere Kerne ausschließlich zur Durchführung von Operationen zur Steuerung eines Prozesses angegeben werden und dürfen nicht zum Cachen und Übertragen von Großdaten verwendet werden. Es sei darauf hingewiesen, dass unterschiedliche Typen oder Technologien von Multicoreprozessoren  $P_{MCX}$  über das Set von Knoten **108** oder über ein Teilset von Knoten des Sets von Knoten **108** eingesetzt werden können. In einer Ausführungsform des Prozesssteuersystem-Großdatennetzwerks **100** können alle der Knoten **110**, **112** und jegliche Anzahl der Knoten

**115** irgendeinen Typ von Multicoreprozessor  $P_{MCX}$  einschließen.

**[0037]** Wenn auch **Fig. 1** die Knoten **108** als jeweils sowohl einen Multicoreprozessor  $P_{MCX}$  als auch einen hochdichten Speicher  $M_X$  einschließend veranschaulicht, sei jedoch darauf hingewiesen, dass nicht jeder der Knoten **108** sowohl einen Multicoreprozessor  $P_{MCX}$  als auch einen hochdichten Speicher  $M_X$  einschließen muss. Einige der Knoten **108** können beispielsweise nur einen Multicoreprozessor  $P_{MCX}$  und nicht einen hochdichten Speicher  $M_X$  einschließen, einige der Knoten **108** können nur einen hochdichten Speicher  $M_X$  und nicht einen Multicoreprozessor  $P_{MCX}$  einschließen, einige der Knoten **108** können sowohl einen Multicoreprozessor  $P_{MCX}$  als auch einen hochdichten Speicher  $M_X$  einschließen, und/oder einige der Knoten **108** können weder einen Multicoreprozessor  $P_{MCX}$  noch einen hochdichten Speicher  $M_X$  einschließen.

**[0038]** Beispiele für Echtzeitdaten, die durch Providerknoten oder -vorrichtungen **110** gecacht oder gesammelt werden können, können Messdaten, Konfigurationsdaten, Chargendaten, Ereignisdaten und/oder fortlaufende Daten einschließen. Es können beispielsweise Echtzeitdaten gesammelt werden, die Konfigurationen, Chargenrezepten, Sollwerten, Ausgaben, Raten, Steueraktionen, Diagnostiken, Alarmen, Ereignissen und/oder Änderungen daran entsprechen. Einige Beispiele für Echtzeitdaten können Prozessmodelle, Statistiken, Statusdaten und Netzwerk- und Anlagemanagementdaten einschließen.

**[0039]** Beispiele für Echtzeitdaten, die durch Benutzerschnittstellenknoten oder -vorrichtungen **112** gecacht oder gesammelt werden können, können beispielsweise Benutzeranmeldungen, Benutzerabfragen, Daten, die von einem Benutzer erfasst werden (z. B. mittels Kamera, Audio- oder Videoaufzeichnungsvorrichtung), Benutzerbefehle, Erstellung, Veränderung oder Löschung von Dateien, physischer oder räumlicher Ort eines Benutzerschnittstellenknotens oder einer Benutzerschnittstellenvorrichtung, Ergebnisse einer Diagnostik oder eines Tests, die/der an der Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** durchgeführt wurde, und andere Aktionen oder Aktivitäten, die durch einen Benutzer initiiert wurden oder mit diesem zusammenhängen, der mit einem Benutzerschnittstellenknoten **112** interagiert.

**[0040]** Gesammelte Daten können dynamische oder statische Daten sein. Gesammelte Daten können beispielsweise Datenbankdaten, Streaming-Daten und/oder Transaktionsdaten einschließen. Jegliche Daten, die ein Knoten **108** generiert, empfängt oder beobachtet, können allgemein mit einem entsprechenden Zeitstempel oder der Angabe der Zeit der Sammlung/des Cachens gesammelt oder gecacht werden. Alle Daten, die ein Knoten **108** generiert, empfängt



oder beobachtet, werden in einer bevorzugten Ausführungsform in seinem Speicherraum (z. B. Speicherung im hochdichten Speicher  $M_x$ ) mit einer jeweiligen Angabe einer Zeit der Sammlung/des Caches jedes Datums (z. B. einem Zeitstempel) gesammelt oder gecacht.

**[0041]** In einer Ausführungsform kann jeder der Knoten **110**, **112** (und gegebenenfalls mindestens einer der anderen Knoten **115**) konfiguriert werden, um automatisch Echtzeitdaten zu sammeln oder zu cachen und herbeizuführen, dass die gesammelten/gecachten Daten an die Großdaten-anwendung **102** und/oder andere Knoten **108** geliefert werden, ohne dass verlustreiche Datenkompression, Teilabtastung von Daten oder Konfigurieren des Knotens für Datensammlungszwecke erforderlich ist. Im Unterschied zu Prozesssteuersystemen des Standes der Technik muss die Identität von Daten, die an den Knoten oder Vorrichtungen **108** des Prozesssteuersystem-Großdatennetzwerks **100** gesammelt werden, a priori in den Vorrichtungen **108** nicht definiert oder konfiguriert werden. Die Rate, mit der Daten in den Knoten **108** gesammelt und von diesen abgegeben wird, muss zudem auch nicht konfiguriert, ausgewählt oder definiert werden. Die Knoten **110**, **112** (und gegebenenfalls mindestens einer der anderen Knoten **115**) des Prozesssteuer-Großdatensystems können stattdessen automatisch alle Daten, die in den Knoten generiert, von diesen empfangen oder erhalten werden, mit der Rate sammeln, mit der die Daten generiert, empfangen oder erhalten werden, und herbeiführen, dass die gesammelten Daten in hoher Qualität (z. B. ohne Verwendung verlustreicher Datenkompression oder jeglicher anderer Techniken, die zu Verlust der Originalinformationen führen können) an die Prozesssteuer-Großdaten-anwendung **102** und gegebenenfalls an andere Knoten **108** des Netzwerks **100** geliefert werden.

**[0042]** In Fig. 2 ist ein detailliertes Blockdiagramm gezeigt, das beispielhafte Providerknoten **110** illustriert, die mit dem Backbone **105** des Prozesssteuer-Großdatennetzwerks verbunden sind. Providerknoten **110** können, wie bereits erörtert, Vorrichtungen einschließen, deren Hauptfunktion im automatischen Generieren und/oder Empfangen von Prozesssteuerungsdaten liegt, die verwendet werden, um Funktionen zur Steuerung eines Prozesses in Echtzeit in der Prozessanlagenumgebung **10** durchzuführen, wie Prozesscontroller, Feldvorrichtungen und E/A-Vorrichtungen. In einer Prozessanlagenumgebung **10** empfangen Prozesscontroller Signale, die von Feldvorrichtungen durchgeführte Prozessmessungen angeben, verarbeiten diese Informationen, um eine Steuerroutine zu implementieren, und generieren Steuersignale, die über verdrahtete oder drahtlose Kommunikationsverbindungen zu anderen Feldvorrichtungen gesendet werden, um den Betrieb eines Prozesses in der Anlage **10** zu steuern. Min-

destens eine Feldvorrichtung führt in der Regel eine physische Funktion durch (z. B. ein Ventil öffnen oder schließen, eine Temperatur erhöhen oder absenken, usw.), um den Betrieb eines Prozesses zu steuern, und einige Typen von Feldvorrichtungen können unter Verwendung von E/A-Vorrichtungen mit Controllern kommunizieren. Prozesscontroller, Feldvorrichtungen und E/A-Vorrichtungen können verdrahtet oder drahtlos sein, und jegliche Anzahl und Kombination von verdrahteten und drahtlosen Prozesscontrollern, Feldvorrichtungen und E/A-Vorrichtungen können Knoten **110** des Prozesssteuer-Großdatennetzwerks **100** sein.

**[0043]** Fig. 2 illustriert einen Controller **11**, der kommunikativ mit den verdrahteten Feldvorrichtungen **15–22** über Eingabe/Ausgabe-(E/A)-Karten **26** und **28** verbunden ist und kommunikativ über ein Drahtlos-Gateway **35** und den Netzwerk-Backbone **105** mit den drahtlosen Feldvorrichtungen **40–46** verbunden ist. (Der Controller **11** kann in einer anderen Ausführung jedoch unter Verwendung eines anderen Kommunikationsnetzwerks als Backbone **105**, wie unter Verwendung einer anderen verdrahteten oder einer drahtlosen Kommunikationsverbindung, kommunikativ mit dem Drahtlos-Gateway **35** verbunden sein.) In Fig. 2 ist der Controller **11** als Knoten **110** des Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerks **100** gezeigt und ist direkt mit dem Backbone **105** des Prozesssteuerungs-Großdatennetzwerks verbunden.

**[0044]** Der Controller **11**, der beispielsweise der DeltaV™ Controller sein kann, der von Emerson Process Management angeboten wird, kann betrieben werden, um einen Chargenprozess oder einen kontinuierlichen Prozess unter Verwendung von mindestens einer der Feldvorrichtungen **15–22** und **40–46** zu implementieren. Der Controller **11** kann kommunikativ mit den Feldvorrichtungen **15–22** und **40–46** unter Verwendung von beliebiger gewünschter Hardware und Software mit beispielsweise Standard 4–20 ma Vorrichtungen, E/A-Karten **26**, **28** und/oder beliebigem intelligenten Kommunikationsprotokoll verbunden sein, wie dem FOUNDATION® Fieldbusprotokoll, dem HART® Protokoll, dem drahtlosen WirelessHART® Protokoll, usw. In einer Ausführungsform kann der Controller **11** zusätzlich oder alternativ mit mindestens einigen der Feldvorrichtungen **15–22** und **40–46** unter Verwendung des Backbones **105** des Großdatennetzwerks verbunden sein. In der in Fig. 2 illustrierten Ausführungsform sind der Controller **11**, die Feldvorrichtungen **15–22** und die E/A-Karten **26**, **28** drahtgebundene Vorrichtungen, und die Feldvorrichtungen **40–46** sind drahtlose Feldvorrichtungen. Die verdrahteten Feldvorrichtungen **15–22** und drahtlosen Feldvorrichtungen **40–46** können natürlich jeglichem anderen gewünschten Standard/jeglichen anderen gewünschten Standarten oder Protokollen entsprechen, wie verdrahteten oder drahtlosen Proto-

kollen einschließlich jeglichen zukünftig entwickelten Standards oder Protokollen.

**[0045]** Der Controller **11** von **Fig. 2** schließt einen Prozessor **30** ein, der ein oder mehrere Prozesssteuerungsroutinen (gespeichert in einem Speicher **32**) implementiert oder beaufsichtigt, wozu Steuererschleifen gehören können. Der Prozessor **30** kann mit den Feldvorrichtungen **15–22** und **40–46** und mit anderen Knoten (z. B. Knoten **110**, **112**, **115**) kommunizieren, die kommunikativ mit dem Backbone **105** verbunden sind. Es sei darauf hingewiesen, dass jegliche Steuerrountinen oder -module (einschließlich Qualitätsprognose- und Fehlererkennungsmodulen oder Funktionsblöcken), die hier beschrieben sind, Teile aufweisen können, die von anderen Controllern oder anderen Vorrichtungen implementiert oder ausgeführt werden, falls dies gewünscht wird. Die hier beschriebenen Steuerrountinen oder -module, die in dem Prozesssteuerungssystem **10** implementiert werden sollen, können jede beliebige Form annehmen, einschließlich Software, Firmware, Hardware, usw. Steuerrountinen können in jedem gewünschten Softwareformat implementiert werden, wie unter Verwendung von objekt-orientierter Programmierung, Leiterlogik, sequentiellen Funktionsdiagrammen, Funktionsblockdiagrammen oder unter Verwendung von jeglicher anderen Softwareprogrammiersprache oder jedes anderen Designparadigmas. Die Steuerrountinen können in jedem gewünschten Speichertyp gespeichert werden, wie Schreib-Lese-Speicher (RAM) oder Nur-Lese-Speicher (ROM). Die Steuerrountinen können in ähnlicher Weise in beispielsweise ein oder mehrere EPROMs, EEPROMs, anwendungsspezifische integrierte Schaltkreise (ASICs) oder jegliche anderen Hardware- oder Firmwareelemente hardcodiert werden. Der Controller **11** kann somit konfiguriert werden, um eine Steuerungsstrategie oder Steuerungsrountine in jeder gewünschten Weise zu implementieren.

**[0046]** Die Steuerung **11** implementiert in einigen Ausführungsformen eine Steuerungsstrategie, die etwas verwendet, das üblicherweise als Funktionsblöcke bezeichnet wird, wobei jeder Funktionsblock ein Objekt oder anderer Teil (z. B. eine Unterrountine) einer gesamten Steuerungsrountine ist und zusammen mit anderen Funktionsblöcken (über als Links bezeichnete Kommunikationen) arbeitet, um innerhalb des Prozesssteuerungssystems **10** Prozesssteuerungsschleifen zu implementieren. Funktionsblöcke auf Steuerungsbasis führen in der Regel eine von einer Eingabefunktion, wie sie mit einem Sender, einem Sensor oder anderer Messvorrichtung für Prozessparameter assoziiert ist, einer Steuerungsfunktion, wie sie mit einer Steuerungsrountine assoziiert ist, die PID, Fuzzy Logic usw. Steuerung durchführt, oder einer Ausgabefunktion durch, die den Betrieb irgendeiner Vorrichtung, wie eines Ventils, steuert,

um irgendeine physische Funktion innerhalb des Prozesssteuerungssystems **10** durchzuführen. Natürlich gibt es Hybrid- und andere Typen von Funktionsblöcken. Funktionsblöcke können in Controller **11** gespeichert und durch diesen ausgeführt werden, was in der Regel der Fall ist, wenn diese Funktionsblöcke für Standard 4–20 ma Geräte und irgendwelche Typen von intelligenten Feldvorrichtungen, wie HART-Vorrichtungen, verwendet werden oder mit ihnen assoziiert sind, oder können in den Feldvorrichtungen selbst gespeichert und durch diese implementiert sein, was bei Fieldbus-Vorrichtungen der Fall sein kann. Der Controller **11** kann eine oder mehrere Steuerungsrountinen **38** einschließen, die eine oder mehrere Steuererschleifen implementieren können. Jede Steuerungsschleife wird typischerweise als Steuermodul beschrieben und kann durchgeführt werden, indem einer oder mehrere der Funktionsblöcke ausgeführt werden.

**[0047]** Die verdrahteten Feldvorrichtungen **15–22** können jegliche Typen von Vorrichtungen sein, wie Sensoren, Ventile, Sender, Positionierer, usw., während die E/A-Karten **26** und **28** jegliche Typen von E/A-Vorrichtungen sein können, die jeglichem gewünschten Kommunikations- oder Controllerprotokoll entsprechen. In der in **Fig. 2** illustrierten Ausführungsform sind die Feldvorrichtungen **15–18** Standard 4–20 ma Vorrichtungen oder HART-Vorrichtungen, die über analoge Leitungen oder kombinierte analoge und digitale Leitungen mit der E/A-Karte **26** kommunizieren, während die Feldvorrichtungen **19–22** intelligente Geräte sind, wie FOUNDATION® Fieldbus Feldvorrichtungen, die über einen digitalen Bus unter Verwendung eines Fieldbus-Kommunikationsprotokolls mit der E/A-Karte **28** kommunizieren. In einigen Ausführungsformen können jedoch mindestens einige der verdrahteten Feldvorrichtungen **15–22** und/oder mindestens einige der E/A-Karten **26**, **28** mit dem Controller **11** unter Verwendung des Backbones **105** des Großdatennetzwerks kommunizieren. In einigen Ausführungsformen können jedoch mindestens einige der verdrahteten Feldvorrichtungen **15–22** und/oder mindestens einige der E/A-Karten **26**, **28** Knoten des Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerks **100** sein.

**[0048]** In der in **Fig. 2** gezeigten Ausführungsform kommunizieren die drahtlosen Feldvorrichtungen **40–46** in einem Drahtlosnetzwerk **70** unter Verwendung eines Drahtlosprotokolls, wie des Wireless-HART-Protokolls. Derartige Feldvorrichtungen **40–46** können direkt mit einem oder mehreren anderen Knoten **108** des Prozesssteuer-Großdatennetzwerks **100** kommunizieren, die auch so konfiguriert sind, dass sie drahtlos (beispielsweise mit dem Drahtlosprotokoll) kommunizieren. Um mit einem oder mehreren anderen Knoten **108** zu kommunizieren, die nicht zur drahtlosen Kommunikation konfiguriert sind, können die drahtlosen Feldvorrichtungen **40–46** ein Drahtlos-

Gateway **35** nutzen, das mit dem Backbone **105** oder einem anderen Prozesssteuerungskommunikationsnetzwerk verbunden ist. In einigen Ausführungsformen können mindestens einige der drahtlosen Feldvorrichtungen **40–46** Knoten des Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerks **100** sein.

**[0049]** Das Drahtlos-Gateway **35** ist ein Beispiel für eine Providervorrichtung **110**, die Zugang zu verschiedenen Drahtlosvorrichtungen **40–58** eines Drahtloskommunikationsnetzwerks **70** bereitstellen kann. Das Drahtlos-Gateway **35** bietet insbesondere kommunikative Kopplung zwischen den Drahtlosvorrichtungen **40–58**, den verdrahteten Vorrichtungen **11–28** und/oder anderen Knoten **108** des Prozesssteuer-Großdatennetzwerks **100** (einschließlich des Controllers **11** von Fig. 2). Das Drahtlos-Gateway **35** kann beispielsweise kommunikative Kopplung unter Verwendung des Backbones **105** des Großdatennetzwerks und/oder durch Verwendung von einem oder mehreren anderen Kommunikationsnetzwerken der Prozessanlage **10** bereitstellen.

**[0050]** Das Drahtlos-Gateway bietet in einigen Fällen kommunikative Kopplung durch Routing-, Pufferungs- und Zeitgebungsdienste an untere Schichten der Protokollstapel der verdrahteten oder drahtlosen Kommunikation (z. B. Adressenkonvertierung, Routing, Paketsegmentierung, Priorisierung, usw.), während eine gemeinsam genutzte Schicht oder gemeinsam genutzte Schichten der Protokollstapel der drahtgebundenen und drahtlosen Kommunikation durchtunnelt werden. Das Drahtlos-Gateway **35** kann in anderen Fällen Befehle zwischen drahtgebundenen und Drahtlos-Protokollen übersetzen, die keinerlei Protokollschichten gemeinsam nutzen. Zusätzlich zu Protokoll- und Befehlskonvertierung kann das Drahtlos-Gateway **35** synchronisierte Zeitgebung bereitstellen, die von Zeitschlitzten und Superframes (Sets von Kommunikationszeitschlitzten mit identischem zeitlichem Abstand) eines Zeitplanungsschemas verwendet werden, das mit dem in dem Drahtlos-Netzwerk **70** implementierten Drahtlosprotokoll assoziiert ist. Das Drahtlos-Gateway **35** kann ferner Netzwerkmanagement und administrative Funktionen für das Drahtlosnetzwerk **70** bereitstellen, wie Ressourcenmanagement, Leistungsanpassungen, Linderung von Netzwerkfehlern, Überwachung des Datenverkehrs, Sicherheit und dergleichen. Das Drahtlos-Gateway **35** kann ein Knoten **110** des Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerks **100** sein.

**[0051]** Ähnlich den verdrahteten Feldvorrichtungen **15–22** können die Drahtlosfeldvorrichtungen **40–46** des Drahtlosnetzwerks **70** physische Steuerfunktionen innerhalb der Prozessanlage **10** durchführen, z. B. Ventile öffnen und schließen sowie Messungen von Prozessparametern durchführen. Die Drahtlosfeldvorrichtungen **40–46** sind jedoch so konfiguriert,

dass sie unter Verwendung des Drahtlosprotokolls des Netzwerks **70** kommunizieren. Die Drahtlosfeldvorrichtungen **40–46**, das Drahtlos-Gateway **35** und andere Drahtlosknoten **52–58** des Drahtlosnetzwerks **70** sind als solche Produzenten und Konsumenten der Drahtloskommunikationspakete.

**[0052]** In einigen Szenarien kann das Drahtlosnetzwerk **70** nicht-drahtlose Vorrichtungen einschließen. Eine Feldvorrichtung **48** von Fig. 2 kann beispielsweise eine alte 4–20 mA Vorrichtung sein, und eine Feldvorrichtung **50** kann eine traditionelle verdrahtete HART-Vorrichtung sein. Die Feldvorrichtungen **48** und **50** können, um innerhalb des Netzwerks **70** zu kommunizieren, über einen Drahtlosadapter (WA) **52a** oder **52b** mit dem Drahtloskommunikationsnetzwerk **70** verbunden sein. Die Drahtlosadapter **52a**, **52b** können zudem andere Kommunikationsprotokolle unterstützen, wie Foundation® Fieldbus, PRO-FIBUS, DeviceNet, usw. Das Drahtlosnetzwerk **70** kann ferner einen oder mehrere Netzwerkzugangspunkte **55a**, **55b** einschließen, die physische Vorrichtungen in verdrahteter Kommunikation mit dem Drahtlos-Gateway **35** trennen können oder mit dem Drahtlos-Gateway **35** als integrale Vorrichtung bereitgestellt werden können. Das Drahtlosnetzwerk **70** kann auch einen oder mehrere Router **58** einschließen, um Pakete von einer drahtlosen Vorrichtung innerhalb des Drahtloskommunikationsnetzwerks **70** an eine andere Drahtlosvorrichtung weiterzuleiten. Die Drahtlosvorrichtungen **32–46** und **52–58** können miteinander und mit dem Drahtlos-Gateway **35** oder Drahtlosverbindungen **60** des drahtlosen Kommunikationsnetzwerks **70** kommunizieren.

**[0053]** Fig. 2 schließt demnach mehrere Beispiele für Providervorrichtungen **110** ein, die vorrangig dazu dienen, verschiedenen Netzwerken des Prozesssteuerungssystems Netzwerkroutingfunktionalität und Administration zur Verfügung zu stellen. Das Drahtlos-Gateway **35**, die Zugangspunkte **55a**, **55b** und der Router **58** schließen Funktionalität zum Routen von Drahtlospaketen in dem drahtlosen Kommunikationsnetzwerk **70** ein. Das Drahtlos-Gateway **35** führt Verkehrsmanagement und administrative Funktionen für das Drahtlosnetzwerk **70** durch und routet Verkehr zu und von verdrahteten Netzwerken, die sich in kommunikativer Verbindung mit dem Drahtlosnetzwerk **70** befinden. Das Drahtlosnetzwerk **70** kann ein drahtloses Prozesssteuerungsprotokoll verwenden, das speziell Prozesssteuerungsnachrichten und -funktionen unterstützt, wie WirelessHART.

**[0054]** Die Providerknoten **110** des Prozesssteuer-Großdatennetzwerks **100** können jedoch auch andere Knoten einschließen, die unter Verwendung anderer Drahtlosprotokolle kommunizieren. Die Providerknoten **110** können beispielsweise einen oder mehrere Drahtloszugangspunkte **72** einschließen, die andere Drahtlosprotokolle einsetzen, wie WiFi oder an-

dere IEE 802.11-konforme drahtlose LAN-Netzwerkprotokolle, Mobilkommunikationsprotokolle wie WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), LTE (Long Term Evolution) oder andere ITU-R-(International Telecommunication Union Radio-communication Sector)-kompatible Protokolle, Kurzwellenradiokommunikationen, wie Nahfeldkommunikationen (NFC) und Bluetooth oder andere Drahtloskommunikationsprotokolle. Solche Drahtloszugangspunkte **72** ermöglichen typischerweise, dass handgeführte oder sonstige tragbare Rechenvorrichtungen (z. B. Benutzerschnittstellenvorrichtungen **112**) über ein entsprechendes Drahtlosnetzwerk kommunizieren können, das sich von dem Drahtlosnetzwerk **70** unterscheidet und ein anderes Drahtlosprotokoll als das Drahtlosnetzwerk **70** unterstützt. In einigen Szenarien kann/können zusätzlich zu tragbaren Rechenvorrichtungen ein oder mehrere Prozesssteuervorrichtungen (z. B. Controller **11**, Feldvorrichtungen **15–22** oder Drahtlosvorrichtungen **35**, **40–58**) auch drahtlos kommunizieren, wie durch die Zugangspunkte **72** unterstützt wird.

**[0055]** Die Providerknoten **110** können zusätzlich oder alternativ einen oder mehrere Gateways **75**, **78** zu Systemen einschließen, die sich außerhalb des unmittelbaren Prozesssteuerungssystems **10** befinden. Solche Systeme sind in der Regel Kunden oder Anbieter von Informationen, die durch das Prozesssteuerungssystem **10** generiert oder von diesem betrieben werden. Ein Anlagen-Gateway-Knoten **75** kann beispielsweise die unmittelbare Prozessanlage **10** (mit ihrem eigenen jeweiligen Backbone **105** des Prozesssteuer-Großdatennetzwerks) mit einer anderen Prozessanlage mit ihrem eigenen jeweiligen Backbone des Prozesssteuer-Großdatennetzwerks kommunikativ verbinden. Ein Backbone **105** eines Einzelprozesssteuer-Großdatennetzwerks kann mehrere Prozessanlagen oder Prozesssteuerumgebungen bedienen.

**[0056]** In einem anderen Beispiel kann ein Anlagen-Gateway-Knoten **75** die unmittelbare Prozessanlage **10** mit einer vorherigen Prozessanlage oder Anlage des Standes der Technik kommunikativ verbinden, die kein Prozesssteuer-Großdatennetzwerk **100** oder Backbone **105** einschließt. In diesem Beispiel kann der Anlagen-Gateway-Knoten **75** Nachrichten zwischen einem Protokoll, das von dem Prozesssteuer-Großdaten-Backbone **105** der Anlage **10** genutzt wird, und einem anderen Protokoll, das durch das frühere System genutzt wird (z. B. Ethernet, Profibus, Fieldbus, DeviceNet, usw.) konvertieren oder übersetzen.

**[0057]** Die Providerknoten **110** können ein oder mehrere externe System-Gateway-Knoten **78** einschließen, um das Prozesssteuer-Großdatennetzwerk **100** kommunikativ mit dem Netzwerk eines externen öffentlichen oder privaten Systems zu

verbinden, wie einem Laborsystem (z. B. Laborinformationsmanagementsystem oder LIMS), einer Operator Rounds-Datenbank, einem Materialhabungssystem, einem Wartungsmanagementsystem, einem Produktbestandssteuerungssystem, einem Produktionszeitplansystem, einem Wetterdatensystem, einem Transport- und Handhabungssystem, einem Verpackungssystem, dem Internet, einem Prozesssteuerungssystem eines anderen Providers oder anderen externen Systemen. Obwohl **Fig. 2** nur einen einzelnen Controller **11** mit einer endlichen Anzahl von

**[0058]** Feldvorrichtungen **15–22** und **40–46** illustriert, ist dies nur eine beispielhafte und nicht einschränkende Ausführungsform. In die Providerknoten **110** des Prozesssteuer- Großdatennetzwerk **100** kann jede Anzahl von Controllern **11** eingeschlossen werden, und beliebige der Controller **11** können mit jedweder Anzahl von verdrahteten oder drahtlosen Feldvorrichtungen **15–22** und **40–46** kommunizieren, um einen Prozess in dem Plan zu steuern. Die Prozessanlage **10** kann ferner auch jegliche Zahl von Drahtlos-Gateways **35**, Routern **58**, Zugangspunkten **55**, Drahtlosprozesssteuerungskommunikationsnetzwerken **70**, Zugangspunkten **72** und/oder Gateways **75**, **78** einschließen.

**[0059]** Wie bereits erörtert, kann bzw. können ein oder mehrere der Providerknoten **110** einen jeweiligen Mehrkernprozessor  $P_{MCX}$ , einen jeweiligen Speicherraum mit hoher Dichte  $M_X$  oder sowohl einen jeweiligen Mehrkernprozessor  $P_{MCX}$  als auch einen Speicherraum mit hoher Dichte  $M_X$  einschließen (gekennzeichnet in **Fig. 2** durch das Symbol BD). Jeder Providerknoten **100** kann seinen Speicherraum  $M_X$  (und in einigen Ausführungsformen seinen Flash-Speicher) zum Sammeln und Cachen von Daten einsetzen. Jeder der Knoten **110** kann herbeiführen, dass seine gecachten Daten an die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** übertragen werden. Ein Knoten **110** kann beispielsweise herbeiführen, dass mindestens ein Teil der Daten in seinem Cache periodisch an die Großdatenanwendung **102** übertragen werden. Der Knoten **110** kann alternativ oder zusätzlich herbeiführen, dass mindestens ein Teil der Daten in seinem Cache an die Großdatenanwendung **102** gestreamt werden. Die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** kann in einer Ausführungsform ein Abonnent eines Streaming-Dienstes sein, der die gecachten oder gesammelten Daten von dem Knoten **110** überträgt. Der Providerknoten **110** kann in einer Ausführungsform den Streaming-Dienst hosten.

**[0060]** Für Knoten **110**, die eine direkte Verbindung zu dem Backbone **105** haben (z. B. der Controller **11**, das Anlagen-Gateway **75**, das Drahtlos-Gateway **35**) können die jeweiligen gecachten oder gesammelten Daten in einer Ausführungsform direkt von dem

Knoten **110** über den Backbone **105** an die Prozesssteuer-Großdaten-anwendung **102** übertragen werden. Bei mindestens einigen der Knoten **110** kann die Sammlung und/oder das Cachen jedoch in Ebenen oder Schichten erfolgen, so dass gecachte oder gesammelte Daten an einem Knoten, der sich weiter nachgeordnet (d. h. weiter entfernt) von der Prozesssteuer-Großdaten-anwendung **102** befindet, zwischendurch an einem Knoten gecacht werden, der sich weiter vorgeordnet befindet (z. B. der Großdaten-anwendung **102** näher ist).

**[0061]** Um Datencaching in Schichten oder Ebenen zu illustrieren, wird ein beispielhaftes Szenarium bereitgestellt. In diesem beispielhaften Szenarium cacht in Bezug auf **Fig. 2** eine Feldvorrichtung **22** Prozesssteuerdaten, die sie generiert oder empfängt, und führt herbei, dass der Inhalt ihres Caches an eine „vorgeordnete“ Vorrichtung abgegeben wird, die in den Kommunikationsweg zwischen der Feldvorrichtung **22** und der Prozesssteuer-Großdaten-anwendung **102** eingeschlossen ist, wie die E/A-Vorrichtung **28** oder den Controller **11**. Die Feldvorrichtung **22** kann beispielsweise den Inhalt ihres Caches an die E/A-Vorrichtung **28** streamen, oder die Feldvorrichtung **22** kann den Inhalt ihres Caches periodisch an die E/A-Vorrichtung **28** übertragen. Die E/A-Vorrichtung **28** cacht die Informationen, die von der Feldvorrichtung **22** erhalten werden, in ihrem Speicher  $M_5$  (und kann in einigen Ausführungsformen auch Daten, die von anderen nachgeordneten Feldvorrichtungen **19–21** erhalten wurden, in ihrem Speicher  $M_5$  cachen) zusammen mit anderen Daten, die die E/A-Vorrichtung **28** direkt generiert, empfängt und beobachtet. Die Daten, die an der E/A-Vorrichtung **28** gesammelt und gecacht werden (einschließlich der Inhalte des Caches der Feldvorrichtung **22**) können dann periodisch an den vorgeordneten Controller **11** übertragen und/oder gestreamt werden. Auf Ebene des Controllers **11** cacht in ähnlicher Weise der Controller **11** Informationen, die von nachgeordneten Vorrichtungen empfangen wurden (z. B. den E/A-Karten **26**, **28** und/oder jeglichen der Feldvorrichtungen **15–22**) in seinem Speicher  $M_6$  und aggregiert in seinem Speicher  $M_6$  die nachgeordneten Daten mit Daten, die der Controller **11** selbst direkt generiert, empfängt und beobachtet. Der Controller kann dann periodisch die aggregierten gesammelten oder gecachten Daten an die Prozesssteuer-Großdaten-anwendung **102** liefern und/oder streamen.

**[0062]** In dem zweiten Beispielszenarium von Cachen in Schichten oder Ebenen steuert der Controller **11** einen Prozess unter Verwendung von verdrahteten Feldvorrichtungen (z. B. einer oder mehreren der Vorrichtungen **15–22**) und mindestens einer Drahtlos-Feldvorrichtung (z. B. Drahtlos-Feldvorrichtung **44**). In einer ersten Ausführungsform dieses zweiten Beispielszenariums werden die gecachten oder gesammelten Daten an der Drahtlosvorrichtung

**44** direkt von der Drahtlosvorrichtung **44** (z. B. über das Großdatennetzwerk **105**) an den Controller geliefert und/oder gestreamt und in dem Controller-Cache  $M_6$  zusammen mit Daten von anderen Vorrichtungen oder Knoten gespeichert, die sich nachgeordnet zu dem Controller **11** befinden. Der Controller kann periodisch die in seinem Cache  $M_6$  gespeicherten Daten an die Prozesssteuer-Großdaten-anwendung **102** liefern oder streamen.

**[0063]** In einer anderen Ausführungsform dieses zweiten Beispielszenariums können die an der Drahtlosvorrichtung **44** gecachten oder gesammelten Daten schließlich über einen alternativen Pfad in Ebenen oder Schichten, z. B. über die Vorrichtung **42a**, den Router **52a**, den Zugangspunkt **55a** und das Drahtlos-Gateway **35**, an die Prozesssteuer-Großdaten-anwendung **102** geliefert werden. In dieser Ausführungsform können mindestens einige der Knoten **41a**, **52a**, **55a** oder **35** des alternativen Pfads Daten von nachgeordneten Knoten cachen und ihre gecachten Daten periodisch an einen weiter vorgeordnet befindlichen Knoten liefern oder streamen.

**[0064]** Daher können unterschiedliche Typen von Daten an unterschiedlichen Knoten des Verfahrenssteuerungssystem-Großdatennetzwerks **100** unter Verwendung verschiedener Schichtungs- oder Ebenenanordnungen gecacht werden. Daten, die der Steuerung eines Prozesses entsprechen, können in einer Ausführungsform schichtenweise unter Verwendung von Providervorrichtungen **110** gecacht und geliefert werden, deren Hauptfunktionalität in der Steuerung liegt (z. B. Feldvorrichtungen, E/A-Karten, Controller), während Daten, die Netzwerkverkehrsmessung entsprechen, schichtenweise unter Verwendung von Providervorrichtungen **110** gecacht und geliefert werden können, deren Hauptfunktionalität Verkehrsmanagement ist (z. B. Router, Zugangspunkte und Gateways). Daten können in einer Ausführungsform über Providerknoten oder Vorrichtungen **110** geliefert werden, deren Hauptfunktion (und in einigen Szenarien einzige Funktion) in der Sammlung und dem Cachen von Daten von nachgeordneten Vorrichtungen liegt (hier aus „Historienknoten“ bezeichnet. Ein Ebenensystem von Historienknoten oder Rechenvorrichtungen kann beispielsweise über das Netzwerk **100** lokalisiert sein, und jeder Knoten **110** kann periodisch gecachte Daten an einen Historienknoten einer ähnlichen Ebene, z. B. unter Verwendung des Backbones **105**, liefern oder streamen. Nachgeordnete Historienknoten können gecachte Daten an vorgeordnete Historienknoten liefern oder streamen, und schließlich können die Historienknoten, die sich unmittelbar nachgeordnet zu der Prozesssteuer-Großdaten-anwendung **102** befinden, die jeweiligen gecachten Daten zur Speicherung an die Prozesssteuer-Großdaten-anwendung **102** liefern oder streamen.

**[0065]** Schichtenweises Cachen kann in einer Ausführungsform durch Knoten **110** durchgeführt werden, die miteinander unter Verwendung des Backbones **105** des Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerks kommunizieren. In einer Ausführungsform können mindestens einige der Knoten **110** gecachte Daten an andere Knoten **110** auf einer anderen Ebene unter Verwendung eines anderen Kommunikationsnetzwerks und/oder anderen Protokolls kommunizieren, wie HART, WirelessHART, Fieldbus, DeviceNet, WiFi, Ethernet oder anderem Protokoll.

**[0066]** Obwohl ebenen- oder schichtweises Cachen in Bezug auf Providerknoten **110** erörtert wurde, können die Konzepte und Techniken natürlich in gleicher Weise auf Benutzerschnittstellenknoten **112** und/oder andere Typen von Knoten **115** des Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerks **100** angewendet werden. Das Teilset der Knoten **108** kann in einer Ausführungsform ebenen- oder schichtweises Cachen ausführen, während ein anderes Teilset der Knoten **108** herbeiführen kann, dass seine gecachten/gesammelten Daten direkt an die Prozesssteuer-Großdaten-anwendung **102** geliefert werden, ohne an einem Zwischenknoten gecacht oder temporär gespeichert zu werden. In einigen Ausführungsformen können Historienknoten Daten von mehreren unterschiedlichen Knotentypen cachen, z. B. von einem Providerknoten **110** und einem Benutzerschnittstellenknoten **112**.

#### Backbone des Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerks

**[0067]** Der Backbone **105** des Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerks kann, wiederum in **Fig. 1**, eine Vielzahl vernetzter Rechenvorrichtungen oder Schalter einschließen, die konfiguriert sind, um Pakete zu/von verschiedenen Knoten **108** des Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerks **100** und zu/von der Prozesssteuer-Großdaten-anwendung **102** zu routen (die selbst ein Knoten des Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerks **100** ist). Die Vielzahl von vernetzten Rechenvorrichtungen des Backbones **105** kann durch eine beliebige Zahl drahtloser und/oder verdrahteter Verbindungen miteinander verbunden sein. Der Backbone **105** des Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerks kann in einer Ausführungsform ein oder mehrere Firewall-Vorrichtungen einschließen.

**[0068]** Der Backbone **105** des Großdatennetzwerks kann ein oder mehrere geeignete Routingprotokolle einschließen, z. B. Protokolle, die in die Internet Protocol (IP) Suite (z. B. UDP (User Datagram Protocol), TCP (Transmission Control Protocol), Ethernet, usw.) oder andere geeignete Routing-Protokolle eingeschlossen sind. In einer Ausführungsform verwenden mindestens einige der Knoten **108** ein Streaming-Protokoll, wie das Stream Control Transmission

Protocol (SCTP), um gecachte Daten von den Knoten der Prozesssteuer-Großdaten-anwendung **102** über den Netzwerk-Backbone **105** zu streamen. Jeder Knoten **108**, der in das Prozessdaten-Großdatennetzwerk **100** eingeschlossen ist, kann typischerweise mindestens eine Anwendungsschicht (und für einige Knoten zusätzliche Schichten) des Routing-Protokolls/der Routing-Protokolle unterstützen, das/die von Backbone **105** unterstützt wird/werden. In einer Ausführungsform wird jeder Knoten **108** innerhalb des Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerks **100** eindeutig identifiziert, z. B. durch eine eindeutige Netzwerkadresse.

**[0069]** Mindestens ein Teil des Prozesssteuersystem-Großdatennetzwerks **100** kann in einer Ausführungsform ein Ad-hoc-Netzwerk sein. Als solches können mindestens einige der Knoten **108** ad-hoc sich mit dem Netzwerk-Backbone **105** (oder einem anderen Knoten des Netzwerks **100**) verbinden. Jeder Knoten, der die Anforderung zur Teilnahme an dem Netzwerk **100** stellt, muss in einer Ausführungsform authentifiziert werden. Authentifizierung wird in folgenden Abschnitten detaillierter erörtert.

#### Prozesssteuerungssystem-Großdaten-anwendung

**[0070]** In **Fig. 1** ist in dem beispielhaften Prozesssteuerungssystem-Großdaten-Prozesssteuerungsnetzwerk **100** der Prozesssteuer-Großdatenapparat oder die Anwendung **102** innerhalb des Netzwerks **100** zentralisiert und konfiguriert, um Daten (z. B. mittels Streaming und/oder über irgendein anderes Protokoll) von den Knoten **108** des Netzwerks **100** zu erhalten und die empfangenen Daten zu speichern. Der Prozesssteuer-Großdatenapparat oder die Anwendung **102** kann als solches einen Datenspeicherbereich **120** zum Historisieren oder Speichern der Daten, die von den Knoten **108** erhalten werden, eine Vielzahl von Anwendungsdatenempfängern **122** und eine Vielzahl von Anwendungsanforderungsdienstleistern **125** einschließen. Jede dieser Komponenten **120**, **122**, **125** der Prozesssteuer-Großdaten-anwendung **102** wird anschließend detaillierter beschrieben.

**[0071]** Der Prozesssteuerungssystem-Großdatenspeicherbereich **120** kann mehrere physische Datenlaufwerke oder Speichereinheiten umfassen, wie RAID-(Redundant Array of Independent Disks)-Speicher, Cloud-Speicher oder jegliche andere geeignete Datenspeichertechnologie, die für Datenbank- oder Datenzentrenspeicherung geeignet ist. Der Datenspeicherbereich **120** hat für die Knoten **108** des Netzwerks **100** jedoch das Aussehen eines einzelnen oder unitären logischen Datenspeicherbereichs oder einer Entität. Der Datenspeicher **120** kann als solches als ein zentralisierter Großdatenspeicherbereich **120** für das Prozesssteuer-Großdatennetzwerk **100** oder die Prozessanlage **10** angezeigt werden. In

einigen Ausführungsformen kann ein einzelner logischer zentralisierter Datenspeicherbereich **120** mehrere Prozessanlagen bedienen (z. B. die Prozessanlage **10** und eine andere Prozessanlage). Ein zentralisierter Datenspeicherbereich **120** kann beispielsweise mehrere Raffinerien eines Energieunternehmens bedienen. Der zentralisierte Datenspeicherbereich **120** kann in einer Ausführungsform direkt mit dem Backbone **105** verbunden sein. Der zentralisierte Datenspeicherbereich **120** kann in einigen Ausführungsformen über mindestens eine Kommunikationsverknüpfung mit hoher Bandbreite mit dem Backbone **105** verbunden sein. Der zentralisierte Datenspeicherbereich **120** kann in einer Ausführungsform eine integrale Firewall einschließen.

**[0072]** Die Struktur des unitären logischen Datenspeicherbereichs **120** unterstützt in einer Ausführungsform die Speicherung aller mit dem Prozesssteuerungssystem zusammenhängenden Daten. Jeder Eintrag, Datenpunkt oder jede Beobachtung der Datenspeicherungsentität kann beispielsweise eine Angabe der Identität der Daten (z. B. Quelle, Vorrichtung, Kennung, Position, usw.), einen Inhalt der Daten (z. B. Messung, Wert, usw.) und einen Zeitstempel einschließen, der die Zeit angibt, zu der die Daten gesammelt, generiert, empfangen oder beobachtet wurden. Diese Einträge, Datenpunkte oder Beobachtungen werden hier als „Zeitreihendaten“ bezeichnet. Die Daten können unter Verwendung eines gemeinsamen Formats einschließlich eines Schemas, das beispielsweise skalierbare Speicherung, gestreamte Daten und Abfragen mit niedriger Latenz unterstützt, in dem Datenspeicherbereich **120** gespeichert werden.

**[0073]** Das Schema kann in einer Ausführungsform das Speichern mehrerer Beobachtungen in jeder Zeile und das Verwenden eines Zeilenschlüssels mit einem benutzerdefinierten Hash zur Filterung der Daten in der Zeile einschließen. Der Hash basiert in einer Ausführungsform auf dem Zeitstempel und einer Kennung (einem Tag). Der Hash kann beispielsweise ein gerundeter Wert des Zeitstempels sein, und das Tag kann einem Ereignis oder einer Entität von oder eine Relation zu dem Prozesssteuerungssystem sein. Metadaten, die jeder Zeile oder einer Gruppe von Zeilen entsprechen, können in einer Ausführungsform auch in dem Datenspeicherbereich **120** gespeichert werden, entweder integral mit den Zeitreihendaten oder getrennt von den Zeitreihendaten. Die Metadaten können beispielsweise in wenig schematisierter Weise getrennt von den Zeitreihendaten gespeichert werden.

**[0074]** Das Schema, welches zum Speichern von Daten in der Anwendungsdatenspeicherung **120** verwendet wird, wird in einer Ausführungsform auch zum Speichern von Daten in dem Cache  $M_x$  von mindestens einem der Knoten **108** eingesetzt. In

dieser Ausführungsform bleibt das Schema demnach erhalten, wenn Daten von den lokalen Speicherbereichen  $M_x$  der Knoten **108** über den Backbone **105** des Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendungsdatenspeicher **120** übertragen werden.

**[0075]** Zusätzlich zu der Datenspeicherung **120** kann die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** ferner ein oder mehrere Anwendungsdatenempfänger **122** einschließen, die jeweils so konfiguriert sind, dass sie Datenpakete von dem Backbone **105** empfangen, die Datenpakete verarbeiten, um die darin enthaltenen wesentlichen Daten und den Zeitstempel abzurufen, und die wesentlichen Daten und den Zeitstempel in dem Datenspeicherbereich **120** zu speichern. Die Anwendungsdatenempfänger **122** können beispielsweise auf einer Vielzahl von Rechenvorrichtungen oder Schaltern liegen. Mehrere Anwendungsdatenempfänger **122** (und/oder mehrere Instanzen von mindestens einem Datenempfänger **122**) können in einer Ausführungsform parallel an mehreren Datenpaketen operieren.

**[0076]** In Ausführungsformen, in denen die empfangenen Datenpakete das Schema einschließen, welches von dem Datenspeicherbereich **120** der Prozesssteuer-Großdatenanwendung verwendet wird, befüllen die Anwendungsdatenempfänger **122** lediglich weitere Einträge oder Beobachtungen des Datenspeicherbereichs mit der schematischen Information (und können gegebenenfalls entsprechende Metadaten speichern, sofern gewünscht). In Ausführungsformen, in denen die empfangenen Datenpakete nicht das Schema verwenden, welches von dem Datenspeicherbereich **120** genutzt wird, können die Anwendungsdatenempfänger **122** die Pakete dekodieren und Zeitreihendatenbeobachtungen oder Datenpunkte des Datenspeicherbereichs **120** der Prozesssteuer-Großdatenanwendung (und gegebenenfalls entsprechende Metadaten) entsprechend befüllen.

**[0077]** Die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** kann zudem ein oder mehrere Anwendungsanforderungsdienstleister **125** einschließen, die jeweils konfiguriert sind, um auf Zeitreihendaten und/oder Metadaten zuzugreifen, die in dem Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendungsspeicher **120** gespeichert sind, z. B. auf Anforderung einer anfordernden Entität oder Anwendung. Die Anwendungsanforderungsempfänger **125** können beispielsweise auf einer Vielzahl von Rechenvorrichtungen oder Schaltern liegen. In einer Ausführungsform liegen mindestens einige der Anwendungsanforderungsdienstleister **125** und der Anwendungsdatenempfänger **122** auf der selben Rechenvorrichtung oder den selben Rechenvorrichtungen.

gen (z. B. auf einer integrierten Vorrichtung) oder sind in eine integrale Anwendung eingeschlossen.

**[0078]** In einer Ausführungsform können mehrere Anwendungsanforderungsdienstleister **125** (und/oder mehrere Instanzen von mindestens einem Anwendungsanforderungsdienstleister **125**) parallel an mehreren Anforderungen von mehreren anfordernden Entitäten oder Anwendungen arbeiten. In einer Ausführungsform kann ein einzelner Anwendungsanforderungsdienstleister **125** mehrere Anforderungen bedienen, wie mehrere Anforderungen von einer einzelnen Entität oder Anwendung oder mehrere Anforderungen von unterschiedlichen Instanzen einer Anwendung.

**[0079]** Die **Fig. 3** und **Fig. 4** sind beispielhafte Blockdiagramme, die detailliertere Konzepte und Techniken illustrieren, die mit den Anwendungsdatenempfängern **122** und den Anwendungsanforderungsdienstleistern **125** der Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** erreicht werden können.

**[0080]** **Fig. 3** ist ein beispielhaftes Blockdiagramm, welches die Verwendung der Anwendungsdatenempfänger **122** zur Übertragung von Daten (z. B. gestreamten Daten) von den Knoten **108** des Prozesssteuer-Großdatennetzwerks **100** an die Großdatenanwendung **102** zur Speicherung und Historisierung illustriert. **Fig. 3** illustriert vier beispielhafte Knoten **108** von **Fig. 1**, d. h. den Controller **11**, eine Benutzerschnittstellenvorrichtung **12**, das Drahtlos-Gateway **35** und ein Gateway zu einem Drittanbietergerät oder Netzwerk **78**. Die in Bezug auf **Fig. 3** erörterten Techniken und Konzepte können jedoch auf einen beliebigen Typ und eine beliebige Anzahl der Knoten **108** angewendet werden. Obwohl **Fig. 3** zudem nur drei Anwendungsdatenempfänger **122a**, **122b** und **122c** illustriert, können die **Fig. 3** entsprechenden Techniken und Konzepte auf jeden beliebigen Typ und jede beliebige Zahl von Anwendungsdatenempfängern **122** angewendet werden.

**[0081]** In der in **Fig. 3** illustrierten Ausführungsform schließt jeder der Knoten **11**, **12**, **35** und **78** einen jeweiligen Scanner  $S_{11}$ ,  $S_{12}$ ,  $S_{35}$ ,  $S_{78}$  zum Erfassen von Daten ein, die durch den Knoten **11**, **12**, **35** und **78** generiert, empfangen oder anderweitig beobachtet werden. Die Funktionalität jedes Scanners  $S_{11}$ ,  $S_{12}$ ,  $S_{35}$ ,  $S_{78}$  kann in einer Ausführungsform durch einen jeweiligen Prozessor  $P_{MCX}$  des jeweiligen Knotens **11**, **12**, **35**, **78** ausgeführt werden. Der Scanner  $S_{11}$ ,  $S_{12}$ ,  $S_{35}$ ,  $S_{78}$  kann herbeiführen, dass die erfassten Daten und ein entsprechender Zeitstempel temporär in einem jeweiligen lokalen Speicher  $M_{11}$ ,  $M_{12}$ ,  $M_{35}$ ,  $M_{78}$  gespeichert oder gecacht werden können, beispielsweise in einer Weise wie zuvor beschrieben. Die erfassten Daten schließen als solche Zeitreihendaten oder Echtzeitdaten ein. Die erfassten Daten werden

in einer Ausführungsform in jedem der Speicher  $M_{11}$ ,  $M_{12}$ ,  $M_{35}$  und  $M_{78}$  unter Verwendung des Schemas gespeichert oder gecacht, das von dem Prozesssteuer-Großdatenspeicherbereich **120** genutzt wird.

**[0082]** Jeder Knoten **11**, **12**, **35** und **78** kann mindestens einige der gecachten Daten an einen oder mehrere Anwendungsdatenempfänger **122a–122c** übertragen, z. B. unter Verwendung des Netzwerk-Backbones **105**. Mindestens ein Knoten **11**, **12**, **35**, **78** kann beispielsweise mindestens einige der Daten von seinem jeweiligen Speicher  $M_x$  schieben („pushen“), wenn der Cache bis zu einem bestimmten Schwellenwert gefüllt ist. Der Schwellenwert des Caches kann in einer Ausführungsform einstellbar sein. In einer Ausführungsform kann mindestens ein Knoten **11**, **12**, **35**, **78** mindestens einige der Daten aus seinem jeweiligen Speicher  $M_x$  pushen, wenn eine Ressource (z. B. eine Bandbreite des Netzwerks **105**, der Prozessor  $P_{MCX}$  oder irgendeine andere Ressource) in ausreichendem Maße verfügbar ist. In einer Ausführungsform kann ein Verfügbarkeitschwellenwert einer speziellen Ressource einstellbar sein.

**[0083]** In einigen Ausführungsformen kann mindestens ein Knoten **11**, **12**, **35**, **78** mindestens einige der in den Speichern  $M_x$  gespeicherten Daten in periodischen Intervallen pushen. Die Periodizität eines speziellen Zeitintervalls, in dem Daten gepusht werden, kann auf einem Datentyp, dem Typ des pushenden Knotens, dem Ort des pushenden Knotens und/oder anderen Kriterien basieren. Die Periodizität eines speziellen Zeitintervalls kann in einer Ausführungsform einstellbar sein. In einigen Ausführungsformen kann mindestens ein Knoten **11**, **12**, **35**, **78** Daten in Reaktion auf eine Anforderung bereitstellen (z. B. von der Prozesssteuer-Großdatenanwendung **102**).

**[0084]** In einigen Ausführungsformen kann mindestens ein Knoten **11**, **12**, **35**, **78** mindestens einige der Daten in Echtzeit streamen, wenn die Daten von jedem Knoten **11**, **12**, **35**, **78** generiert, erhalten oder anderweitig beobachtet werden (der Knoten kann z. B. nicht temporär die Daten speichern oder cachen, oder speichert die Daten möglicherweise nur so lange, wie der Knoten zur Verarbeitung der Daten zum Streamen benötigt). Mindestens einige der Daten können beispielsweise mittels eines Streaming-Protokolls an den einen oder die mehreren Anwendungsdatenempfänger **122** gestreamt werden. Ein Knoten **11**, **12**, **35**, **78** kann in einer Ausführungsform einen Streaming-Dienst hosten, und mindestens einer der Datenempfänger **122** und/oder des Datenspeicherbereichs **120** kann den Streaming-Dienst abonnieren.

**[0085]** Übertragene Daten können demnach von einem oder mehreren Anwendungsdatenempfängern **122a–122c**, z. B. über den Netzwerk-Backbone **105**



empfangen werden. Ein spezieller Anwendungsdatenempfänger **122** kann in einer Ausführungsform konzipiert sein, um Daten von einem oder mehreren speziellen Knoten zu empfangen. Ein spezieller Anwendungsdatenempfänger **122** kann in einer Ausführungsform konzipiert sein, um Daten von nur einem oder mehreren speziellen Typen von Vorrichtungen zu empfangen (z. B. Controllern, Routern oder Benutzerschnittstellenvorrichtungen). Ein spezieller Anwendungsdatenempfänger **122** kann in einigen Ausführungsformen konzipiert sein, um nur einen oder mehrere spezielle Typen von Daten zu empfangen (z. B. nur Netzwerkmanagementdaten oder nur sicherheitsbezogene Daten).

**[0086]** Die Anwendungsdatenempfänger **122a–122c** können herbeiführen, dass die Daten in dem Großdaten-Anwendungsspeicherbereich **120** gespeichert oder historisiert werden. Die von jedem der Anwendungsdatenempfänger **122a–122c** empfangenen Daten können beispielsweise unter Verwendung des Prozesssteuer-Großdatenschemas in dem Datenspeicherbereich **120** gespeichert werden. In der in **Fig. 3** gezeigten Ausführungsform werden die Zeitreihendaten **120a** als separat von entsprechenden Metadaten **120b** gespeichert dargestellt, obwohl in einigen Ausführungsformen mindestens einige der Metadaten **120b** integral mit den Zeitreihendaten **120a** gespeichert werden können.

**[0087]** Daten, die über die Vielzahl von Anwendungsdatenempfängern **122a–122c** empfangen werden, sind in einer Ausführungsform integriert, so dass Daten von mehreren Quellen kombiniert werden können (z. B. in die selbe Gruppe von Reihen des Datenspeicherbereichs **120**). In einer Ausführungsform werden Daten, die über die Vielzahl von Anwendungsdatenempfängern **122a–122c** empfangen werden, gereinigt, um Rauschen und inkonsistente Daten zu entfernen. Ein Anwendungsdatenempfänger **122** kann in einer Ausführungsform Datenreinigung und/oder Datenintegration an mindestens einigen der empfangenen Daten durchführen, bevor die empfangenen Daten gespeichert werden, und/oder die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** kann in einer Ausführungsform einige oder alle der empfangenen Daten reinigen, nachdem die empfangenen Daten in dem Speicherbereich **102** gespeichert wurde. Eine Vorrichtung oder ein Knoten **110, 112, 115** kann in einer Ausführungsform herbeiführen, dass zusätzliche Daten, die mit den zu übertragenden Dateninhalten zusammenhängen, übertragen werden, und der Anwendungsdatenempfänger **122** und/oder der Großdaten-Anwendungsspeicherbereich **120** kann/können diese zusätzlichen Daten zur Durchführung von Datenreinigung einsetzen. Mindestens einige Daten können in einer Ausführungsform (mindestens teilweise) durch einen Knoten **110, 112, 115** vor dem Knoten **110, 112, 115** gereinigt werden, der herbeiführt, dass die Da-

ten zur Speicherung an den Großdatenanwendungsspeicherbereich **120** übertragen werden.

**[0088]** In Bezug auf **Fig. 4** ist **Fig. 4** nun ein beispielhaftes Blockdiagramm, das die Verwendung von Anwendungsanforderungsdienstleistern **125** zum Zugriff auf die historisierten Daten illustriert, die in dem Datenspeicherbereich **120** der Großdatenanwendung **102** gespeichert sind. **Fig. 4** schließt ein Set von Anwendungsanforderungsdienstleistern oder -diensten **125a–125e** ein, die jeweils konfiguriert sind, um auf Zeitreihendaten **120a** und/oder **120b** per Anforderung einer anfordernden Entität oder Anwendung zuzugreifen, wie Datenanforderer **130a–130c** oder Datenanalyse-Engine **132a–132b**. Während **Fig. 4** fünf Anwendungsanforderungsdienstleister **125a–125e**, drei Datenanforderer **130a–130c** und zwei Datenanalyse-Engines **132a, 132b** illustriert, können die hier in Bezug auf **Fig. 4** erörterten Techniken und Konzepte auf jegliche Anzahl und jegliche Typen von Anwendungsanforderungsdienstleistern **125**, Datenanforderern **130** und/oder Datenanalyse-Engines **132** angewendet werden.

**[0089]** In einer Ausführungsform können mindestens einige der Anwendungsanforderungsdienstleister **125** jeweils einen speziellen Dienst oder eine spezielle Anwendung bereitstellen, der bzw. die Zugriff auf mindestens einige der Daten benötigt, die in dem Prozesssteuer-Großdatenspeicherbereich **120** gespeichert sind. Der Anwendungsanforderungsdienstleister **125a** kann beispielsweise ein Datenanalyseunterstützungsdienst sein, und der Anwendungsanforderungsdienstleister **125b** kann ein Datentrendunterstützungsdienst sein. Andere Beispiele für Dienste **125**, die durch die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** bereitgestellt werden können, können einen Konfigurationsanwendungsdienst **125c**, einen Diagnostikanwendungsdienst **125d** und einen weiterentwickelten Steuerungsanwendungsdienst **125e** einschließen. Ein weiterentwickelter Steuerungsanwendungsdienst **125e** kann beispielsweise Modellvorhersagesteuerung, Chargendatenanalysen, Analysen fortlaufender Daten und andere Anwendungen einschließen, die zur Modellkonstruktion und zu anderen Zwecken historisierte Daten benötigen. Andere Anforderungsdienstleister **125** können auch in die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** eingeschlossen werden, um andere Dienste oder Anwendungen zu unterstützen, z. B. einen Kommunikationsdienst, Administrationsdienst, Gerätemanagementdienst, Planungsdienst und andere Dienste.

**[0090]** Ein Datenanforderer **130** kann eine Anwendung sein, die Zugriff auf Daten anfordert, die in dem Prozesssteuerungssystem-Großdatenspeicherbereich **120** gespeichert sind. Die entsprechenden Daten können basierend auf einer Anforderung des Datenanforderers **130** aus dem Prozesssteuer-Groß-

datenspeicherbereich **120** abgerufen werden und können zu Datenformularen transformiert und/oder konsolidiert werden können, die von dem Anforderer **130** verwendbar sind. In einer Ausführungsform können ein oder mehrere Anwendungsanforderungsdienstleister **125** Datenabruf und/oder Datentransformation an mindestens einigen der angeforderten Daten durchführen.

**[0091]** Mindestens einige der Datenanforderer **130** und/oder mindestens einige der Anforderungsdienstleister **125** können Webdienste oder Web-Anwendungen sein, die von der Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** gehostet werden und durch Knoten des Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerks **100** (z. B. Benutzerschnittstellenvorrichtungen **112** oder Providervorrichtungen **110**) zugänglich sind. Demnach können in einer Ausführungsform mindestens einige der Vorrichtungen oder Knoten **108** einen jeweiligen Web-Server einschließen, um einen Webbrowser, eine Web-Clientschnittstelle oder ein Plugin zu unterstützen, das einem Datenanforderer **130** oder einem Anforderungsdienstleister **125** entspricht. Ein Browser oder eine Anwendung, der/die auf einer Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** gehostet wird, kann Daten oder eine Webseite, die in der Großdatenanwendung **102** gespeichert sind, ausgeben. Bei Benutzerschnittstellenvorrichtungen **112** kann in einer Ausführungsform insbesondere ein Datenanforderer **130** oder ein Anforderungsdienstleister **125** Displays und gespeicherte Daten über eine Benutzerschnittstellen (UI)-Dienstschnittschicht **135** ziehen („Pullen“).

**[0092]** Eine Datenanalyse-Engine **132** kann eine Anwendung sein, die eine rechenintensive Analyse an mindestens einigen der Zeitreihendatenpunkte durchführt, die in dem Anwendungsspeicherbereich **120** gespeichert sind, um Kenntnisse zu generieren. Die Datenanalyse-Engine **132** kann als solche ein neues Set von Datenpunkten oder Beobachtungen generieren. Die neuen Kenntnisse oder neuen Datenpunkten können eine Analyse von Aspekten der Prozessanlage **10** (z. B. Diagnostik oder Fehlersuche) a posteriori bereitstellen und/oder kann a priori-Vorhersagen (z. B. Prognosen) in Bezug auf die Prozessanlage **10** bereitstellen. Eine Datenanalyse-Engine **132** führt in einer Ausführungsform Data Mining an einem ausgewählten Teilset der gespeicherten Daten **120** durch und führt Musterauswertung an den durch Data Mining erhaltenen Daten durch, um die neuen Kenntnisse oder das neue Set von Datenpunkten oder Beobachtungen zu generieren. In einigen Ausführungsformen können mehrere Datenanalyse-Engines **132** oder Instanzen davon zusammenwirken, um die neuen Kenntnisse oder das neue Set von Datenpunkten zu generieren.

**[0093]** Die neuen Kenntnisse oder das neue Set von Datenpunkten können beispielsweise in dem Anwen-

dungsspeicherbereich **120** gespeichert (z. B. diesem hinzugefügt) werden und können zusätzlich oder alternativ an einer oder mehreren Benutzerschnittstellenvorrichtungen **112** präsentiert werden. Die neuen Kenntnisse können in einigen Ausführungsformen in eine oder mehrere Steuerungsstrategien eingebaut werden, mit denen die Prozessanlage **10** arbeitet. Eine spezielle Datenanalyse-Engine **132** kann ausgeführt werden, wenn dies durch einen Anwender angegeben wird (z. B. über eine Benutzerschnittstellenvorrichtung **112**), und/oder die spezielle Datenanalyse-Engine **132** kann automatisch durch die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** ausgeführt werden.

**[0094]** Die Datenanalyse-Engines **132** der Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** können mit den gespeicherten Daten arbeiten, um zeitbezogene Beziehungen zwischen verschiedenen Entitäten und Providern innerhalb und außerhalb der Prozessanlage **10** zu ermitteln, und können die ermittelte zeitbezogene Beziehung nutzen, um ein oder mehrere Prozesse der Anlage **10** entsprechend zu steuern. Die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** ermöglicht das Koordinieren von einem oder mehreren Prozessen mit anderen Prozessen und/oder deren Anpassung im Zeitverlauf an sich ändernde Bedingungen und Faktoren. Die Koordination und/oder Anpassungen können in einigen Ausführungsformen automatisch ermittelt und unter Leitung der Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** ausgeführt werden, wenn Bedingungen und Ereignisse eintreten, wodurch die Effizienz wesentlich erhöht und die Produktivität optimiert wird, verglichen mit Steuerungssystemen des Standes der Technik.

**[0095]** Beispiele für mögliche Szenarien, in denen die Kenntnisfindungstechniken von Datenanalyse-Engines **132** zum Tragen kommen, sind wie folgt. In einem Beispielszenarium führt eine bestimmte Kombination von Ereignissen zu schlechter Produktqualität, wenn das Produkt schließlich zu einem späteren Zeitpunkt generiert wird (z. B. mehrere Stunden nach Auftreten der Kombination von Ereignissen). Die Bedienperson kennt die Beziehung zwischen dem Auftreten der Ereignisse und der Produktqualität nicht. Statt die schlechte Produktqualität mehrere Stunden später zu erkennen und zu ermitteln und somit Fehler zu suchen, um die wahren Ursachen der schlechten Produktqualität zu bestimmen (wie es zurzeit in bekannten Prozesssteuerungssystemen geschieht), kann die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** (und insbesondere eine oder mehrere der Datenanalyse-Engines **132** darin) automatisch die Kombination der Ereignisse bei oder kurz nach deren Auftreten erkennen, z. B. wenn die Daten, die dem Auftreten der Ereignisse entsprechen, an die Anwendung **102** übertragen werden. Die Datenanalyse-Engines **132** können die schlechte Produktqualität

basierend auf dem Auftreten dieser Ereignisse vorhersagen, eine Bedienerperson über die Vorhersage informieren und/oder automatisch einen oder mehrere Parameter oder Prozesse in Echtzeit anpassen oder ändern, um die Auswirkungen der Kombination von Ereignissen zu lindern. Eine Datenanalyse-Engine **132** kann einen revidierten Sollwert oder revidierte Parameterwerte ermitteln und dazu führen, dass die revidierten Werte von Providervorrichtungen **110** der Prozessanlage **10** verwendet werden. Auf diese Weise ermöglicht die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** das Erkennen und mögliche Lindern von Problemen in viel schnellerer und effizienter Weise, verglichen mit derzeit bekannten Prozesssteuerungssystemen.

**[0096]** In einem anderen beispielhaften Szenarium können mindestens einige der Datenanalyse-Engines **132** genutzt werden, um Änderungen im Produktbetrieb zu erkennen. Die Datenanalyse-Engines **132** können beispielsweise Änderungen in bestimmten Kommunikationsraten und/oder Änderungen oder Muster der Parameterwerte erkennen, die im Zeitverlauf von einem Sensor oder mehreren Sensoren empfangen wurden, was anzeigen kann, dass sich die Dynamik des Systems ändert. In einem weiteren beispielhaften Szenarium können die Datenanalyse-Engines **132** eingesetzt werden, um auf Grundlage des Verhaltens von Prozessen und des Auftretens von Alarmen, die diese spezielle Charge betreffen, über die Anlage **10** und die Zeit zu diagnostizieren und zu ermitteln, dass eine spezielle Charge von Ventilen oder anderen Anbietergeräten fehlerhaft ist.

**[0097]** In einem anderen beispielhaften Szenarium können mindestens einige der Datenanalyse-Engines **132** Produktkapazitäten vorhersagen, wie die Potenz eines Impfstoffs. Die Datenanalyse-Engines **132** können in einem weiteren beispielhaften Szenarium mögliche Sicherheitsprobleme im Zusammenhang mit der Prozessanlage **10** überwachen und erkennen, wie Anstiege an Anmeldeinstellungen, erneuten Versuchen und ihre entsprechenden Orte. Die Datenanalyse-Engines **132** können in einem anderen beispielhaften Szenarium Daten analysieren, die über die Prozessanlage **10** oder eine oder mehrere andere Prozessanlagen aggregiert oder gespeichert sind.

**[0098]** Auf diese Weise ermöglicht die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** einem Unternehmen, das mehrere Prozessanlagen besitzt oder betreibt, diagnostische und/oder prognostische Informationen auf Regions-, Industrie- oder Unternehmensbasis zu gewinnen.

#### Prozesssteuerungssystem-Großdatenstudio

**[0099]** Wie bereits in Bezug auf **Fig. 1** erwähnt, kann das Prozesssteuerungssystem-Großdatenstudio **109** eine Schnittstelle zu dem beispielhaften

Prozesssteuerungssystem-Großdatenstudio **100** für die Konfiguration und Datenexploration bereitstellen. Das Prozesssteuerungssystem-Großdatenstudio **109** kann in kommunikativer Verbindung mit einem oder mehreren Anwendungsdatenempfängern **122** der Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** und/oder mit einem oder mehreren Anwendungsanforderungsdienstleistern **125** der Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** sein. Das Prozesssteuerungssystem-Großdatenstudio **109** kann in einer Ausführungsform auf einer oder mehreren Rechenvorrichtungen liegen, von denen null oder mehr eine Rechenvorrichtung sein kann, auf der eine weitere Komponente der Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** liegt (z. B. ein Anwendungsanforderungsdienstleister **125**, ein Anwendungsdatenempfänger **122** oder eine andere Komponente). Das Prozesssteuerungssystem-Großdatenstudio **109** ermöglicht allgemein das Durchführen von Konfiguration und Datenexploration in einer Offline-Umgebung, und jegliche Ausgaben, die durch das Studio **109** generiert werden, können in eine Laufzeitumgebung der Prozesssteuerungsanlage **10** hinein instanziiert werden. Der Begriff „Offline“ bedeutet hier, dass Konfigurations- und Datenexplorationsaktivitäten von der laufenden Anlage **10** unterteilt sind, so dass Konfigurations- und Datenexplorationsaktivitäten durchgeführt werden, ohne die Betriebsabläufe der Prozessanlage **10** zu beeinträchtigen, selbst wenn die Anlage **10** selbst läuft oder online ist.

**[0100]** Ein Blockdiagramm einer Ausführungsform des Prozesssteuerungssystem-Großdatenstudios **109** ist in **Fig. 5** gezeigt und wird unter gleichzeitiger Bezugnahme auf die **Fig. 1–Fig. 4** erörtert. Das Prozesssteuerungssystem-Großdatenstudio **109** kann ein oder mehrere Konfigurations- oder Explorationanwendungen oder Tools **145** bereitstellen, um Konfiguration und Datenexploration zu ermöglichen. Die Anwendungen oder Tools **145** können beispielsweise einen Dashboard-Editor **150**, einen Modelleditor **152**, einen Datenexplorer **155**, einen Analyse-Editor **158** und/oder ein oder mehrere andere Tools oder Anwendungen **160** einschließen. Jedes dieser Tools **150–160** wird nachfolgend beschrieben.

**[0101]** Jedes der Tools **150–160** kann mit mindestens einigen der gespeicherten Zeitreihendaten **120** und/oder einer oder mehreren Definitionen **162** arbeiten, die für das Prozesssteuerungssystem-Großdatenstudio **109** verfügbar sind. Die Definitionen **162** können Konstruktionskomponenten beschreiben, die mit dem Prozesssteuerungssystem **10** assoziiert sind, die von einem Tool **145** kombiniert werden können, um komplexere Komponenten zu generieren, die später instanziiert werden können. Die Definitionen **162** werden in einer Ausführungsform in dem Prozesssteuerungssystem-Großdatenspeicher

bereich **120** oder in irgendeinem anderen Speicherbereich gespeichert, der für das Großdatenstudio **109** zugänglich ist.

**[0102]** Die Definitionen **162**, die für die Tools **145** verfügbar sind, können beispielsweise ein oder mehrere Displaykomponentendefinitionen **165** einschließen, die Komponenten definieren oder beschreiben, die das Präsentieren verschiedener Anzeigesymbole, Text, Grafiken und Ansichten auf einer Benutzerschnittstelle ermöglichen. Die Displaykomponentendefinitionen können beispielsweise Displayelementdefinitionen, Displayansicht- oder -visualisierungsdefinitionen, Bindungsdefinitionen usw. einschließen.

**[0103]** Die Definitionen **162** können ein oder mehrere Modellierungsdefinitionen **168** einschließen. Modellierungsdefinitionen **168** können beispielsweise Definitionen von Produkten (z. B. Produkte, die durch die Prozessanlage **10** erzeugt werden), Definitionen von Geräten oder Vorrichtungen (z. B. Geräte oder Vorrichtungen, die zur Prozessanlage **10** gehören), Definitionen von Parametern, Berechnungen, Funktionsblöcken, Laufzeitmodulen und andere Funktionalität, die zur Steuerung von Prozessen und zum anderweitigen Betreiben, Managen oder Optimieren der Prozessanlage **10** verwendet werden, und/oder andere Entitätsdefinitionen definieren oder beschreiben. Modellierungsdefinitionen können, wenn sie instanziiert sind, in ein Prozesssteuerungsmodell oder in ein anderes Modell aufgenommen werden, das mit der Konfiguration, dem Betrieb und/oder Management von mindestens einem Teil der Prozesssteuerungsanlage **10** und/oder darin gesteuerten Prozessen zusammenhängt.

**[0104]** Die Definitionen **162** können in einer Ausführungsform ein oder mehrere Datendefinitionen **170** einschließen. Datendefinitionen **170** können einen Typ von Daten definieren, der als Eingang in oder Ausgang von einem Modell dient, wie einem Prozesssteuerungsmodell, einem Datenanalysemodell oder jeglichem anderen Modell, das mit der Konfiguration, dem Betrieb, Management und/oder der Analyse von mindestens einem Teil der Prozesssteuerungsanlage **10** und/oder darin gesteuerten Prozessen zusammenhängt. Die Modelle, deren Eingang oder Ausgang die definierten Daten sind, können allgemein aus einer oder mehreren Entitäten erstellt werden, deren Definition in die Modellierungsdefinitionen **168** eingeschlossen ist.

**[0105]** Datendefinitionen **170** können als solche verschiedene Datentypen (strukturiert und/oder unstrukturiert), Kontexte und/oder Grenzbedingungen von Daten definieren oder beschreiben, die innerhalb der Prozessanlage **10** kommuniziert, generiert, empfangen und/oder beobachtet werden. Die Datendefinitionen **170** können Datenbankdaten, gestreamte Daten, Transaktionsdaten und/oder jeden anderen Typ

von Daten betreffen, die über das Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerk **100** kommuniziert werden und in Prozesssteuerungssystem-Großdatenspeicher **120** gespeichert oder historisiert werden. Die Datenstromdefinitionen **170** können beispielsweise einen speziellen Datenstream als Temperaturen in Grad Celsius umfassend beschreiben, die typischerweise im Bereich von Temperatur A bis Temperatur B erwartet werden. Die Datenstromdefinitionen **170** können andere Stromdaten als Verbindungszeiten und Identitäten von Vorrichtungen an einem speziellen Drahtloszugangspunkt umfassend beschreiben. Die Datenstromdefinitionen **170** können noch einen weiteren Datenstrom als Alarmereignisse an einem speziellen Controllertyp einschließend beschreiben. Die Datenstromdefinitionen **170** können demnach auch Definitionen oder Beschreibungen von Datenbeziehungen einschließen. Die Datenstromdefinitionen **170** können beispielsweise eine Beziehung einschließen, die zeigt, dass Alarmereignisdaten von einem Controller, einem Sensor oder einer Vorrichtung produziert werden können; oder die Datenstromdefinitionen können eine Beziehung einschließen, die zeigt, wie ein Prozentsatz an Verunreinigung in einem Eingangsmaterial die Ausgangsqualität einer bestimmten Straße beeinflusst.

**[0106]** In einer Ausführungsform können die Datendefinitionen **170** Definitionen und Beschreibungen von Datentypen, Kontexten und/oder Grenzbedingungen von Daten einschließen, die von Displays, Analysen und anderen Anwendungen genutzt werden, die die Prozessanlage **10** betreffen. Die Datendefinitionen **170** können beispielsweise Boolesche Zahlen, wissenschaftliche Notation, Variablennotation, Text in unterschiedlichen Sprachen, Verschlüsselungsschlüssel und dergleichen beschreiben.

**[0107]** Die Definitionen **162** können zudem ein oder mehrere Analysen oder Algorithmusdefinitionen **172** einschließen. Analysedefinitionen **172** können beispielsweise rechenintensive Analysen, die mit einem Set von Daten durchgeführt werden können, z. B. an einem ausgewählten Teilset der gespeicherten Daten **120**, definieren oder beschreiben. Beispiele für Analysedefinitionen **172** können Datenanalysen (z. B. Mittelwerte, Graphen, Histogramme, Klassifizierungstechniken, usw.), Wahrscheinlichkeits- und/oder Statistikfunktionen (z. B. Regression, partielle kleinste Quadrate, bedingte Wahrscheinlichkeiten, usw.), zeitbezogene Analyse (z. B. Zeitreihen, Fourier-Analyse, usw.), Visualisierungen (z. B. Balkendiagramme, Scatterplots, Tortendiagramme, usw.), Discovery-Algorithmen, Data Mining-Algorithmen, Datentrends, usw. einschließen. In einer Ausführungsform können mindestens einige der Analysedefinitionen **172** verschachtelt sein und/oder mindestens einige der Analysedefinitionen **172** können voneinander abhängig sein.

**[0108]** Natürlich können zur Verwendung durch die Tools **145** des Prozesssteuerungssystem-Großdatenstudios **109** andere Definitionen **175** zusätzlich zu oder anstelle der bereits erörterten Definitionen **165–172** verfügbar sein. In einer Ausführungsform können mindestens einige der Definitionen **162** durch die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** automatisch erstellt und gespeichert werden. In einer Ausführungsform können mindestens einige der Definitionen **162** durch einen Anwender mittels einer Benutzerschnittstelle **112** erstellt und gespeichert werden.

**[0109]** Das beispielhafte Prozesssteuerungssystem-Großdatenstudio **109** schließt demnach eine Schnittstelle oder ein Portal **180** ein, wobei eine jeweilige Instanz derselben/desselben an jeder Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** präsentiert wird. Das Prozesssteuerungs-Großstudio **109** kann beispielsweise einen Webdienst oder eine Web-Anwendung hosten, die dem Portal **180** entspricht, worauf an einer Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** über einen Webbrowser, ein Plugin oder eine Web-Clientschnittstelle zugegriffen werden kann. Eine Benutzerschnittstelle des Großdatenstudios **109** kann in einem anderen Beispiel eine Client-Anwendung an einer Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** einschließen, die mit einer Host- oder Serveranwendung an dem Prozesssteuer-Großdatenstudio **109** kommuniziert, die dem Portal **180** entspricht. Für einen Anwender kann in einer Ausführungsform das Prozesssteuerungssystem-Großdatenstudiportal **180** als navigierbare Anzeige auf einer Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** erscheinen.

**[0110]** In einer Ausführungsform kann ein Zugriffsmanager **182** des Datenstudios **109** sicheren Zugriff auf das Datenstudio **109** bereitstellen. Möglicherweise muss ein Anwender, eine Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** und/oder eine Zugriffsanwendung durch den Zugriffsmanager **182** authentifiziert werden, um Zugriff auf das Großdatenstudio **109** zu erhalten. Der Anwender muss in einer Anwendung möglicherweise einen Benutzernamen und ein Passwort oder andere sichere Identifizierungsmittel (z. B. biometrische Identifizierungsmittel, usw.) bereitstellen, um sich am Datenstudiportal **180** anzumelden. Der Anwender, die Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** und/oder die Zugriffsanwendung muss/müssen zusätzlich oder alternativ möglicherweise authentifiziert werden, wie durch Verwendung einer Infrastruktur mit öffentlichem Schlüssel (Public Key Infrastructure; PKI), eines Verschlüsselungsalgorithmus oder eines anderen Algorithmus. In einer Ausführungsform kann eine Authentifizierungszertifizierung eines PKI-Verschlüsselungsalgorithmus, die von der Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** genutzt wird, auf Grundlage von mindestens einem Parameter generiert werden, wie einer räumlichen oder geografischen Position, einer Zugriffszeit, einem Zugriffskon-

text, einer Identität des Anwenders und/oder des Arbeitgebers des Anwenders, einer Identität der Prozesssteuerungsanlage **10**, eines Herstellers der Benutzervorrichtung **112** oder einem anderen Parameter. In einer Ausführungsform können ein eindeutiger Ausgangspunkt („Seed“), der dem Zertifikat entspricht, und der gemeinsame Schlüssel auf einem oder mehreren der Parametern basieren.

**[0111]** Das Datenstudiportal **180** kann dem Anwender, der Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** und/oder der Zugriffsanwendung nach der Authentifizierung den Zugriff auf die Tools oder Funktionen **145** des Prozesssteuer-Großdatenstudios **109** erlauben. In einer Ausführungsform kann ein Symbol, das jedem Tool oder jeder Funktion **150–160** entspricht, auf der Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** angezeigt werden. Nach der Auswahl eines bestimmten Tools **150–160** kann eine Reihe von Displayansichten oder Bildschirmen präsentiert werden, damit der Anwender das ausgewählte Tool nutzen kann.

**[0112]** Das Modelleditortool **152** kann einem Benutzer die Konfiguration (z. B. Erstellung oder Modifizierung) eines Modells zum Steuern von Prozessen in dem Prozesssteuerungssystem **10** ermöglichen. Ein Benutzer kann beispielsweise verschiedene Modellierungsdefinitionen **168** (und in einigen Fällen Datenstromdefinitionen **170**) auswählen und verbinden, um Modelle zu generieren oder zu ändern.

**[0113]** Der Analyseneditor **182** kann einem Benutzer die Konfiguration (z. B. Erstellung oder Modifizierung) einer Datenanalysefunktion (z. B. eine der Datenanalyse-Engines **132**) zum Analysieren von Daten ermöglichen, die das Prozesssteuerungssystem **10** betreffen. Ein Benutzer kann beispielsweise eine komplexe Datenanalysefunktion von einer oder mehreren Analysedefinitionen **172** (und in einigen Fällen mindestens einige der Datenstromdefinitionen **170**) konfigurieren.

**[0114]** Ein Benutzer kann historisierte oder gespeicherte Daten **120** mit dem Datenexplorer **155** erkunden. Der Datenexplorer **155** kann einem Anwender das Anzeigen oder Visualisieren von mindestens Teilen der gespeicherten Daten **120** basierend auf den Datenstromdefinitionen **170** (und in einigen Fällen basierend auf mindestens einigen der Analysedefinitionen **172**) ermöglichen. Der Datenexplorer **155** kann beispielsweise einem Anwender das Ziehen von Temperaturdaten eines speziellen Behältnisses von einem bestimmten Zeitraum sowie das Anwenden einer Trendanalyse ermöglichen, um die Temperaturänderungen während dieses Zeitraums anzuzeigen. Der Datenexplorer **155** kann in einem anderen Beispiel einem Anwender die Durchführung einer Regressionsanalyse ermöglichen, um unabhängige oder abhängige Variablen zu bestimmen, die die Behältnistemperatur beeinflussen.

**[0115]** Der Dashboard-Editor **150** kann in einer Ausführungsform einem Anwender ermöglichen, Dashboard-Anzeigen oder Displayansichten zu konfigurieren. Der Begriff „Dashboard“ bezieht sich hier allgemein auf Benutzerschnittstellendisplays der Laufzeitumgebung der Prozessanlage **10**, die auf verschiedenen Benutzerschnittstellenvorrichtungen **112** angezeigt werden. Ein Dashboard kann eine Echtzeitansicht eines Betriebs eines Teils eines Prozesses einschließen, der in der Anlage **10** gesteuert wird, oder kann eine Ansicht von anderen Daten einschließen, die den Betrieb der Prozessanlage **10** betreffen (z. B. Netzwerkverkehr, Standorte der Techniker, Teilebestellung, Arbeitsauftragsplanung, usw.), zum Beispiel. In einigen Ausführungsformen kann ein Laufzeit-Dashboard eine Benutzersteuerung einschließen, um auf das Datenstudioportal **180** zuzugreifen, damit ein Anwender Konfigurationen durchführen kann.

**[0116]** Während das obige einen Anwender beschreibt, der auf die Tools **145** zugreift, kann in einigen Ausführungsformen natürlich eine Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** und/oder eine Zugriffsanwendung in ähnlicher Weise auf irgendeines der Tools **145** zugreifen.

**[0117]** Jedes der Tools **150–160** kann jeweilige Ausgaben **200** generieren. Definitionen, die den generierten Ausgaben **200** entsprechen, können mit den anderen Definitionen **162**, z. B. entweder automatisch oder in Reaktion auf einen Benutzerbefehl, gespeichert oder gesichert werden. In einer Ausführungsform werden die entsprechenden Definitionen der Ausgaben **200** der Tools **150–160** in dem Prozesssteuerungssystem-Großdatenspeicherbereich **102** gespeichert, beispielsweise als Typ von Zeitreihendaten **102a** und (gegebenenfalls) entsprechenden Metadaten **102b**.

**[0118]** Mindestens einige Ausgaben **200** können in die Laufzeitumgebung des Prozesssteuerungssystems **10** hinein instanziiert werden. Der Modelleditor **152** kann beispielsweise Modelle **202** generieren (z. B. Prozesssteuerungsmodelle, Netzwerkmanagementmodelle, Diagnosemodelle, usw.) oder Änderungen an einem bestehenden Modell **202**, die auf einen oder mehrere Providervorrichtungen oder Knoten **110** heruntergeladen werden können. In einer Ausführungsform können entsprechende Definitionen der generierten Modelle und/oder Modelländerungen **202** in den Modellierungsdefinitionen **168** gespeichert werden.

**[0119]** Der Dashboard-Editor **150** kann ein oder mehrere Displays oder Displaykomponenten **205** generieren, wie betriebliche, Konfigurations- und/oder Diagnosedisplays, Datenanalysedisplays und/oder Grafiken oder Text, die an Benutzerschnittstellenvorrichtungen **112** präsentiert werden können. Der Da-

shboard-Editor **150** kann zudem entsprechende Bindungen **206** für die Displays oder Displaykomponenten **205** generieren, so dass die **205** in einer Laufzeitumgebung instanziiert werden können. Entsprechende Definitionen des generierten Displays/der generierten Displaykomponenten **205** und ihrer jeweiligen Bindungen **206** können in einer Ausführungsform in den Displaykomponentendefinitionen **165** gespeichert werden.

**[0120]** Der Analyseneditor **158** kann Datenanalysefunktionen, Berechnungen, Dienstprogramme oder Algorithmen **208** generieren (z. B. eine oder mehrere der in **Fig. 4** gezeigten Datenanalysen **132**), die von der Prozesssteuerungssystem-Großdaten-anwendung **102** genutzt werden können. Entsprechende Analysedefinitionen der generierten Analysen **208** können beispielsweise in den Analysedefinitionen **172** gespeichert werden.

**[0121]** In spezieller Bezugnahme auf das Datenexplorertool **155** kann der Datenexplorer **155** Zugriff auf historisierte Daten bereitstellen, die in dem Prozesssteuerungssystem-Großdatenspeicherbereich **102** gespeichert sind. Die historisierten Daten können Zeitreihendatenpunkte **120a** einschließen, die während der Laufzeit des Prozesssteuerungssystems **10** gesammelt worden sind und (zusammen mit jeglichen entsprechenden Metadaten **120b**) in dem Prozesssteuerungssystem-Großdatenspeicherbereich **102** gespeichert worden sind. Die historisierten Daten können beispielsweise Angaben zu Modellen, Parametern und Parameterwerten, Chargenrezepten, Konfigurationen, usw. einschließen, die während des Betriebs der Prozessanlage **10** verwendet wurden, und die historisierten Daten können Angaben von Benutzeraktionen einschließen, die während des Betriebs der Prozessanlage oder verwandten Aktivitäten aufgetreten sind.

**[0122]** Mit dem Datenexplorer **155** können in einer Ausführungsform verschiedene Visualisierungen von mindestens Teilen der gespeicherten Daten **120** durchgeführt werden. Der Datenexplorer **155** kann beispielsweise eine oder mehrere Datenanalysedefinitionen **172** nutzen, um eine Datenvisualisierung an der Datenstudioschnittstelle oder dem Portal **180** zu präsentieren. Nach Betrachten der Visualisierung kann ein Anwender **112** eine zuvor unbekannte Datenbeziehung **210** finden. Ein Anwender **112** kann beispielsweise eine Datenbeziehung zwischen einem speziellen Ereignis, einer Umgebungstemperatur und einer Ausbeute einer Produktionsstraße finden. Die gefundene Datenbeziehung **210** kann als solche eine Ausgabe **200** des Datenexplorers **155** sein und z. B. als Datendefinition **170** gespeichert werden.

**[0123]** In einer Ausführungsform kann der Anwender die Prozesssteuerungssystem-Großdaten-anwendung **102**, (z. B. über den Analyseeditor **158**

am Datenstudioportal **180**) instruieren, jegliche Modelle **168** zu identifizieren, die durch die gefundene Beziehung **210** beeinflusst werden können. Der Anwender **112** kann beispielsweise unter Verwendung des Analyseeditors **158** eine oder mehrere Datenanalyse-Engines **132** auswählen, um an der gefundenen Beziehung **210** (und gegebenenfalls zusammen mit zusätzlichen gespeicherten Daten **120**) zu arbeiten. In Reaktion auf die Benutzeranweisung kann die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** ein oder mehrere Modelle **168** identifizieren, die durch die gefundene Datenbeziehung **210** beeinflusst werden. In einer Ausführungsform kann die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** auch aktualisierte Parameterwerte **212** und/oder neue Parameter **215** für die beeinflussten Modelle **168** auf Grundlage der gefundenen Datenbeziehung **210** ermitteln und kann die beeinflussten Modelle **168** automatisch aktualisieren. Die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** kann in einer Ausführungsform basierend auf der gefundenen Datenbeziehung **210** automatisch ein neues Modell **202** erstellen. Die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** kann in einer Ausführungsform die aktualisierten und/oder neuen Modelle **202**, Parameter **215**, Parameterwerte **212**, usw. als entsprechende Definitionen **162** speichern. In einer Ausführungsform kann jedwedes der identifizierten Modelle **168**, **202**, Parameter **215**, Parameterwerte **212**, usw. dem Anwender **112** z. B. über das Portal **180** präsentiert werden, und die Datenanwendung **102** kann, statt Änderungen automatisch zu implementieren, dies möglicherweise nur tun, wenn der Anwender es so instruiert.

**[0124]** In einigen Ausführungsformen kann die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102**, statt sich auf die anwendergeführte Kenntnisfindung zu verlassen, automatisch Erkenntnisfindung durchführen, indem historisierte Daten automatisch analysiert werden. Eine oder mehrere Datenanalyse-Engines **132** der Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** können beispielsweise im Hintergrund ausgeführt werden, um einen oder mehrere Laufzeitdatenströme automatisch zu analysieren und/oder zu explorieren. Die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** kann beispielsweise im Hintergrund eine Instanz des Datenexplorers **155** und/oder des Analyseeditors **158** durchführen. Die Datenanalyse-Engines **132** können basierend auf Hintergrundexploration und -analyse eine zuvor unbekannte Datenbeziehung **218** finden. Die Datenanalyse-Engines **132** können die gefundene Datenbeziehung **218** beispielsweise in den Datendefinitionen **170** speichern. Die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** (z. B. das Datenstudio **109**, ein Anwendungsdatenempfänger **122** oder andere Komponente) kann in einer Ausführungsform einen Anwender über die gefundenen Datenbeziehung **218** in-

formieren oder benachrichtigen, z. B. über das Portal **180**.

**[0125]** Die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** kann in einer Ausführungsform automatisch gespeicherte Modelle, Parameter und/oder Parameterwerte **168** identifizieren, die von der automatisch gefundenen Datenbeziehung **218** beeinflusst werden können, und kann basierend auf der gefundenen Datenbeziehung **218** aktualisierte oder neue Parameterwerte **212**, aktualisierte oder neue Modelle **202** und/oder durchzuführende Aktionen **220** bestimmen. Die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** kann in einer Ausführungsform einem Anwender **112** über das Portal **180** die aktualisierten/neuen Parameter **215**, Parameterwerte **212**, Modelle **202** und/oder andere Aktionen **220** vorschlagen. Die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** kann beispielsweise neue Alarmgrenzen vorschlagen, kann das Austauschen eines Ventils vorschlagen oder kann eine Vorhersagezeit vorschlagen, zu der ein neuer Bereich der Anlage **10** installiert werden soll und betriebsbereit sein soll, um den Ausstoß zu optimieren. In einer Ausführungsform kann die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** automatisch ein neues oder aktualisiertes Modell, einen neuen oder aktualisierten Parameter, Parameterwert oder eine neue oder aktualisierte Aktion anwenden, ohne den Anwender **112** zu informieren.

**[0126]** Die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** kann in einer Ausführungsform hypothetische Kandidatenmodelle, Parameter, Parameterwerte und/oder Aktionen modifizieren oder erstellen und kann ihre Hypothesen offline, z. B. gegen ein größeres Teilset der historisierten Daten **120**, testen. In dieser Ausführungsform können dem Anwender nur validierte Modelle, Parameter, Parameterwerte und/oder Aktionen vorgeschlagen werden, die in den Definitionen **162** gespeichert sind, und/oder automatisch auf das System **10** angewendet werden.

**[0127]** Wenn wir uns nun **Fig. 6** zuwenden, so ist **Fig. 6** ein Blockdiagramm, das eine Ausführungsform einer Kopplung zwischen der Konfigurations- und Explorationsumgebung (z. B. der Offline-Umgebung) **220**, die durch das Prozesssteuerungssystem-Großdatenstudio **109** bereitgestellt wird, und einer Laufzeitumgebung **222** illustriert, die in der Prozessanlage oder dem Steuerungssystem **10** instanziiert ist. Die Kopplung wird in einer Ausführungsform durch ein oder mehrere Skripte **225** bewirkt.

**[0128]** Die Skripte **225** können eine oder mehrere Fähigkeiten bereitstellen, um beispielsweise ausführbare Programme **228** entsprechend den Definitionen **162** von Modellen **168**, Datenbindungen und Dashboard-Informationen **165**, Datenbeziehungen **170** und/oder anderen Aspekten aus der Konfigurations-

und Explorationsumgebung **220** in die Laufzeitumgebung **222** von einem oder mehreren Knoten **108** herunterzuladen. Die Skripte **225** können demnach Onlinezugriff auf eine oder mehrere Komponenten **162** ermöglichen, die während einer Offlinephase (z. B. unter Verwendung der Tools **145** von Datenstudio **109**) entwickelt wurden. In einer Ausführungsform können die Skripte **225** zudem Fähigkeiten für einen Knoten **108** bereitstellen, Informationen, die in der Laufzeitumgebung **222** generiert oder erstellt werden, in die Konfigurations- und Explorationsumgebung **220** hochzuladen. Neue oder modifizierte Modelle, Parameter, Analysen oder andere Entitäten, die an einer Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** erstellt wurden, können beispielsweise als neue oder modifizierte Definitionen **162** hochgeladen und gespeichert werden.

**[0129]** Die Skripte **225** können in einer Ausführungsform ausführbare Programme **228** entsprechend ausgewählten Definitionen **162** auf einen oder mehrere Knoten **108** herunterladen. Ein spezielles Download-Skript **225** kann in Reaktion auf eine Benutzeranweisung ausgeführt werden oder kann automatisch durch die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** ausgeführt werden. In der Laufzeitumgebung **222** kann eine Laufzeit-Engine **230** (z. B. wie durch einen Prozessor ausgeführt, wie den Prozessor  $P_{MCX}$ ) an den ausführbaren Programmen **228** arbeiten, um die Entitäten gemäß den ausgewählten Definitionen **162** zu instanziiieren. In einer Ausführungsform kann jeder Knoten **108** eine jeweilige Laufzeit-Engine **230** einschließen, um an den heruntergeladenen ausführbaren Programmen **228** zu arbeiten.

**[0130]** In Bezug auf ausführbare Programme **228**, die insbesondere Dashboard-Displays entsprechen, kann ein jeweiliges Download-Skript **225** Datendefinitionen **170** und/oder Modelldefinitionen **168** an die Dashboard-Definition **165** binden, um ein entsprechendes Dashboard-ausführbares Programm **228** zu generieren. In einigen Ausführungsformen muss möglicherweise Vorverarbeitung mit einem Dashboard-ausführbaren Programm **228** erfolgen, bevor das entsprechende Dashboard-Display **232** und die entsprechenden Daten und/oder Modellbeschreibungen an einer Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** in die Laufzeitumgebung **222** geladen werden. In einer Ausführungsform kann eine Laufzeit-Dashboard-Unterstützungs-Engine **235** die Vorverarbeitung und/oder das Laden in die Laufzeitumgebung **222** ausführen. Die Laufzeit-Dashboard-Unterstützungs-Engine **235** kann beispielsweise eine Anwendung in kommunikativer Verbindung mit der Laufzeit-Engine **230** sein. Die Laufzeit-Dashboard-Unterstützungs-Engine **235** kann beispielsweise auf der Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102**, der Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** oder mindestens teilweise auf der Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** und mindestens teilweise auf der Be-

nutzerschnittstellenvorrichtung **112** gehostet werden. Die Laufzeit-Engine **230** schließt in einigen Ausführungsformen mindestens einen Teil der Laufzeit-Dashboard-Unterstützungs-Engine **235** ein.

**[0131]** Fig. 7 illustriert ein Flussdiagramm eines beispielhaften Verfahrens **300** zur Unterstützung von Großdaten in einem Prozesssteuersystem oder einer Prozessanlage. Das Verfahren **300** kann in dem Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerk **100** von Fig. 1 oder in jedem anderen geeigneten Netzwerk oder System implementiert werden, dass Großdaten in einem Prozesssteuerungssystem oder einer Prozessanlage unterstützt. Das Verfahren **300** wird in einer Ausführungsform durch die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** von Fig. 1 implementiert. Das Verfahren **300** wird zu illustrierenden (und nicht einschränkenden) Zwecken anschließend unter gleichzeitiger Bezugnahme auf die Fig. 1–Fig. 6 erörtert.

**[0132]** In Block **302** können Daten empfangen werden. Die Daten können beispielsweise durch die Großdatenanwendung **102** des Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerks **100**, z. B. durch einen oder mehrere Datenempfänger **122**, empfangen werden. Die Daten können einer Prozessanlage und/oder einem Prozess, der von einer Prozessanlage gesteuert wird, entsprechen. Die Daten können beispielsweise Echtzeitdaten, die während der Steuerung eines Prozesses in der Prozessanlage generiert wurden, Konfigurationsdaten, Chargendaten, Netzwerkmanagement- und -verkehrsdaten verschiedener in die Prozessanlage eingeschlossener Netzwerke, Daten, die Anwender- oder Bedienpersonaktionen angeben, Daten, die dem Betrieb und Status von in die Anlage eingeschlossenen Geräten und Vorrichtungen entsprechen, Daten, die durch Entitäten generiert oder an diese übertragen werden, die sich außerhalb der Prozessanlage befinden, sowie andere Daten einschließen.

**[0133]** Die Daten können von einem oder mehreren Knoten **108** in kommunikativer Verbindung mit dem Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerk **100** empfangen werden. Die Daten können beispielsweise von einem Providerknoten **110**, einem Benutzerschnittstellenknoten **112** und/oder von einem anderen Knoten **115** empfangen werden, der kommunikativ mit dem Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerk **100** verbunden ist. Die empfangenen Daten können Zeitreihendaten einschließen, wobei jeder Datenpunkt beispielsweise zusammen mit einem Zeitstempel erhalten wird, der eine Zeit der Sammlung des Datenpunkts an dem jeweiligen Knoten **108** zeigt.

**[0134]** In einer Ausführungsform kann mindestens ein Teil der Daten über einen Streaming-Dienst empfangen werden. Der Streaming-Dienst kann in ei-



ner Ausführungsform durch einen Knoten **108** des Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerks **100** gehostet werden, und die Großdaten-anwendung **102** oder ein Datenempfänger **122**, der in die Großdaten-anwendung **102** eingeschlossen ist, kann den von dem Knoten **108** gehosteten Streaming-Dienst abonnieren.

**[0135]** Die empfangenen Daten können an einem Block **305** dazu gebracht werden, in einem unitären logischen Großdatenspeicherbereich gespeichert zu werden, wie dem Prozesssteuerungssystem-Großdatenspeicherbereich **120** oder irgendeinem anderen geeigneten Datenspeicherbereich. Der unitäre logische Großdatenspeicherbereich kann Daten in einem gemeinsamen Format für alle Typen von empfangenen Daten speichern. Das gemeinsame Format kann insbesondere Echtzeitsuchen und Exploration der gespeicherten Daten in zeitgerechter und effizienter Weise ermöglichen. Die empfangenen Daten werden in einer Ausführungsform zusammen mit entsprechenden Metadaten in dem unitären logischen Großdatenspeicherbereich gespeichert.

**[0136]** An einem Block **308** kann ein Dienst an mindestens einem Teil der Daten, die in dem unitären logischen Großdatenspeicherbereich gespeichert sind, zur Ausführung gebracht werden. Die Großdaten-anwendung **102** oder ein Anwendungsanforderungsdienstleister **125** der Großdaten-anwendung **102** kann in einer Ausführungsform die Ausführung des Dienstes herbeiführen. Die Ausführung eines Dienstes kann in Reaktion auf eine Benutzeranforderung herbeigeführt werden, oder der Dienst kann dazu gebracht werden, automatisch ausgeführt zu werden. Die Großdaten-anwendung **102** kann in einer Ausführungsform den durchzuführenden Dienst auswählen.

**[0137]** Der Dienst kann in einer Ausführungsform eine rechenintensive Analyse sein, wie eine Regressionsanalyse, eine Clusteranalyse, eine Datentrendanalyse oder andere rechenintensive Analyse. Die rechenintensive Analyse kann beispielsweise an einem ersten Teilset der Daten arbeiten, die in dem unitären logischen Großdatenspeicherbereich gespeichert sind, und kann ein Ergebnis generieren, das ein zweites Teilset von Daten einschließt. In einer Ausführungsform kann das Ergebnis einem Anwender an einer Benutzerschnittstelle präsentiert werden. Das Ergebnis kann dem Anwender in einer Ausführungsform zusammen mit einem oder mehreren Vorschlägen präsentiert werden, wie Vorschlägen zu weiteren rechenintensiven Analyse, deren Ausführung erwünscht sein könnte, zu einer bestimmten Benutzeraktion, die durchzuführen ist, zu einem Zeitpunkt, an dem die bestimmte Benutzeraktion durchgeführt werden sollte, und dergleichen.

**[0138]** Das zweite Teilset der Daten kann eine Datendefinition oder -beziehung einschließen. Das

zweite Teilset der Daten kann beispielsweise eine Änderung an einer bestehenden Entität im Zusammenhang mit dem Prozesssteuerungssystem oder der Anlage anzeigen, oder kann eine neue Entität anzeigen, die mit dem Prozesssteuerungssystem oder der Anlage assoziiert werden sollte. Die geänderte oder neue Entität kann beispielsweise eine Dashboarddisplaykomponente, ein Prozessmodell, ein Funktionsblock, eine Datenbeziehung, ein Parameter oder Parameterwert, eine Bindung oder eine rechenintensive Analyse sein.

**[0139]** Das zweite Set von Daten kann an Block **310** gespeichert werden. Das zweite Set von Daten kann beispielsweise in dem unitären logischen Großdatenspeicherbereich gespeichert werden.

**[0140]** In Block **308** kann in einigen Ausführungsformen ein Dienst zusätzlich zu oder anstelle einer rechenintensiven Analyse ausgeführt werden. Der Dienst kann beispielsweise ein Konfigurationsdienst, ein Diagnosedienst, ein Steuerungsanwendungsdienst, ein Kommunikationsdienst, ein Administrationsdienst, ein Gerätemanagementdienst, ein Planungsdienst oder irgendein anderer Dienst sein.

#### Mobiler Kontrollraum

**[0141]** Dashboarddisplays **232** und das Datenstudioportal **180** können bei dem Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerk **100** an jeder authentifizierten Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** verfügbar sein. Benutzerschnittstellenvorrichtungen **112** können ferner Mobilvorrichtungen sein. Benutzerschnittstellen und Displays, die in Steuerungssystemen des Standes der Technik nur durch Arbeitsstationen an festen Kontrollraumorten bereitgestellt werden, können in einem System **10**, das durch die Prozesssteuerungssystem-Großdaten-anwendung **102** unterstützt wird, an mobilen Benutzerschnittstellenvorrichtungen **112** verfügbar sein. In einigen Konfigurationen eines Systems **10**, das durch die Prozesssteuerungssystem-Großdaten-anwendung **102** unterstützt wird, können alle Benutzerschnittstellen, die mit einer Prozessanlage **10** zusammenhängen, gänzlich an einem Set von mobilen Benutzerschnittstellenvorrichtungen **112** (z. B. ein „mobiler Kontrollraum“) bereitgestellt werden, und die Prozessanlage **10** schließt möglicherweise gar keinen festen Kontrollraum ein. In einer Ausführungsform muss eine Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** authentifiziert werden, um irgendwelche und sämtliche Funktionalität eines festen Kontrollraums durchzuführen, einschließlich Konfigurieren und Herunterladen von Modellen, Erstellen und Starten von Anwendungen und Dienstprogrammen, Durchführen von Aktivitäten in Bezug auf Netzwerkmanagement, gesichertem Zugriff, Systemleistungsauswertungen, Produktqualitätskontrolle usw. Eine Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** kann beispielsweise unter Ver-

wendung eines Verfahrens wie zuvor zum Authentifizieren von Vorrichtungen und Knoten in dem Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerk **100** authentifiziert werden.

**[0142]** Zur Unterstützung eines derartigen mobilen Kontrollraums kann die Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendung **102** ein oder mehrere Dienste für mobile Kontrollräume bereitstellen oder hosten. Ein Dienst für mobile Kontrollräume kann beispielsweise ein spezieller Typ von Datenanforderer **130** oder eine andere Anwendung sein. In einer Ausführungsform kann an jeder Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** ein Webserver bereitgestellt werden, um einen Browser auf Webbasis, eine webbasierte Anwendung oder ein Plugin als Schnittstelle zu den Diensten für mobile Kontrollräume zu unterstützen, die von der Anwendung **102** gehostet werden.

**[0143]** Ein Beispiel für einen Dienst für mobile Kontrollräume kann einen Gerätewahrnehmungsdienst einschließen. In diesem Beispiel können, wenn ein mobiler Arbeiter seine Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** innerhalb der Anlage **10** bewegt, verschiedene Providervorrichtungen oder Knoten **110** in festen Positionen die Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** automatisch selbstidentifizieren, z. B. unter Verwendung eines Drahtloskommunikationsprotokolls wie eines IEEE 802.11-konformen Drahtlos-LAN-Protokolls, eines Mobilkommunikationsprotokolls wie WiMAX, LTE oder eines anderen ITU-R-kompatiblen Protokolls, eines Kurzwellenradio-kommunikationsprotokolls wie Nahfeldkommunikation (NFC) oder Bluetooth, eines Prozesssteuerungs-Drahtlosprotokolls, wie WirelessHART, oder irgendeines anderen geeigneten Drahtloskommunikationsprotokolls. Die Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** und eine feste Providervorrichtung **110** können automatisch authentifizieren und eine sichere verschlüsselte Verbindung bilden (z. B. in einer Weise, die zuvor für die Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** und das Datenstudio **109** erörtert wurde). Der Gerätewahrnehmungsdienst kann in einer Ausführungsform herbeiführen, dass eine oder mehrere Anwendungen, die speziell die festen Providervorrichtung **110** betreffen, an der Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** automatisch gestartet werden, wie ein Arbeitsauftrag, eine Diagnose, Analyse oder andere Anwendung.

**[0144]** Ein weiterer beispielhafter Dienst für mobile Kontrollräume kann ein Dienst zur Wahrnehmung von Orten und/oder Zeitplänen sein. In diesem Beispiel kann der Orts- und/oder Zeitplanwahrnehmungsdienst die Position, den Zeitplan, die Kompetenzen und/oder den Arbeitselementfortschritt eines mobilen Arbeiters verfolgen, z. B. basierend auf der authentifizierten Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** des mobilen Arbeiters. Der Orts- und/oder Zeitplanwahrnehmungsdienst auf der Anwen-

dung **102** kann basierend auf der Verfolgung ermöglichen, dass Anlagenkarten, Gerätefotos oder -videos, GPS-Koordinaten und andere Informationen, die dem Ort eines Arbeiters entsprechen, automatisch ermittelt und auf der Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** angezeigt werden, um den mobilen Arbeiter in Navigation und Geräteidentifizierung zu unterstützen. Ein mobiler Arbeiter hat möglicherweise zusätzlich oder alternativ spezielle Kompetenzen, so dass der Orts- und Zeitplanwahrnehmungsdienst das Erscheinungsbild des Dashboards **232** des Arbeiters auf Grundlage der Kompetenzen und/oder dem Ort der Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** automatisch benutzerspezifisch anpassen kann. In einem anderen Szenarium kann der Orts- und/oder Zeitplanwahrnehmungsdienst den mobilen Arbeiter in Echtzeit über ein neu erstelltes Arbeitselement informieren, das ein Geräteteil in seiner Nähe betrifft und um das sich der mobile Arbeiter qualifiziert kümmern kann. In einem weiteren Szenarium kann der Orts- und/oder Zeitplanwahrnehmungsdienst dazu führen, dass eine oder mehrere Anwendungen, die speziell den Ort und/oder die Kompetenz des mobilen Arbeiters betreffen, auf der Benutzerschnittstellenvorrichtung **112** automatisch gestartet werden.

**[0145]** Ein weiterer beispielhafter Dienst für mobile Kontrollräume kann ein Zusammenarbeitsdienst für mobile Arbeiter sein. Der Zusammenarbeitsdienst für mobile Arbeiter kann ermöglichen, dass eine sichere Zusammenarbeitsitzung zwischen mindestens zwei Benutzerschnittstellenvorrichtungen **112** eingerichtet wird. Die sichere Zusammenarbeitsitzung kann in einer Ausführungsform automatisch eingerichtet werden, wenn zwei Vorrichtungen **112** sich einander nähern und einander wahrnehmen, z. B. durch Verwendung eines Drahtlosprotokolls, wie bereits in Bezug auf den Gerätewahrnehmungsdienst erörtert wurde. Nachdem die Sitzung eingerichtet ist, kann eine Synchronisation der Daten zwischen den Benutzerschnittstellenvorrichtungen **112** während einer Zusammenarbeitsitzung durchgeführt werden.

**[0146]** Ein weiterer beispielhafter Dienst für mobile Kontrollräume kann ein Synchronisationsdienst für mobile Arbeiteranwendungen sein. Mithilfe dieses Dienstes kann ein mobiler Arbeiter seine Arbeit zwischen verschiedenen Hardwareplattformen verschieben (z. B. einer Mobilvorrichtung, einer Arbeitsstation, einer Heimarbeitsrechneranwendung, einem Tablet und dergleichen), während der Status seiner Arbeit in verschiedenen Anwendungen gehalten wird. Anwendungssynchronisation kann in einer Ausführungsform automatisch durchgeführt werden, wenn zwei unterschiedliche Hardwareplattformvorrichtungen **112** sich einander nähern und einander wahrnehmen, z. B. über ein Drahtlosprotokoll, wie bereits in Bezug auf den Gerätewahrnehmungsdienst erörtert wurde. Ein mobiler Arbeiter kann beispielsweise einfach sein Tablet in die Nähe eines Desktop-Computers im Büro

bringen, um nahtlos dort weiterzuarbeiten, wo er im Feld begonnen hat.

**[0147]** Es sind natürlich andere Dienste für mobile Kontrollräume zusätzlich zu den hier bereits erörterten möglich, und diese können durch das Prozesssteuerungssystem-Großdatenanwendungsnetzwerk **100** unterstützt werden.

**[0148]** Ausführungsformen der in der vorliegenden Offenbarung beschriebenen Techniken können jegliche Anzahl der folgenden Aspekte allein oder in Kombination einschließen:

1. Ein System zum Unterstützen von Großdaten in einer Prozesssteuerungsanlage, umfassend einen unitären logischen Datenspeicherbereich, der eine oder mehrere Datenspeichervorrichtungen einschließt, die konfiguriert sind, um unter Verwendung eines gemeinsamen Formats Daten zu speichern, die mindestens einer/m von der Prozessanlage oder einem in der Prozessanlage gesteuerten Prozess entsprechen, wobei die Daten mehrere Datentypen und ein Set von Datentypen einschließen, das Konfigurationsdaten, fortlaufende Daten und Ereignisdaten einschließt, die dem Prozess entsprechen. Das System kann ferner eine oder mehrere Datenempfängerrechnenvorrichtungen umfassen, die konfiguriert sind, um die Daten von einer oder mehreren anderen Vorrichtungen zu empfangen und herbeizuführen, dass die Daten in dem unitären logischen Datenspeicherbereich gespeichert werden.
2. Das System nach dem vorherigen Aspekt, wobei die Daten Zeitreihendaten einschließen.
3. Das System nach einem der vorherigen Aspekte, wobei der Dateneintrag der Zeitreihendaten, die in dem unitären logischen Datenspeicherbereich gespeichert werden, einen Inhalt und einen Zeitstempel einschließt, wobei der Zeitstempel eine Zeit der Generierung des Inhalts des Dateneintrags anzeigt.
4. Das System nach einem der vorherigen Aspekte, wobei der unitäre logische Datenspeicherbereich ferner konfiguriert ist, um Metadaten zu speichern, die den Daten entsprechen.
5. Das System nach einem der vorherigen Aspekte, wobei die Daten unter Verwendung eines gemeinsamen strukturierten Formats gespeichert werden, und wobei die Metadaten unter Verwendung eines unstrukturierten Formats gespeichert werden.
6. Das System nach einem der vorherigen Aspekte, wobei die Daten ferner mindestens eines der Folgenden einschließen: Daten, die die Integrität einer in die Prozessanlage eingeschlossenen Maschine zeigen, Daten die die Integrität eines speziellen, in die Prozessanlage eingeschlossenen Geräteteils anzeigen, Daten, die die Integrität einer speziellen, in die Prozessanlage eingeschlosse-

nen Vorrichtung anzeigen, oder Daten, die einem Parameter entsprechen, der mit der Sicherheit der Prozessanlage zusammenhängt.

7. Das System nach einem der vorherigen Aspekte, wobei die Daten ferner mindestens eine der Folgenden einschließen: Daten, die eine Benutzereingabe beschreiben, die an einem der einen oder mehreren Vorrichtungen eingegeben wurde; Daten, die ein Kommunikationsnetzwerk der Prozessanlage beschreiben; Daten, die von einem Rechensystem außerhalb der Prozessanlage empfangen wurden; oder Daten, die von einer anderen Prozessanlage empfangen wurden.

8. Das System nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Daten, die das Kommunikationsnetzwerk der Prozessanlage beschreiben, Daten umfassen, die mindestens eine von einer Leistung, einer Ressource oder einer Konfiguration des Kommunikationsnetzwerks beschreiben.

9. Das System nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die eine oder mehreren Datenspeichervorrichtungen in mindestens eines von einer Datenbank, einem RAID-Speichersystem, einem Cloud-Datenspeichersystem, einem verteilten Dateisystem oder anderem Massendatenspeichersystem eingeschlossen sind.

10. Das System nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei mindestens der Teil der Daten unter Verwendung eines Streaming-Dienstes, der von mindestens einem der einen oder der mehreren anderen Vorrichtungen gehostet wird, gestreamt wird, und wobei der unitäre logische Datenspeicherbereich oder mindestens einer oder mehrere Datenempfängerrechnenvorrichtungen ein Abonnent des Streaming-Dienstes ist.

11. Das System nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die eine oder mehreren anderen Vorrichtungen einschließen: eine Feldvorrichtung und einen Controller, die kommunikativ gekoppelt sind, um einen Prozess in der Prozessanlage zu steuern, und mindestens eine Benutzerschnittstellenvorrichtung oder eine Netzwerkmanagementvorrichtung.

12. Das System nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei herbeigeführt wird, dass alle Daten, die durch mindestens eine der einen oder mehreren anderen Vorrichtungen generiert und davon empfangen wurden, in dem unitären logischen Datenspeicherbereich gespeichert werden.

13. Das System nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei das System ferner ein Set von Anforderungsdienstleisterrechnenvorrichtungen umfasst, die konfiguriert sind, um einen oder mehrere Dienste durchzuführen, die mindestens einen Teil der in dem unitären logischen Datenspeicherbereich gespeicherten Daten verwenden, wobei der eine oder die mehreren Dienste eine rechenintensive Analyse einschließen.

14. Das System nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die mindestens eine Datenemp-

fängerrechenvorrichtung und die mindestens eine Anforderungsdienstleisterrechenvorrichtung eine integrale Rechenvorrichtung sind.

15. Das System nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei mindestens eine der Anforderungsdienstleisterrechenvorrichtungen ferner konfiguriert ist, um basierend auf einer Ausführung der rechenintensiven Analyse eine Änderung einer in die Prozessanlage eingeschlossenen konfigurierten Entität zu ermitteln.

16. Das System nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die mindestens eine der Anforderungsdienstleisterrechenvorrichtungen ferner auf mindestens eines von: (i) Präsentieren der bestimmten Änderung auf einer Benutzerschnittstelle, oder (ii) automatisches Anwenden der Änderung auf die konfigurierte Entität konfiguriert ist.

17. Das System nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei der eine oder die mehreren Dienste ferner einen Dienst einschließen, um ein Set von Definitionen zu generieren, die einem Set von Entitäten entsprechen, die in einer Laufzeitumgebung der Prozessanlage instanziiert werden können.

18. Das System nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei das Set der Entitäten mindestens eine(s) der Folgenden einschließt: eine konfigurierbare Vorrichtung, eine Diagnostikanwendung, eine Displayanzeigeanwendung, ein Steuermodell oder eine Steueranwendung.

19. Das System nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei das Set der Definitionen in einer offline-Umgebung der Prozessanlage generiert wird, und wobei das System ferner ein Set von Skripten umfasst, um mindestens eine Definition, die in den Set von Definitionen eingeschlossen ist, zu transformieren und die transformierte mindestens eine Definition in die Laufzeitumgebung der Prozessanlage zu laden.

20. Das System nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die mindestens eine Definition in der offline-Umgebung in Reaktion auf eine Benutzereingabe generiert wird.

21. Das System nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die mindestens eine Definition in der offline-Umgebung automatisch generiert wird.

22. Das System nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei der mindestens eine des einen oder der mehreren Dienste ein Webdienst ist.

23. Ein Verfahren zum Unterstützen von Großdaten in einer Prozesssteuerungsanlage, das durch irgendeines der Systeme nach irgendeinem der hier beschriebenen Aspekte ausgeführt wird. Das Verfahren kann das Empfangen von Daten, die mindestens einer der Prozesssteuerungsanlage oder einem durch die Prozesssteuerungsanlage gesteuerten Prozess entsprechen, an einer oder mehreren Datenempfängerrechenvorrichtungen und das Herbeiführen des Speicherns der empfangenen Daten unter Verwendung ei-

nes gemeinsamen Formats in einem unitären logischen Datenspeicherbereich einschließen, wobei der unitäre logische Datenspeicherbereich eine oder mehrere Datenspeichervorrichtungen einschließt, die konfiguriert sind, um mehrere Typen von Daten unter Verwendung eines gemeinsamen Formats und ein Set von Typen von Daten einschließlich Konfigurationsdaten, fortlaufenden Daten und Ereignisdaten zu speichern, die dem Prozess entsprechen.

24. Das Verfahren nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei das Empfangen der Daten das Empfangen von mindestens einem Teil der Daten unter Verwendung eines Streaming-Dienstes umfasst.

25. Das Verfahren nach einem der vorhergehenden Aspekte, das ferner das Abonnieren des Streaming-Dienstes umfasst.

26. Das Verfahren nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei das Empfangen der Daten das Empfangen der Daten von einer oder mehreren anderen Vorrichtungen umfasst, die in die Prozessanlage eingeschlossen sind, wobei die eine oder mehreren anderen Vorrichtungen einen Controller in kommunikativer Verbindung mit einem Feldvorrichtung einschließt/einschließen, um den Prozess zu steuern.

27. Das Verfahren nach einem der vorhergehenden Aspekte, das ferner das Herbeiführen der Durchführung eines Dienstes unter Verwendung von mindestens einem Teil der Daten umfasst, die in dem unitären logischen Datenspeicherbereich gespeichert sind.

28. Das Verfahren nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei das Herbeiführen des durchzuführenden Dienstes das Herbeiführen des Durchführens einer rechenintensiven Analyse umfasst.

29. Das Verfahren nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei das Herbeiführen der rechenintensiven Analyse das Herbeiführen der rechenintensiven Analyse in Reaktion auf eine Benutzeranforderung umfasst.

30. Das Verfahren nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei das Herbeiführen der rechenintensiven Analyse das Auswählen und Herbeiführen der rechenintensiven Analyse in automatischer Weise durch das System umfasst.

31. Das Verfahren nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei der mindestens eine Teil der Daten, der in dem unitären logischen Datenspeicherbereich gespeichert ist, ein erstes Set von Daten ist, und das Verfahren ferner das Generieren eines zweiten Sets von Daten bezogen auf einer Ausführung der rechenintensiven Analyse mit dem ersten Set von Daten umfasst.

32. Das Verfahren nach einem der vorhergehenden Aspekte, das ferner das Speichern des zweiten Sets von Daten in dem unitären logischen Datenspeicherbereich umfasst.

33. Das Verfahren nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei das Speichern des zweiten Sets von Daten das Speichern von mindestens einem der Folgenden umfasst: einer Displaykomponentendefinition, einer Bindungsdefinition, einer Prozessmodelldefinition, einer Datendefinition, einer Datenbeziehung oder einer Definition einer anderen rechenintensiven Analyse.

34. Ein oder mehrere materielle, nicht-vorübergehende, computerlesbare Speichermedien, die darauf computerausführbare Anwendungen speichern, die bei Ausführung durch einen Prozessor das Verfahren nach irgendeinem der vorhergehenden Aspekte ausführen.

35. Ein System, dass irgendeine Anzahl der vorhergehenden Aspekte umfasst. Das System kann ein Prozesssteuerungssystem sein und ferner einschließen: einen Controller, der konfiguriert ist, um einen Prozess in dem Prozesssteuerungssystem zu steuern; eine Feldvorrichtung, die kommunikativ mit dem Controller verbunden ist, wobei die Feldvorrichtung konfiguriert ist, um eine physische Funktion zur Steuerung des Prozesses in dem Prozesssteuerungssystem durchzuführen, und die Feldvorrichtung, die konfiguriert ist, um zu dem Controller Echtzeitdaten oder diese von ihm zu empfangen, die der physischen Funktion entsprechen; und einen Prozesssteuerungssystem-Großdatenapparat. Der Prozesssteuerungssystem-Großdatenapparat kann einschließen: einen unitären logischen Datenspeicherbereich, der ein oder mehrere Datenspeichervorrichtungen einschließt, die konfiguriert sind, um unter Verwendung eines gemeinsamen Formats Konfigurationsdaten, die dem Controller entsprechen, und die Echtzeitdaten zu speichern; und eine oder mehrere Datenempfängerrechenvorrichtungen, um die Echtzeitdaten zu empfangen und herbeizuführen, dass die empfangenen Daten in dem unitären logischen Datenspeicherbereich gespeichert werden. Der Controller kann ein erster Knoten eines Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerks sein, und der Prozesssteuerungssystem-Großdatenapparat kann ein zweiter Knoten des Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerks sein.

36. Das System nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei das Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerk mindestens eines von einem verdrahteten Kommunikationsnetzwerk oder einem drahtlosen Kommunikationsnetzwerk einschließt.

37. Das System nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei das Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerk mindestens teilweise ein Ad-hoc-Netzwerk ist.

38. Das System nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei das Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerk ein erstes Kommunikationsnetzwerk ist, und wobei die Feldvorrichtung

kommunikativ über ein zweites Kommunikationsnetzwerk mit dem Controller verbunden ist, welches sich von dem ersten Kommunikationsnetzwerk unterscheidet.

39. Das System nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei das Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerk ferner einen oder mehrere andere Knoten einschließt, wobei der eine oder die mehreren anderen Knoten mindestens eins der Folgenden einschließen: eine Benutzerschnittstellenvorrichtung, eine Gateway-Vorrichtung, einen Zugangspunkt, eine Routing-Vorrichtung, eine Netzwerkmanagementvorrichtung oder eine Eingangs-/Ausgangskarte (E/A-Karte), gekoppelt an den Controller oder an einen anderen Controller.

40. Das System nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei der Controller so konfiguriert ist, dass er die Echtzeitdaten cacht, und wobei eine Angabe einer Identität der Echtzeitdaten aus einer Konfiguration des Controllers ausgeschlossen ist.

41. Das System nach einem der vorhergehenden Aspekte, das ferner eine Prozesssteuerungssystem-Großdatenbenutzerschnittstelle umfasst, die konfiguriert ist, um es einem Benutzer ermöglicht, über eine Benutzerschnittstellenvorrichtung mindestens eine Benutzeraktion aus einem Set von Benutzeraktionen durchzuführen, welche einschließen: Anzeigen von mindestens einem Teil der in dem unitären logischen Großdatenspeicherbereich gespeicherten Daten; Anfordern der Durchführung eines Dienstes, wobei der Dienst mindestens den Teil der in dem unitären logischen Großdatenspeicherbereich gespeicherten Daten benötigt; Anzeigen eines Ergebnisses einer Leistung des Dienstes; Konfigurieren einer in das Prozesssteuerungssystem eingeschlossenen Entität; Herbeiführen der Instanziierung der Entität in dem Prozesssteuerungssystem; und Konfigurieren eines zusätzlichen Dienstes. Die Benutzerschnittstelle kann ein dritter Knoten des Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerks sein.

42. Das System nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Prozesssteuerungssystem-Großdatenbenutzerschnittstelle konfiguriert ist, um mindestens einen von dem Anwender oder der Benutzerschnittstellenvorrichtung zu authentifizieren, und wobei eine oder mehrere Benutzeraktionen, die in dem Set von Benutzeraktionen eingeschlossen sind, dem Benutzer zur Auswahl auf Grundlage der Authentifizierung verfügbar gemacht werden.

**[0149]** Bei Implementierung in Software können jedwede der hier beschriebenen Anwendungen, Dienste und Engines in beliebigem materiellen, nicht-vorübergehenden, computerlesbaren Speicher gespeichert sein, wie auf einer magnetischen Platte, einer Laserdisk, Festkörperspeichervorrichtung, einer molekularen Speichervorrichtung oder anderem Spei-

chermedium, in einem RAM oder ROM eines Computers oder Prozessors, usw. Obwohl die hier offenbarten Beispielsysteme so offenbart sind, dass sie unter anderen Komponenten Software und/oder Firmware einschließen, die auf Hardware ausgeführt werden, ist zu beachten, dass derartige Systeme lediglich als illustrierend und nicht als einschränkend angesehen werden sollten. Es ist beispielsweise vorgesehen, dass beliebige oder alle dieser Hardware-, Software- und Firmwarekomponenten ausschließlich in Hardware, ausschließlich in Software oder in irgendwelcher Kombination von Hardware und Software verkörpert sein können. Obwohl die hier beschriebenen Beispielsysteme demnach als in Software implementiert beschrieben sind, die auf einem Prozessor von einer oder mehreren Rechenvorrichtungen läuft, werden Fachleute leicht erkennen, dass die gegebenen Beispiele nicht den einzigen Weg zur Implementierung derartiger Systeme darstellen.

**[0150]** Während die vorliegende Erfindung daher unter Bezugnahme auf bestimmte Beispiele beschrieben worden ist, die nur als illustrierend und nicht als die Erfindung einschränkend gedacht sind, ist es für Fachleute offensichtlich, dass an den offenbarten Ausführungsformen Änderungen, Zusätze oder Löschungen vorgenommen werden können, ohne von der Idee und dem Umfang der Erfindung abzuweichen.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Nicht-Patentliteratur**

- IEE 802.11-konforme [0054]
- IEEE 802.11-konformen [0143]

**Patentansprüche**

1. System zum Unterstützen von Großdaten in einer Prozesssteuerungsanlage, umfassend:  
einen unitären logischen Datenspeicherbereich, der eine oder mehrere Datenspeichervorrichtungen einschließt, die konfiguriert sind, um unter Verwendung eines gemeinsamen Formats Daten zu speichern, die mindestens einer von der Prozessanlage oder einem in der Prozessanlage gesteuerten Prozess entsprechen, wobei die Daten mehrere Datentypen und ein Set von Datentypen einschließen, das Konfigurationsdaten, fortlaufende Daten und Ereignisdaten einschließt, die dem Prozess entsprechen; und  
eine oder mehrere Datenempfängerrechenvorrichtungen, die konfiguriert sind, um die Daten von einer oder mehreren anderen Vorrichtungen zu empfangen und herbeizuführen, dass die Daten in dem unitären logischen Datenspeicherbereich gespeichert werden.

2. System nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Daten Zeitreihendaten einschließen, wobei vorzugsweise der Dateneintrag der Zeitreihendaten, die in dem unitären logischen Datenspeicherbereich gespeichert werden, einen Inhalt und einen Zeitstempel einschließt, wobei der Zeitstempel eine Zeit der Generierung des Inhalts der Dateneingabe angibt.

3. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der unitäre logische Datenspeicherbereich ferner konfiguriert ist, um Metadaten zu speichern, die den Daten entsprechen, wobei vorzugsweise die Daten unter Verwendung eines gemeinsamen strukturierten Formats gespeichert werden, und wobei die Metadaten vorzugsweise unter Verwendung eines unstrukturierten Formats gespeichert werden.

4. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Daten ferner mindestens eines der Folgenden einschließen:  
Daten, die die Integrität einer in die Prozessanlage eingeschlossenen Maschine angeben,  
Daten, die die Integrität eines speziellen in die Prozessanlage eingeschlossenen Geräteteils angeben,  
Daten, die die Integrität eines speziellen in die Prozessanlage eingeschlossenen Geräts angeben, oder  
Daten, die einem Parameter entsprechen, der mit der Sicherheit der Prozessanlage verknüpft ist und/oder wobei die Daten ferner mindestens eines der Folgenden einschließen:  
Daten, die eine Benutzereingabe beschreiben, die an einer der einen oder der mehreren anderen Vorrichtungen eingegeben worden ist;  
Daten, die ein Kommunikationsnetzwerk der Prozessanlage beschreiben;  
Daten, die von einem Rechensystem empfangen wurden, das sich außerhalb der Prozessanlage befindet; oder

Daten, die von einer anderen Prozessanlage empfangen wurden,  
wobei vorzugsweise die Daten, die das Kommunikationsnetzwerk der Prozessanlage beschreiben, Daten umfassen, die mindestens eine von einer Leistung, einer Ressource oder einer Konfiguration des Kommunikationsnetzwerks beschreiben.

5. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die eine oder mehreren Datenspeichervorrichtungen in mindestens eines von einer Datenbank, einem RAID-Speichersystem, einem Cloud-Datenspeichersystem, einem verteilten Dateisystem oder anderem Massendatenspeichersystem eingeschlossen sind.

6. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens der Teil der Daten unter Verwendung eines Streaming-Dienstes, der von mindestens einer der einen oder mehreren anderen Vorrichtungen gehostet wird, gestreamt wird, und wobei der unitäre logische Datenspeicherbereich oder mindestens eine oder mehrere Datenempfängerrechenvorrichtungen ein Abonnent des Streaming-Dienstes ist.

7. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die eine oder mehreren anderen Vorrichtungen einschließen:  
eine Feldvorrichtung und einen Controller, die kommunikativ gekoppelt sind, um einen Prozess in der Prozessanlage zu steuern, und  
mindestens eine von einer Benutzerschnittstellenvorrichtung oder einer Netzwerkmanagementvorrichtung.

8. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei herbeigeführt wird, dass alle Daten, die durch mindestens eine der einen oder mehreren anderen Vorrichtungen generiert und davon empfangen wurden, in dem unitären logischen Datenspeicherbereich gespeichert werden.

9. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das System ferner ein Set von Anforderungsdienstleisterrechenvorrichtungen umfasst, die konfiguriert sind, um einen oder mehrere Dienste, vorzugsweise einen Netzdienst unter Verwendung von mindestens einem Teil der in dem unitären logischen Datenspeicherbereich gespeicherten Daten durchzuführen, wobei der eine oder die mehreren Dienste eine rechenintensive Analyse einschließen, wobei vorzugsweise die mindestens eine Datenempfängerrechenvorrichtung und die mindestens eine Anforderungsdienstleisterrechenvorrichtung eine integrale Rechenvorrichtung sind, und/oder wobei vorzugsweise mindestens eine der Anforderungsdienstleisterrechenvorrichtungen ferner konfiguriert ist, um basierend auf einer Ausführung der rechenintensiven Analyse eine Änderung einer in die



Prozessanlage eingeschlossenen konfigurierten Entität zu bestimmen, wobei besonders bevorzugt die mindestens eine der Anforderungsdienstleisterrechnenvorrichtungen ferner auf mindestens eines von

- (i) Präsentieren der bestimmten Änderung auf einer Benutzerschnittstelle, oder
- (ii) automatisches Anwenden der Änderung auf die konfigurierte Entität konfiguriert ist.

10. System nach Anspruch 9, wobei der eine oder die mehreren Dienste ferner einen Dienst einschließen, um ein Set von Definitionen zu generieren, die einem Set von Entitäten entsprechen, die in einer Laufzeitumgebung der Prozessanlage instanziiert werden können, wobei vorzugsweise das Set der Entitäten mindestens eine der Folgenden einschließt: eine konfigurierbare Vorrichtung, eine diagnostische Anwendung, eine Displayanzeigeanwendung, ein Steuermodell oder eine Steueranwendung.

11. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 9, wobei ein/das Set der Definitionen in einer offline-Umgebung der Prozessanlage generiert wird, und wobei das System ferner ein Set von Skripten umfasst, um mindestens eine Definition, die in das Set der Definitionen eingeschlossen ist, zu transformieren und die transformierte mindestens eine Definition in die Laufzeitumgebung der Prozessanlage zu laden, wobei besonders bevorzugt die mindestens eine Definition in der offline-Umgebung in Reaktion auf eine Benutzereingabe generiert wird oder wobei die mindestens eine Definition in der offline-Umgebung automatisch generiert wird.

12. Verfahren zum Unterstützen von Großdaten in einer Prozesssteuerungsanlage, umfassend: Empfangen von Daten, die mindestens einer von der Prozesssteuerungsanlage oder einem durch die Prozesssteuerungsanlage gesteuerten Prozess entsprechen, in einer oder mehreren Datenempfangsrechnenvorrichtungen; und Herbeiführen der Speicherung der empfangenen Daten unter Verwendung eines gemeinsamen Formats in einem unitären logischen Datenspeicherbereich, wobei der unitäre logische Datenspeicherbereich ein oder mehrere Datenspeichervorrichtungen, die konfiguriert sind, um mehrere Typen von Daten unter Verwendung eines gemeinsamen Formats zu speichern, und ein Set von Typen von Daten einschließt, die Konfigurationsdaten, fortlaufende Daten und Ereignisdaten einschließen, die dem Prozess entsprechen.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das Empfangen der Daten das Empfangen von mindestens einem Teil der Daten unter Verwendung eines Streaming-Dienstes umfasst, vorzugsweise fer-

ner das Abonnieren des Streaming-Dienstes umfasst.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 13, wobei das Empfangen der Daten das Empfangen der Daten von einer oder mehreren anderen Vorrichtungen umfasst, die in die Prozessanlage eingeschlossen sind, wobei die eine oder mehreren anderen Vorrichtungen einen Controller in kommunikativer Verbindung mit einer Feldvorrichtung einschließt, um den Prozess zu steuern.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, insbesondere nach Anspruch 12, das ferner das Herbeiführen der Durchführung eines Dienstes unter Verwendung von mindestens einem Teil der Daten umfasst, die in dem unitären logischen Datenspeicherbereich gespeichert sind, wobei vorzugsweise das Herbeiführen des durchzuführenden Dienstes das Herbeiführen des Durchführens einer rechenintensiven Analyse umfasst, wobei besonders bevorzugt das Herbeiführen der rechenintensiven Analyse das Herbeiführen der rechenintensiven Analyse in Reaktion auf eine Benutzeranforderung umfasst oder das Auswählen und Herbeiführen der rechenintensiven Analyse in automatischer Weise durch das System umfasst und/oder wobei der mindestens eine Teil der Daten, der in dem unitären logischen Datenspeicherbereich gespeichert ist, ein erstes Set von Daten ist, und das Verfahren ferner das Generieren eines zweiten Sets von Daten bezogen auf eine Ausführung der rechenintensiven Analyse mit dem ersten Set von Daten umfasst sowie vorzugsweise ferner das Speichern des zweiten Sets von Daten in dem unitären logischen Datenspeicherbereich umfasst, wobei besonders bevorzugt das Speichern des zweiten Sets von Daten das Speichern von mindestens einem der Folgenden umfasst: einer Displaykomponentendefinition, einer Bindungsdefinition, einer Prozessmodelldefinition, einer Datendefinition, einer Datenbeziehung oder einer Definition einer anderen rechenintensiven Analyse.

16. Prozesssteuerungssystem, umfassend: einen Controller, der konfiguriert ist, um einen Prozess in dem Prozesssteuerungssystem zu steuern; eine Feldvorrichtung, die kommunikativ mit dem Controller verbunden ist, wobei die Feldvorrichtung konfiguriert ist, um eine physische Funktion durchzuführen, um den Prozess in dem Prozesssteuerungssystem zu steuern, und wobei die Feldvorrichtung konfiguriert ist, um Echtzeitdaten an den Controller zu übertragen oder von diesem zu empfangen, die der physischen Funktion entsprechen; und einen Prozesssteuerungssystem-Großdatenapparat, wobei der Prozesssteuerungssystem-Großdatenapparat einschließt:

einen unitären logischen Datenspeicherbereich, der eine oder mehrere Datenspeichervorrichtungen einschließt, die konfiguriert sind, um unter Verwendung eines gemeinsamen Formats die Echtzeitdaten und Konfigurationsdaten zu speichern, die dem Controller entsprechen, und

einen oder mehrere Datenempfängerrechnervorrichtungen, um die Echtzeitdaten zu empfangen und herbeizuführen, dass die empfangenen Daten in dem unitären logischen Datenspeicherbereich gespeichert werden;

wobei der Controller ein erster Knoten eines Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerks ist, wobei vorzugsweise das Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerk mindestens teilweise ein Ad-hoc-Netzwerk ist, und der Prozesssteuerungssystem-Großdatenapparat ein zweiter Knoten des Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerks ist.

17. Prozesssteuerungssystem nach Anspruch 16, wobei das Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerk mindestens eines von einem verdrahteten Kommunikationsnetzwerk oder einem drahtlosen Kommunikationsnetzwerk einschließt,

wobei vorzugsweise das Prozesssteuerungs-Großdatennetzwerk ein erstes Kommunikationsnetzwerk ist, und wobei die Feldvorrichtung kommunikativ über ein zweites Kommunikationsnetzwerk mit dem Controller verbunden ist, welches sich von dem ersten Kommunikationsnetzwerk unterscheidet und/oder wobei das Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerk vorzugsweise ferner einen oder mehrere andere Knoten einschließt, wobei der eine oder die mehreren anderen Knoten mindestens eins der Folgenden einschließen: eine Benutzerschnittstellenvorrichtung, eine Gateway-Vorrichtung, einen Zugangspunkt, eine Routing-Vorrichtung, eine Netzwerkmanagementvorrichtung oder eine Eingangs-/Ausgangskarte (E/A-Karte), gekoppelt an den Controller oder an einen anderen Controller.

18. Prozesssteuerungssystem nach Anspruch 16 oder 17, wobei der Controller so konfiguriert ist, dass er die Echtzeitdaten cacht, und wobei eine Angabe einer Identität der Echtzeitdaten aus den Konfigurationsdaten ausgeschlossen ist, die dem Controller entsprechen.

19. Prozesssteuerungssystem einem der Ansprüche 16 bis 18, insbesondere nach Anspruch 16, das ferner eine Prozesssteuerungssystem-Großdaten-Benutzerschnittstelle umfasst, die es einem Benutzer ermöglicht, über eine Benutzerschnittstellenvorrichtung mindestens eine Benutzeraktion aus einem Set von Benutzeraktionen durchzuführen, welche einschließen:

Anzeigen mindestens eines Teils der Daten, die in dem unitären logischen Datenspeicherbereich gespeichert sind;

Anfordern des Durchführens eines Dienstes, wobei der Dienst mindestens den Teil der Daten benötigt, die in dem unitären logischen Datenspeicherbereich gespeichert sind;

Anzeigen eines Ergebnisses einer Leistung des Dienstes;

Konfigurieren einer Entität, die in das Prozesssteuerungssystem eingeschlossen ist;

Herbeiführen einer Instanziierung einer konfigurierten Entität in dem Prozesssteuerungssystem und Konfigurieren eines zusätzlichen Dienstes,

wobei die Benutzerschnittstelle ein dritter Knoten des Prozesssteuerungssystem-Großdatennetzwerks ist, wobei vorzugsweise die Prozesssteuerungssystem-Großdaten-Benutzerschnittstelle konfiguriert ist, um mindestens einen der Anwender, der Benutzerschnittstellenvorrichtung oder einer Zugangsanwendung, die auf der Benutzerschnittstellenvorrichtung läuft, zu authentifizieren, und wobei ein oder mehrere Benutzeraktionen, die in den Set der Benutzeraktionen eingeschlossen sind, dem Anwender bezogen auf die Authentifizierung zur Auswahl zugänglich gemacht werden.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

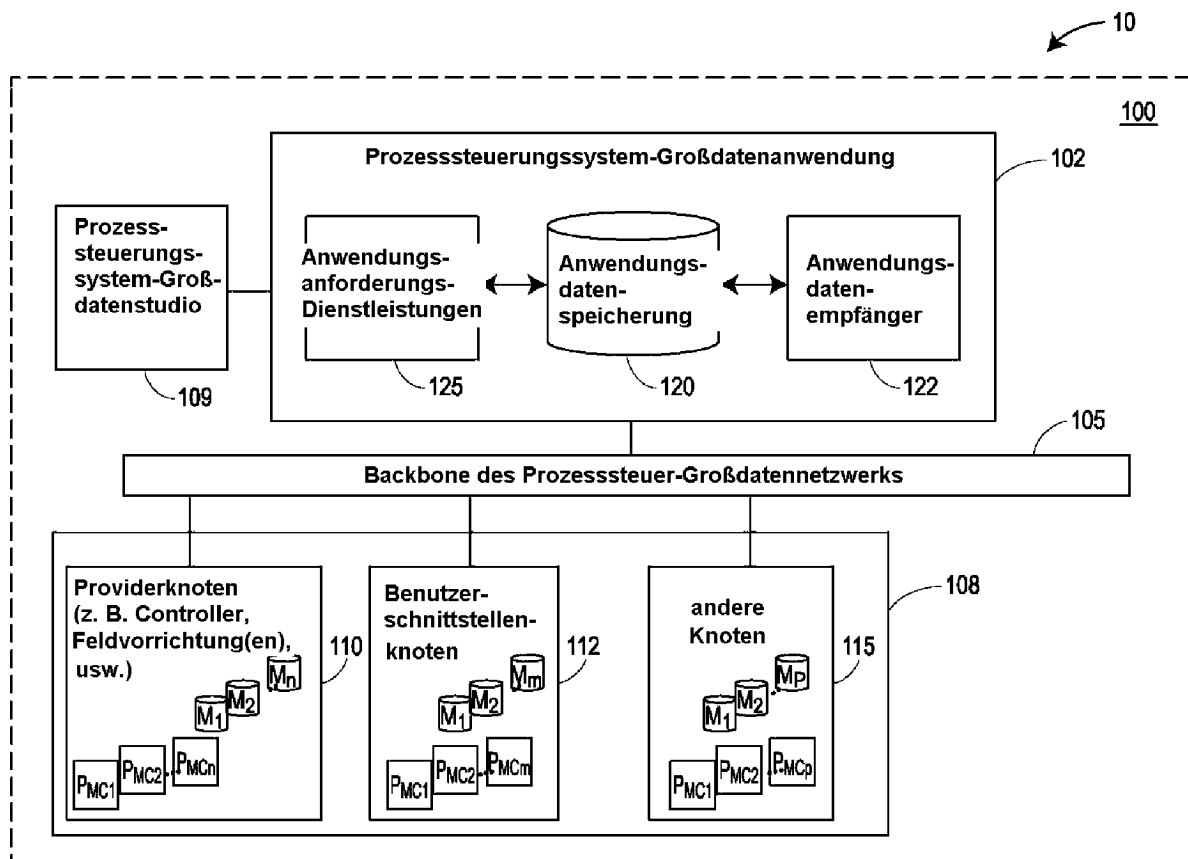
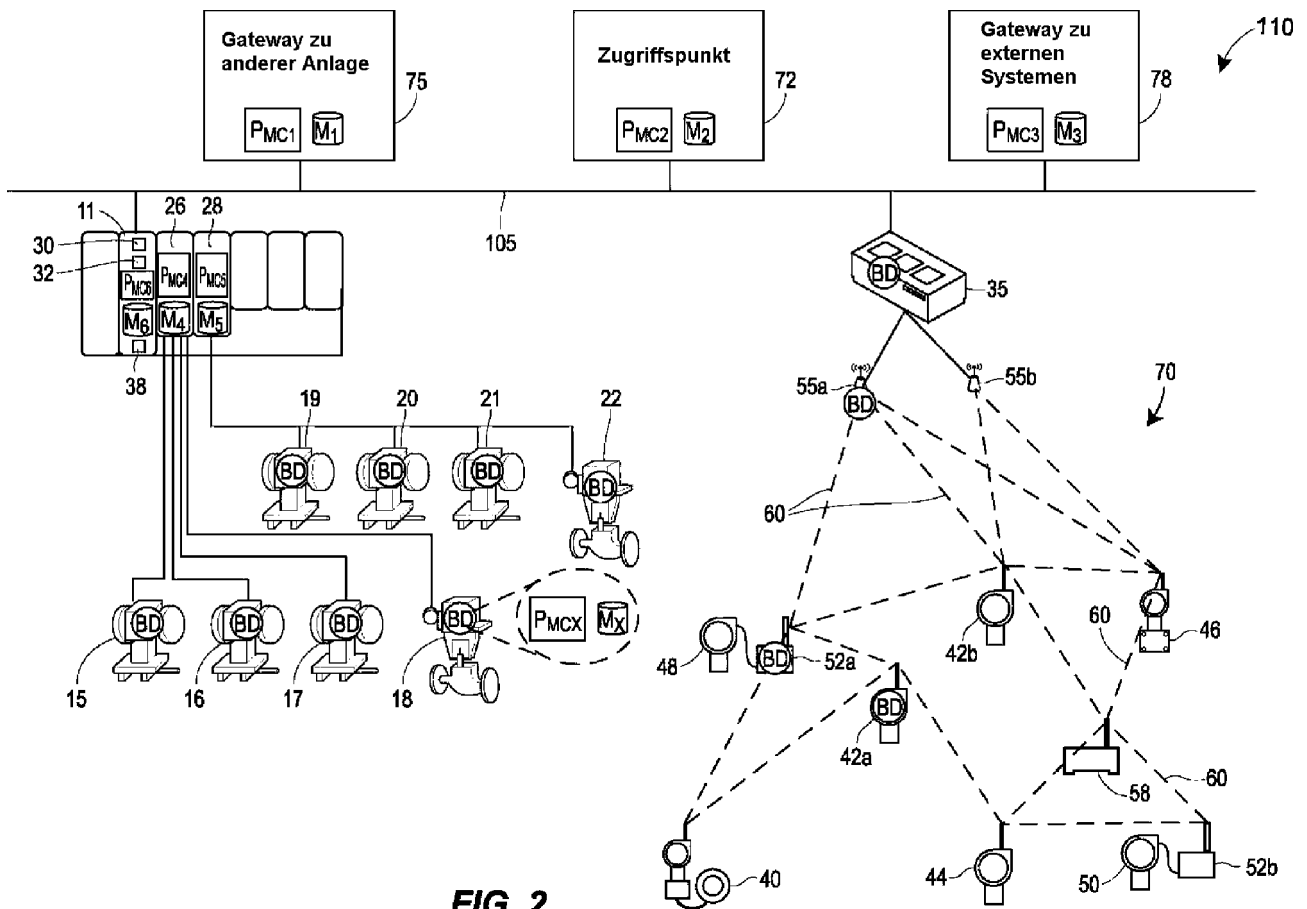
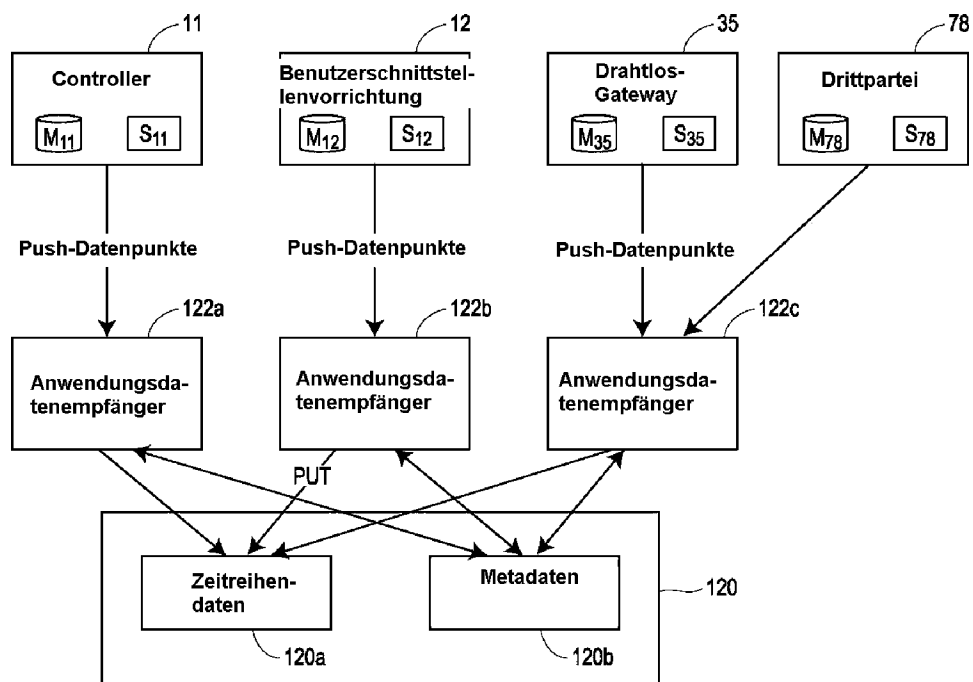
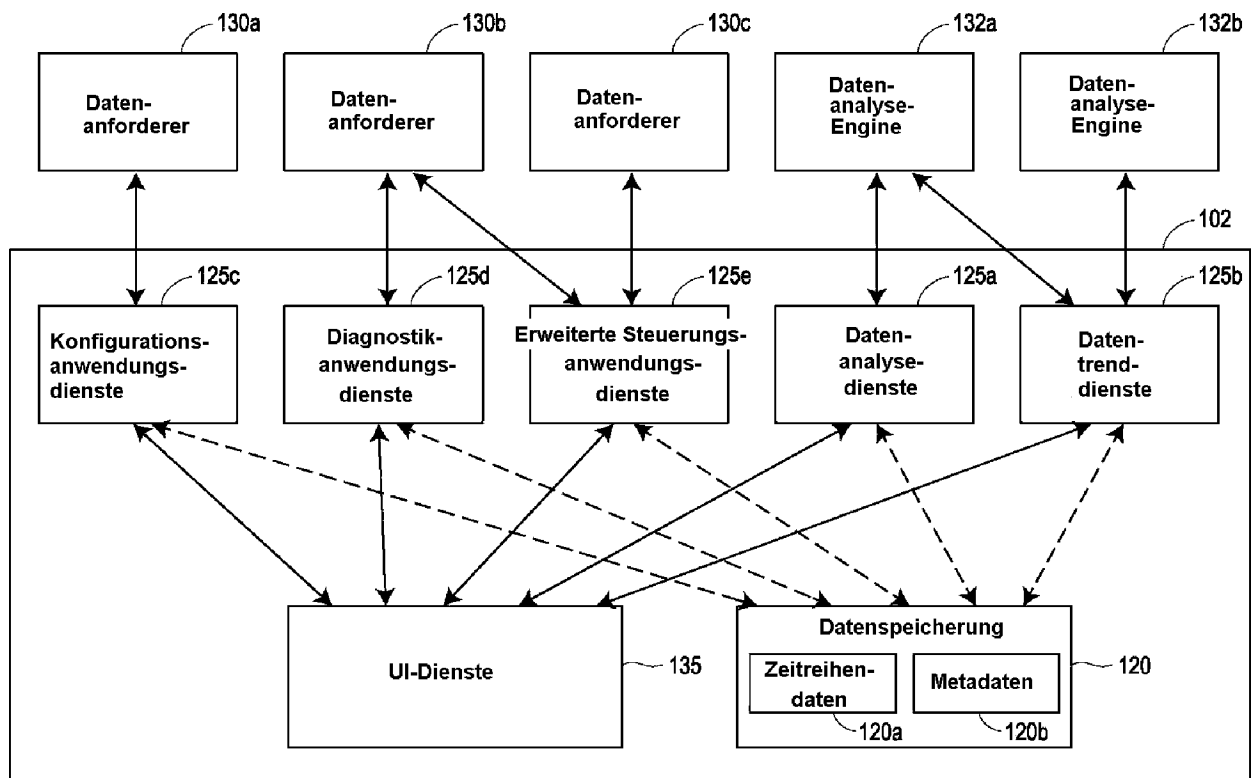


FIG. 1

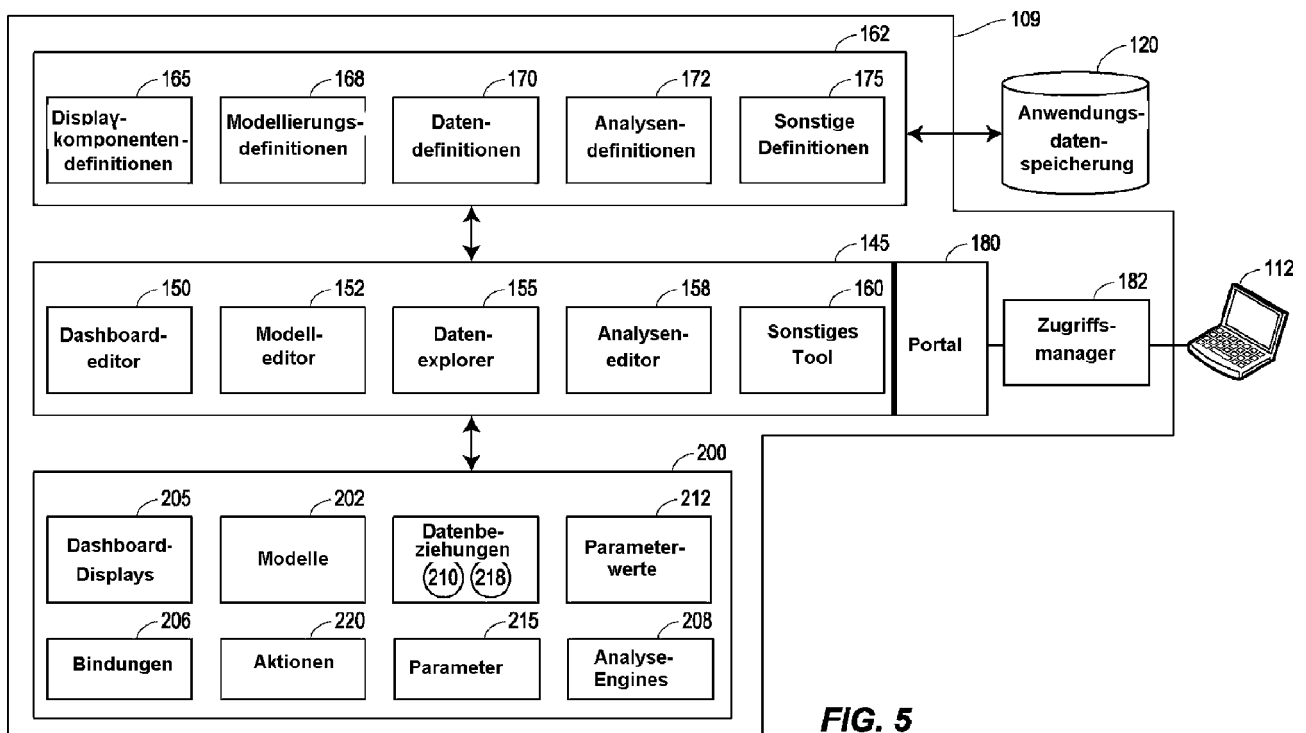




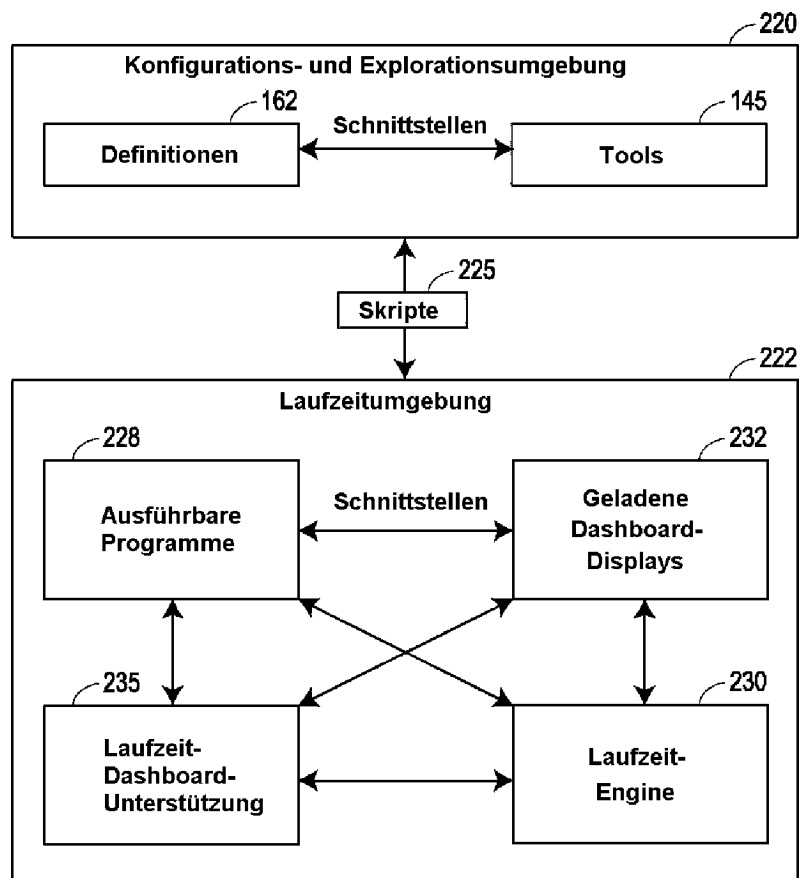
**FIG. 3**



**FIG. 4**

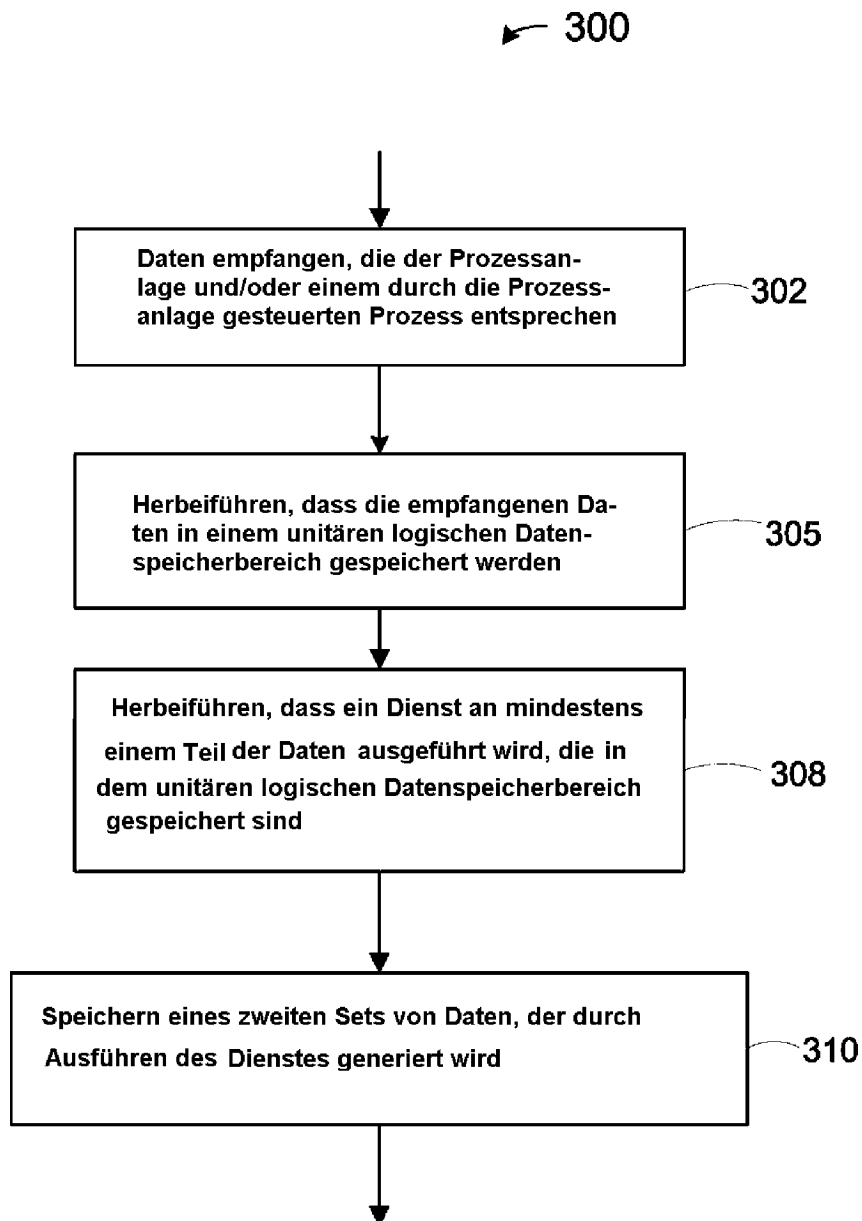


**FIG. 5**



**FIG. 6**





**FIG. 7**