(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2016 004 670 T5** 2018.07.05

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2017/066291**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2016 004 670.7**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2016/056595**
(86) PCT-Anmeldetag: **12.10.2016**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **20.04.2017**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: **05.07.2018**

(51) Int Cl.: ***G05B 19/418*** (2006.01)
H04L 29/08 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
62/240,084 **12.10.2015** **US**

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

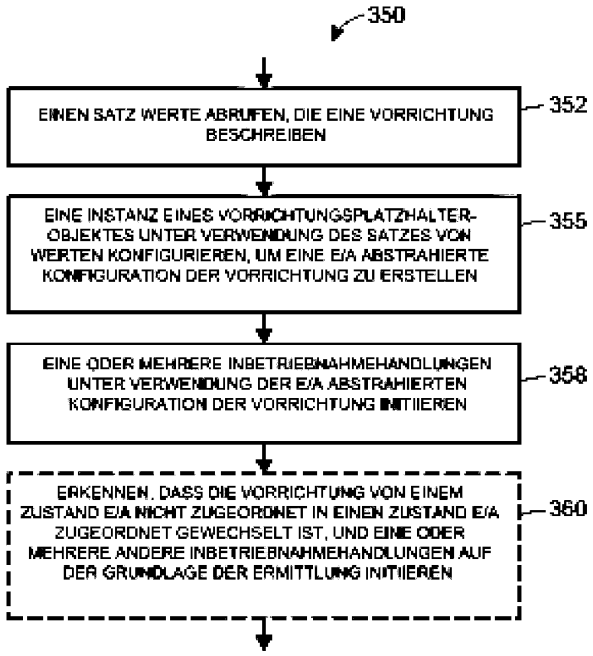
(74) Vertreter:
Meissner Bolte Patentanwälte Rechtsanwälte Partnerschaft mbB, 80538 München, DE

(72) Erfinder:
Jundt, Larry O., Round Rock, Tex., US; Uy, Cristopher Ian S., Valenzuela City, Metro Manila, PH; Colclazier, Deborah R., Round Rock, Tex., US; Diaz, Sergio, Pflugerville, Tex., US; Law, Gary K., Georgetown, Tex., US; Naidoo, Julian K., Cedar Park, Tex., US; Strinden, Daniel R., Austin, Tex., US; Burr, Kent A., Round Rock, Tex., US; Peterson, Neil J., Austin, Tex., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **E/A Abstrahierte Konfigurationen von Feldvorrichtungen**

(57) Zusammenfassung: Eine E/A abstrahierte Konfiguration ist für eine Feldvorrichtung definiert, die noch nicht zur Kommunikation über eine bestimmte E/A-Vorrichtung zugeordnet oder zugewiesen wurde, und die Feldvorrichtung (oder gegebenenfalls Teile des Prozessregelkreises, von dem die Feldvorrichtung ein Teil ist) wird auf der Grundlage von Inhalten dieser E/A abstrahierten Konfiguration in Betrieb genommen. Die E/A abstrahierte Konfiguration der Feldvorrichtung ist in einer Instanz eines Vorrichtungsplatzhalterobjektes gespeichert, wie diese bei mehreren Arten von Vorrichtungen und E/A üblich sein kann. Eine Eigenschaft des Vorrichtungsplatzhalterobjektes kann auf der Grundlage des Wertes sichtbar gemacht werden, der für eine andere Eigenschaft eingegeben wird, und das Vorrichtungsplatzhalterobjekt kann abstrahierte Werte und explizite oder einzelne Werte speichern, die die Feldvorrichtung und deren Verhaltensweisen beschreiben. Nach E/A-Zuordnung oder -Zuweisung können Werte, die in der E/A abstrahierten Konfiguration der Vorrichtung gehalten werden, auf die Bestandskonfiguration der Vorrichtung übertragen oder anderweitig mit dieser synchronisiert werden.



Beschreibung

VERWEIS AUF VERWANDTE ANMELDUNGEN

[0001] Diese Anmeldung beansprucht die Priorität und den Nutzen der US-Anmeldung Nr. 62/240,084 dem Titel „Smart Commissioning of Process Control Plants“, eingereicht am 12. Oktober 2015, deren Offenbarung durch Bezugnahme hierin vollumfänglich aufgenommen ist.

[0002] Diese Anmeldung ist mit US-Anmeldung Nr. 14/605,304 mit dem Titel „Commissioning Field Devices in a Process Control System Supported by Big Data“ verwandt, eingereicht am 26. Januar 2015, und mit US-Patentanmeldung Nr. 15/291,200, zeitgleich hiermit eingereicht und mit dem Titel „Method and System for Commissioning Process Control Hardware“ (Aktenzeichen des Bevollmächtigten 06005-593481), deren Offenbarungen durch Bezugnahme hierin vollumfänglich aufgenommen sind.

TECHNISCHES GEBIET

[0003] Die vorliegende Offenbarung betrifft im Allgemeinen Prozessanlagen und Prozessleitsysteme und insbesondere die intelligente Inbetriebnahme von Feldvorrichtungen und Kreisen von Prozessanlagen und Prozessleitsystemen.

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0004] Verteilte Prozessleitsysteme, wie diejenigen, die in chemischen, mineralöltechnischen, industriellen oder anderen Prozessanlagen verwendet werden, um physikalische Materialien oder Produkte herzustellen, zu veredeln, umzuwandeln, zu erzeugen oder zu produzieren, enthalten üblicherweise eine oder mehrere Prozesssteuerungen, die über analoge, digitale oder eine Kombination analoger/digitaler Busse oder über eine drahtlose Kommunikationsverbindung bzw. ein Netzwerk kommunikativ mit einer oder mehreren Feldvorrichtungen gekoppelt sind. Die Feldvorrichtungen, bei denen es sich beispielsweise um Ventile, Ventilstellungsregler, Schalter und Transmitter (z. B. Temperatur-, Druck-, Füllstands- und Durchflussmengensensoren) handeln kann, befinden sich in der Prozessumgebung und führen im Allgemeinen physikalische oder Prozessleitfunktionen wie das Öffnen oder Schließen von Ventilen, das Messen von Prozess- und/oder Umgebungsparametern, wie beispielsweise Temperatur oder Druck, usw. aus, um einen oder mehrere Prozesse zu steuern, die in der Prozessanlage oder dem Prozesssystem ausgeführt werden. Intelligente Feldvorrichtungen, wie die Feldvorrichtungen, die dem hinlänglich bekannten Feldbus-Protokoll entsprechen, können zudem Steuerungsberechnungen, Alarmfunktionen und andere Steuerfunktionen ausführen, die gemeinhin in der Steuerung implementiert sind. Die Prozesssteuerungen, die sich in der Regel ebenfalls in der Anlagenumgebung befinden, empfangen Signale, die von den Feldvorrichtungen durchgeführte Messungen und/oder andere Informationen anzeigen, welche die Feldvorrichtungen betreffen, und führen eine Steuerungsanwendung aus, die beispielsweise verschiedene Steuermodule ausführt, die Prozessleitentscheidungen treffen, auf der Grundlage der empfangenen Informationen Steuersignale generieren und sich mit den Steuermodulen oder Blöcken koordinieren, die in den Feldvorrichtungen ausgeführt werden, wie beispielsweise HART®-, WirelessHART®- und FOUNDATION®-Feldbus-Feldvorrichtungen. Die Steuermodule in der Steuerung senden die Steuersignale über die Kommunikationsleitungen oder -verbindungen an die Feldvorrichtungen, um so den Betrieb von wenigstens einem Teil der Prozessanlage oder des Prozesssystems zu steuern, z. B. zum Steuern von wenigstens einem Teil von einem oder mehreren Industrieprozessen, die in der Anlage oder dem System ausgeführt werden. Zum Beispiel steuern die Steuerungen und die Feldvorrichtungen wenigstens einen Teil eines Prozesses, der von der Prozessanlage oder dem Prozesssystem gesteuert wird. E/A-Vorrichtungen, die sich ebenfalls in der Regel in der Anlagenumgebung befinden, sind in der Regel zwischen einer Steuerung und einer oder mehreren Feldvorrichtungen angeordnet und ermöglichen eine Kommunikation zwischen diesen, z. B. durch Umwandeln elektrischer Signale in digitale Werte und umgekehrt. Im vorliegenden Zusammenhang werden Feldvorrichtungen, Steuerungen und E/A-Geräte im Allgemeinen als „Prozessleitvorrichtungen“ bezeichnet und befinden sich im Allgemeinen in einer Feldumgebung eines Prozessleitsystems oder einer Prozessanlage bzw. sind in einer solchen verbaut.

[0005] Informationen von den Feldvorrichtungen und der Steuerung werden in der Regel über eine Datenautobahn oder ein Kommunikationsnetz für eine oder mehrere Hardwarevorrichtungen zugänglich gemacht, wie Bedienarbeitsplätze, PCs oder Rechenvorrichtungen, Datenverlaufsarchive, Berichtgeneratoren, zentralisierte Datenbanken oder andere zentralisierte verwaltende Rechenvorrichtungen, die üblicherweise in Schalträumen oder an anderen von der raueren Anlagenumgebung entfernten Orten platziert werden, z. B. in einer Back-End-Umgebung der Prozessanlage. Jede dieser Hardwarevorrichtungen ist in der Regel über die Prozessanlage oder über einen Teil der Prozessanlage zentralisiert. Diese Hardwarevorrichtungen führen Anwendungen aus, die es zum Beispiel einem Bediener ermöglichen können, Funktionen in Bezug auf die Steuerung eines Prozesses und/oder den Betrieb der Prozessanlage auszuführen, wie zum Beispiel die Änderung von Einstellungen der Prozessleitroutine, Modifizieren des Betriebs der Steuermodule in den Steuerungen oder den Feldvorrichtungen, Aufrufen des aktuellen Prozessstatus, Aufrufen von mit Feldvorrich-

tungen und Steuerungen generierten Alarmen, Simulieren des Prozessablaufs zum Zwecke der Schulung des Personals oder zum Testen der Prozessleitsoftware, Pflegen und Aktualisieren einer Konfigurationsdatenbank, usw. Die von den Hardwarevorrichtungen, Steuerungen und Feldvorrichtungen verwendete Datenautobahn kann einen drahtgebundenen Kommunikationspfad, einen drahtlosen Kommunikationspfad oder eine Kombination aus drahtgebundenen und drahtlosen Kommunikationspfaden umfassen.

[0006] Als ein Beispiel umfasst das von Emerson Process Management verkaufte DeltaV™-Steuerungssystem mehrere Anwendungen, die in verschiedenen Vorrichtungen, die sich an verschiedenen Orten innerhalb einer Prozessanlage befinden, gespeichert sind und von diesen ausgeführt werden. Durch eine Konfigurationsanwendung, die in einem oder mehreren Arbeitsplatzrechnern oder Rechenvorrichtungen in einer Back-End-Umgebung eines Prozessleitsystems oder einer Prozessanlage gespeichert ist, können Benutzer Prozesssteuermodule erstellen oder ändern und diese Prozesssteuermodule über eine Datenautobahn auf dedizierte verteilte Steuereinheiten herunterladen. Üblicherweise bestehen diese Steuermodule aus kommunikativ miteinander verbundenen Funktionsblöcken, bei denen es sich um Objekte in einem objektorientierten Programmierprotokoll handelt, die Funktionen innerhalb des Steuerungsschemas auf der Grundlage diesbezüglicher Eingaben ausführen und für andere Funktionsblöcke in dem Steuerungsschema Ausgaben bereitstellen. Durch die Konfigurationsanwendung kann ein Konstrukteur zudem in die Lage versetzt werden, Bedienschnittstellen zu erstellen oder zu verändern, die von einer Betrachtungsanwendung verwendet werden, um Daten für einen Bediener anzuzeigen und um dem Bediener das Ändern von Einstellungen wie Sollwerten in den Prozessleitroutinen zu ermöglichen. Jede dedizierte Steuerung und in einigen Fällen eine oder mehrere Feldvorrichtungen speichern eine entsprechende Steuerungsanwendung, welche die ihr zugewiesenen und darauf heruntergeladenen Steuermodule ablaufen lässt, und führen diese aus, um die tatsächliche Prozessleitfunktionalität zu implementieren. Die Betrachtungsanwendungen, die an einem oder mehreren Bedienarbeitsplätzen (oder an einer oder mehreren entfernten Rechenvorrichtungen, die kommunikativ mit den Bedienarbeitsplätzen und der Datenautobahn verbunden sind) ausgeführt werden können, empfangen über die Datenautobahn Daten von der Steuerungsanwendung und zeigen diese Daten Konstrukteuren von Prozessleitsystemen, Bedienern oder Benutzern an, welche die Benutzerschnittstellen verwenden, und können eine beliebige Anzahl verschiedener Ansichten bereitstellen, wie etwa eine Bedieneransicht, eine Ingenieursansicht, eine Technikeransicht, usw. Eine Datenverlaufsarchivierungsanwendung wird üblicherweise in einer Datenverlaufsarchivierungsvorrichtung, die einige oder alle der Daten sammelt oder speichert, die über die Datenautobahn bereitgestellt werden, gespeichert und von dieser ausgeführt, während eine Konfigurationsdatenbankanwendung in einem weiteren mit der Datenautobahn verbundenen Computer ausgeführt werden kann, um die aktuelle Konfiguration der Prozessleitroutine und damit verknüpfte Daten zu speichern. Alternativ kann sich die Konfigurationsdatenbank im gleichen Arbeitsplatzrechner befinden wie die Konfigurationsanwendung.

[0007] Im Allgemeinen gehört zur Inbetriebnahme einer Prozessanlage oder eines Prozesssystems, dass verschiedene Komponenten der Anlage oder des Systems zu dem Punkt gebracht werden, an dem das System oder die Anlage bestimmungsgemäß arbeiten kann. Wie allgemein bekannt, sind an bestimmten Stellen in der Feldumgebung der Anlage physikalische Prozesselemente eingebaut (wie beispielsweise Ventile, Sensoren usw., die zum Steuern eines Prozesses in einer Prozessanlage verwendet werden sollen), z. B. entsprechend Rohrleitungs- und Instrumentenfließbildern (FI-Fließbilder) und/oder anderen Plänen und „Blaupausen“ der Raumaufteilung der Anlage und/oder der Prozessauslegung. Nach dem Einbau der Prozesselemente werden zumindest einige der Prozesselemente in Betrieb genommen. Beispielsweise werden Feldvorrichtungen, Probennahmestellen und/oder andere Elemente einer Inbetriebnahme unterzogen. Bei der Inbetriebnahme handelt es sich um einen komplizierten Vorgang, zu dem in der Regel mehrere Handlungen oder Tätigkeiten gehören. Beispielsweise können zur Inbetriebnahme Handlungen oder Tätigkeiten wie etwa unter anderem das Überprüfen oder Bestätigen einer Identität einer installierten Prozessleitvorrichtung (wie beispielsweise eine Feldvorrichtung) und deren erwarteter Anschlüsse; das Ermitteln und Bereitstellen von Kennzeichnungen, mit denen die Prozessleitvorrichtung im Prozessleitsystem oder der Prozessanlage eindeutig gekennzeichnet wird; das Einstellen oder Konfigurieren von Anfangswerten für Parameter, Grenzwerte usw. für die Vorrichtung; das Überprüfen der Korrektheit des Einbaus, des Betriebs und der Verhaltensweisen der Vorrichtung unter verschiedenen Bedingungen, z. B. durch Manipulieren von den Vorrichtungen bereitgestellten Signalen und Durchführen anderer Prüfungen, und andere Inbetriebnahmehandlungen und -tätigkeiten gehören. Die Überprüfung der Vorrichtungen während der Inbetriebnahme ist aus Sicherheitsgründen wichtig, sowie zum Einhalten der behördlichen und Qualitätsanforderungen.

[0008] Andere Inbetriebnahmehandlungen oder -tätigkeiten werden an einem Prozessregelkreis ausgeführt, in dem die Vorrichtung enthalten ist. Zu derartigen Inbetriebnahmehandlungen oder -tätigkeiten gehören beispielsweise das Überprüfen, dass verschie-

dene Signale, die über die Verbindung gesendet wurden, ein erwartetes Verhalten auf beiden Seiten der Verbindung herbeiführen, Vollständigkeitsprüfungen am Prozessregelkreis, das Erzeugen von Bestands-E/A-Listen, um die tatsächlichen physikalischen Verbindungen der Vorrichtungen anzuzeigen, die in der Anlage umgesetzt sind, sowie das Aufzeichnen anderer „Bestandsdaten“, um nur einige zu nennen.

[0009] Für einige Inbetriebnahmeaufgaben kann ein Benutzer ein Inbetriebnahmewerkzeug (z. B. eine Handheld- oder tragbare Rechenvorrichtung) lokal an verschiedenen Zielprozessleitvorrichtungen, -komponenten und -kreisen verwenden. Einige Inbetriebnahmeaufgaben können an einer Bedienerschnittstelle des Prozessleitsystems ausgeführt werden, z. B. an einer Bedienerschnittstelle eines Bedienarbeitsplatzes, der in einer Back-End-Umgebung der Prozessanlage enthalten ist.

[0010] In der Regel erfordert die Inbetriebnahme einer Prozessanlage den Einbau, die Konfiguration und Verbindung von physikalischen Vorrichtungen, Anschlüssen, Kabeln usw. in der Feldumgebung der Prozessanlage. In der Back-End-Umgebung der Anlage (z. B. an den zentralisierten verwaltenden Rechenvorrichtungen, wie etwa Bedienarbeitsplätze, PCs oder Rechenvorrichtungen, zentralisierte Datenbanken, Konfigurationswerkzeuge usw., die in der Regel in Schalträumen oder an anderen von der raueren Anlagenumgebung entfernten Orten platziert werden) werden Daten, mit denen die verschiedenen Vorrichtungen, deren Konfigurationen und deren Verbindungen untereinander konkret gekennzeichnet und/oder behandelt werden, integriert, überprüft oder in Betrieb genommen und gespeichert. Als solches werden nach dem Einbau und der Konfiguration der physikalischen Hardware Kennzeichnungsinformationen, logische Anweisungen und andere Anweisungen und/oder Daten heruntergeladen oder den verschiedenen Vorrichtungen anderweitig bereitgestellt, die sich in der Feldumgebung befinden, so dass die verschiedenen Vorrichtungen mit anderen Vorrichtungen kommunizieren können.

[0011] Natürlich werden neben den in der Back-End-Umgebung durchgeführten Inbetriebnahmehandlungen auch Inbetriebnahmehandlungen oder -tätigkeiten mit dem Ziel durchgeführt, die Richtigkeit der Verbindungen und Vorgänge sowohl der physikalischen als auch der logischen Vorrichtungen in der Feldumgebung zu überprüfen, sowohl einzeln als auch ganzheitlich. Beispielsweise kann eine Feldvorrichtung physikalisch eingebaut und einzeln überprüft werden, z. B. Hochfahren, Herunterfahren usw. Ein Anschluss einer Feldvorrichtung kann anschließend physikalisch mit einem Inbetriebnahmewerkzeug verbunden werden, über das simulierte Signale an die Feldvorrichtung gesendet und das Reaktionsverhalten der Feldvorrichtung auf die verschiedenen simulierten Signale getestet werden können. Gleichermaßen kann eine Feldvorrichtung, deren Kommunikationsanschluss in Betrieb genommen wird, unter Umständen physikalisch an einer Klemmleiste aufgelegt sein, wobei die tatsächliche Kommunikation zwischen der Klemmleiste und der Feldvorrichtung getestet werden kann. In der Regel erfordert die Inbetriebnahme von Feldvorrichtungen und/oder anderen Komponenten in der Feldumgebung Kenntnisse der Komponentenkennzeichnungen und in manchen Fällen Kenntnisse der Verbindungen zwischen Komponenten, so dass Testsignale und Reaktionen zwischen Feldvorrichtungen und anderen Komponenten des Regelkreises kommuniziert und die sich daraus ergebenden Verhaltensweisen überprüft werden können. Bei aktuell bekannten Inbetriebnahmetechniken werden derartige Kenntnisse oder Daten im Bereich der Kennzeichnungen und der Verbindungen den Komponenten in der Feldumgebung im Allgemeinen durch die Back-End-Umgebung bereitgestellt. Beispielsweise lädt die Back-End-Umgebung Kennzeichnungen der Feldvorrichtungen, die in Steuermodulen verwendet werden, auf die Feldvorrichtungen herunter, die im laufenden Anlagenbetrieb von den Steuermodulen gesteuert werden.

[0012] Letztendlich wird der gesamte Regelkreis in Betrieb genommen, überprüft und/oder getestet, z. B. ein „Kreistest“, nachdem verschiedene Komponenten und Teile eines Prozessregelkreises jeweils in Betrieb genommen, überprüft oder getestet wurden. In der Regel gehört zu einem Kreistest die Prüfung des Verhaltens des Kreises als Reaktion auf verschiedene Eingaben oder Bedingungen und/oder in verschiedenen Zuständen. Ein Bediener in der Back-End-Umgebung hält Rücksprache mit einem Bediener in der Feldumgebung, um verschiedene Eingaben durchzuführen und/oder verschiedene Bedingungen und/oder Zustände im Prozessregelkreis zu erzeugen, wobei das resultierende Verhalten und/oder die resultierenden Messungen dahingehend überprüft werden, inwieweit akzeptable Zielwerte und/oder Zielbereiche eingehalten werden.

KURZDARSTELLUNG

[0013] Techniken, Systeme, Geräte, Komponenten, Vorrichtungen und Verfahren zur intelligenten Inbetriebnahme (auch als „intelligente Inbetriebnahme“ oder „parallele Inbetriebnahme“ bezeichnet) sind in der vorliegenden Schrift offenbart. Die Techniken, Systeme, Geräte, Komponenten, Vorrichtungen und Verfahren können auf Industrieprozessleitsysteme, Industrieprozessumgebungen und/oder Industrieprozessanlagen anwendbar sein, die in der vorliegenden Schrift synonym als „Industrieleit-“, „Prozessleit-“ oder „Prozess-“systeme, -umgebungen und/oder -anlagen bezeichnet werden. In der Regel bieten derartige Systeme und Anlagen eine dezentralisierte Steuerung eines oder mehrerer Prozesse (in der

vorliegenden Schrift auch als „Industrieprozesse“ bezeichnet), die der Herstellung, Verfeinerung oder Umwandlung von rohen physikalischen Materialien zum Erzeugen oder Herstellen von Produkten dienen.

[0014] Zur intelligenten Inbetriebnahme von Prozessleitsystemen und/oder Prozessanlagen gehören Techniken, Systeme, Geräte, Komponenten und/oder Verfahren, mit denen wenigstens einige Teile der Inbetriebnahme lokal, automatisch und/oder dezentralisiert durchgeführt werden können, so dass Vorrichtungen, Komponenten und andere Teile einer Prozessanlage teilweise oder sogar vollständig in Betrieb genommen werden können, bevor sie in die Anlage oder das System als Ganzes eingebaut oder integriert werden. Die intelligente Inbetriebnahme ermöglicht beispielsweise, dass verschiedene Teile von Prozessleitsystemen und/oder deren jeweilige Sicherheitssysteme (safety instruments system - SIS) (z. B. autarke oder integrierte Sicherheitssysteme (ICSS)) an verschiedenen geografischen Standorten hergestellt und wenigstens teilweise in Betrieb genommen werden können (z. B. an verschiedenen „Produktionsstandorten“), bevor sie am Einbauort oder am Standort der Prozessanlage zusammengebracht und eingebaut werden. In gewisser Hinsicht erlaubt die intelligente Inbetriebnahme parallele Inbetriebnahmehandlungen und -tätigkeiten.

[0015] Beispielsweise können durch eine intelligente Inbetriebnahme einige (wenn nicht alle) Inbetriebnahmehandlungen und/oder -tätigkeiten unabhängig voneinander (und tatsächlich parallel, wenn gewünscht) in der Feldumgebung und in der Back-End-Umgebung der Prozessanlage vorgenommen werden. Die Inbetriebnahme der in der Feldumgebung umgesetzten Entwicklung und Konstruktion richtet sich nicht mehr nach dem Voranschreiten (und der Fertigstellung) des funktionellen Aufbaus, der Konstruktion und der Inbetriebnahme, die in der Back-End-Umgebung durchgeführt und größtenteils abgeschlossen werden. Als solches kann ein erheblicher Teil der lokalen Inbetriebnahmetätigkeiten der physikalischen Komponenten der Feldumgebung unabhängig von der Inbetriebnahme der funktionellen oder logischen Komponenten der Back-End-Umgebung erfolgen, und umgekehrt. Das heißt, dass wenigstens ein Teil der Inbetriebnahmetätigkeiten und -handlungen sowohl in der Feldumgebung als auch in der Back-End-Umgebung durchgeführt werden kann, während die Feldumgebung und die Back-End-Umgebung kommunikativ nicht miteinander verbunden sind, z. B. während ein Kreis (oder ein Teil davon), der (gerade) in der Feldumgebung eingebaut wurde (wird), kommunikativ nicht mit der Back-End-Umgebung verbunden ist. Beispielsweise kann unter Verwendung intelligenter Inbetriebnahmetechniken wenigstens ein Teil der Inbetriebnahmetätigkeiten und -handlungen in der Feldumgebung und/oder in der Back-End-Umgebung durchgeführt werden, bevor das Prozessleitsystem oder die Prozessanlage über die Zuordnung einer Feldvorrichtung zu einer bestimmten E/A-Karte und/oder einem bestimmten Kanal Kenntnis erlangt.

[0016] Gleichermaßen erlaubt eine intelligente Inbetriebnahme hinsichtlich Prozessregelkreisen von Prozessanlagen das Durchführen verschiedener Inbetriebnahmetätigkeiten und/oder -handlungen an verschiedenen Komponenten und Teilen des Kreises, ohne dass alle Komponenten des Kreises zuerst eingebaut und miteinander verbunden werden müssen. Dementsprechend kann wenigstens ein Teil der Inbetriebnahmetätigkeiten eines Prozessregelkreises durchgeführt werden, während verschiedene Komponenten des Prozessregelkreises nicht verbunden oder noch nicht einander, zum Kreis oder zur Back-End-Umgebung zugeordnet sind. Beispielsweise können jeweilige Inbetriebnahmetätigkeiten sowohl in der Back-End-Umgebung als auch in der Feldumgebung einer Prozessanlage initiiert und durchgeführt werden, während die beiden Umgebungen kommunikativ nicht miteinander verbunden sind. Die Feldumgebung und die Back-End-Umgebung können gleichzeitig verschiedene jeweilige Teile eines Prozessregelkreises auf deren jeweiliger Seite in Betrieb nehmen, und nach dem Verbinden der beiden Seiten gehört die Mehrheit der verbleibenden Inbetriebnahmetätigkeiten, die durchgeführt werden, zu denen, die für den Kreis insgesamt durchgeführt werden müssen.

[0017] Darüber hinaus erlaubt eine intelligente Inbetriebnahme, dass bestimmte Inbetriebnahmehandlungen und -tätigkeiten auf der Grundlage von bestimmten Bedingungen automatisch ausgelöst oder initiiert werden, ohne dass hierfür irgendeine Benutzereingabe erforderlich wäre. In einigen Situationen können mehrere Inbetriebnahmehandlungen und/oder -tätigkeiten automatisch ausgelöst und ausgeführt werden, ohne dass ein Benutzer angeben muss, welche Tätigkeiten als nächstes an welchen Komponenten und wie diese durchgeführt werden müssen.

[0018] Dementsprechend werden, da durch eine intelligente Inbetriebnahme die in der Feldumgebung der Prozessanlage durchgeführte physikalische Entwicklung und Konstruktion unabhängig vom funktionellen Aufbau und der funktionellen Konstruktion in der Back-End-Umgebung der Prozessanlage durchgeführt werden können, und da durch eine intelligente Inbetriebnahme zudem eine teilweise Inbetriebnahme von verschiedenen Teilen eines Prozessregelkreises unabhängig oder auf der Grundlage der tatsächlich eingebauten Komponenten durchgeführt werden kann, die Abhängigkeiten zwischen der Back-End- und der Feldumgebung im Hinblick auf die zeitliche Planung der Inbetriebnahme und zudem die insgesamt für die Inbetriebnahme der Prozessanlage

erforderliche Zeit verringert. Dadurch optimiert eine intelligente Inbetriebnahme den Inbetriebnahmevorgang als Ganzes bei einer erheblichen Verringerung sowohl der zeitlichen als auch der personellen Ressourcen, was zu einer erheblichen Senkung der Kosten führt.

Figurenliste

Fig. 1 zeigt ein Blockdiagramm, das eine beispielhafte Systemprozessanlage veranschaulicht, von der wenigstens ein Teil unter Verwendung einer oder mehrerer der in der vorliegenden Schrift beschriebenen intelligenten Inbetriebnahmetechniken in Betrieb genommen werden kann;

Fig. 2A zeigt Blockdiagramme zweier beispielhafter Kreise, die in der Prozessanlage in **Fig. 1** enthalten sein können und die wenigstens teilweise unter Verwendung von intelligenten Inbetriebnahmetechniken in Betrieb genommen werden können;

Fig. 2B veranschaulicht eine beispielhafte Architektur einer elektronischen Klemmleiste oder Klemmvorrichtung, die in der Prozessanlage in **Fig. 1** enthalten sein kann;

Fig. 2C zeigt Blockdiagramme zweier beispielhafter Kreise, die in der Prozessanlage in **Fig. 1** enthalten sein können und die wenigstens teilweise unter Verwendung von intelligenten Inbetriebnahmetechniken in Betrieb genommen werden können;

Fig. 3A zeigt ein Blockdiagramm eines beispielhaften Gerätes oder einer beispielhaften Vorrichtung zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung;

Fig. 3B zeigt ein Ablaufdiagramm eines beispielhaften Verfahrens zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung;

Fig. 4A veranschaulicht ein beispielhaftes Vorrichtungsgehäuse oder ein beispielhaftes Platzhalterobjekt, das im Rahmen der intelligenten Inbetriebnahme verwendet werden kann;

Fig. 4B zeigt ein Ablaufdiagramm eines beispielhaften Verfahrens zur Inbetriebnahme einer Prozessanlage;

Fig. 5A veranschaulicht eine beispielhafte Erweiterungseinheit für eine elektronische Klemmkomponente, die im Rahmen der intelligenten Inbetriebnahme verwendet werden kann;

Fig. 5B zeigt ein Ablaufdiagramm eines beispielhaften Verfahrens zum Erzeugen von Bestandsinformationen zum Regelkreis lokal in der Feldumgebung der Prozessanlage, während ein Kreis kommunikativ nicht mit der Back-End-Umgebung der Prozessanlage verbunden ist;

Fig. 5C zeigt ein Blockdiagramm eines beispielhaften Gerätes oder einer beispielhaften Vorrichtung zum Erzeugen von Bestandsinformationen zum Regelkreis;

Fig. 6 zeigt ein Ablaufdiagramm eines beispielhaften Verfahrens zur Inbetriebnahme einer Prozessanlage;

Die **Fig. 7A**-**Fig. 7B** veranschaulichen Ansichten von Komponenten in einem Back-End-System einer Prozess- oder Industrieanlage, die ein Konfigurieren und Durchführen von Inbetriebnahmehandlungen an den Back-End-Komponenten ermöglichen, wie beispielsweise Module, Anwendungen und Schnittstellenprogramme, bevor die Feldgeräte über E/A-Netze in der Anlage angeschlossen und/oder zugeordnet werden;

Fig. 7C zeigt ein System und ein Verfahren zum Kommunizieren mit Vorrichtungsplatzhalterobjekten als Vertreter für die Feldumgebung beim Konfigurieren und Inbetriebnehmen von Back-End-Systemkomponenten, bevor die Feldgeräte über E/A-Netze in der Anlage angeschlossen und/oder zugeordnet werden;

Fig. 8 zeigt eine Anbindungsanwendung und ein Anbindungssystem, die/das im Rahmen der Inbetriebnahme einer Prozess- oder Industrieanlage verwendet wird, um Objekte im Back-End-System der Anlage über eingerichtete E/A-Netze mit den Feldgeräten in der Anlage zu verbinden;

Fig. 9A veranschaulicht ein Blockdiagramm, das beispielhafte Prozessregelkreise zeigt, von denen ein oder mehrere Kreise unter Anwendung der in der vorliegenden Schrift beschriebenen automatischen Kreistesttechniken getestet werden können;

Fig. 9B zeigt ein Ablaufdiagramm eines beispielhaften Verfahrens zum automatischen Testen eines Prozessregelkreises;

Fig. 9C zeigt ein Ablaufdiagramm eines beispielhaften Verfahrens zum automatischen Testen mehrerer Prozessregelkreise; und

Fig. 10 zeigt ein Diagramm, in dem traditionelle Inbetriebnahmetechniken mit wenigstens einigen der in der vorliegenden Schrift beschriebenen intelligenten Inbetriebnahmetechniken verglichen werden.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0019] Wie vorstehend erörtert, kann eine Prozessanlage, ein Prozessleitsystem oder eine Prozessleitumgebung, das/die im verbundenen Zustand einen oder mehrere Industrieprozesse in Echtzeit steuert, unter Verwendung einer/eines oder mehrerer der in der vorliegenden Schrift beschriebenen neuartigen

Techniken, Systeme, Geräte, Komponenten, Vorrichtungen und/oder Verfahren zur intelligenten Inbetriebnahme in Betrieb genommen werden. Zur Prozessanlage gehören im Anschluss an die Inbetriebnahme und im verbundenen Zustand ein/e oder mehrere drahtgebundene/s oder drahtlose/s Vorrichtungen, Komponenten oder Elemente zur Prozesssteuerung, die physikalische Funktionen in Übereinstimmung mit einem Prozessleitsystem ausführen, um einen oder mehrere Prozesse zu steuern, der/die in der Prozessanlage ausgeführt wird/werden. Zur Prozessanlage und/oder zum Prozessleitsystem können beispielsweise ein oder mehrere drahtgebundene Kommunikationsnetze und/oder ein oder mehrere drahtlose Kommunikationsnetze gehören. Zusätzlich können zur Prozessanlage oder zum Prozessleitsystem zentralisierte Datenbanken gehören, wie etwa kontinuierliche, Chargen-, Asset-Management-, Archivierungs- und andere Arten von Datenbanken.

[0020] Zur Veranschaulichung zeigt **Fig. 1** ein Blockdiagramm einer beispielhaften Prozessanlage, eines beispielhaften Prozessleitsystems oder einer beispielhaften Prozessleitumgebung **5**, von der wenigstens ein Teil unter Verwendung einer beliebigen oder mehrerer beliebiger der in der vorliegenden Schrift beschriebenen intelligenten Inbetriebnahmetechniken in Betrieb genommen wurde. Zur Prozessanlage **5** gehören eine oder mehrere Steuerungen, die Signale empfangen, die durch die Feldvorrichtungen durchgeführte Messungen anzeigen, diese Informationen zum Umsetzen einer Steuerungsroutine verarbeiten und Steuersignale erzeugen, die über drahtgebundene oder drahtlose Prozessleitkommunikationsverbindungen oder -netzwerke an andere Feldvorrichtungen gesendet werden, um den Ablauf eines Prozesses in der Anlage **5** zu steuern. In der Regel führt wenigstens eine Feldvorrichtung eine physikalische Funktion aus (z. B. Öffnen oder Schließen eines Ventils, Erhöhen oder Absenken einer Temperatur, Durchführen einer Messung, Fühlen eines Zustands usw.), um den Ablauf eines Prozesses zu steuern. Einige Arten von Feldvorrichtungen kommunizieren mit den Steuerungen über E/A-Vorrichtungen. Prozesssteuerungen, Feldvorrichtungen und E/A-Vorrichtungen können drahtgebunden oder drahtlos und es kann eine beliebige Anzahl und Kombination von drahtgebundenen und drahtlosen Prozesssteuerungen, Feldvorrichtungen und E/A-Vorrichtungen in der Prozessanlagenumgebung oder im System **5** enthalten sein.

[0021] Beispielsweise veranschaulicht **Fig. 1** eine Steuerung **11**, die über Eingabe/Ausgabe-Karten (E/A-Karten) 26 und 28 kommunikativ mit den drahtgebundenen Feldvorrichtungen **15**-**22** verbunden und über ein drahtloses Gateway **35** und eine Datenautobahn oder einen Daten-Backbone der Prozesssteuerung **10** kommunikativ mit den drahtlosen Feldvorrichtungen **40**-**46** verbunden ist. Zur Datenautobahn der Prozesssteuerung 10 können eine oder mehrere drahtgebundene und/oder drahtlose Kommunikationsverbindungen gehören und die Datenautobahn der Prozesssteuerung **10** kann unter Verwendung beliebiger gewünschter oder geeigneter Kommunikationsprotokolle umgesetzt sein, wie beispielsweise ein Ethernet-Protokoll. Bei einigen Konfigurationen (nicht abgebildet) kann die Steuerung **11** unter Verwendung eines oder mehrerer Kommunikationsnetze, bei denen es sich nicht um den Backbone **10** handelt, kommunikativ mit dem drahtlosen Gateway **35** verbunden sein, wie beispielsweise durch Verwenden einer beliebigen Anzahl von anderen drahtgebundenen oder drahtlosen Kommunikationsverbindungen, die ein oder mehrere Kommunikationsprotokolle unterstützen, z. B. Wi-Fi oder ein anderes mit IEEE **802.11** kompatibles WLAN-Protokoll, ein mobiles Kommunikationsprotokoll (z. B. WiMAX, LTE oder ein anderes mit ITU-R kompatibles Protokoll), Bluetooth®, HART®, WirelessHART®, Profibus, FOUNDATION® Feldbus usw.

[0022] Die Steuerung **11**, bei der es sich beispielsweise um die von Emerson Process Management verkaufte DeltaV™-Steuerung handeln kann, kann betrieben werden, um einen Chargenprozess oder einen kontinuierlichen Prozess unter Verwendung zumindest einiger der Feldvorrichtungen **15**-**22** und **40**-**46** zu implementieren. Bei einer Ausführungsform ist die Steuerung **11**, neben der kommunikativen Verbindung mit der Datenautobahn der Prozesssteuerung **10**, ebenfalls mit mindestens einigen der Feldvorrichtungen **15**-**22** und **40**-**46** verbunden, und zwar unter Verwendung von beliebiger gewünschter Hardware und Software im Zusammenhang mit beispielsweise standardmäßigen 4-20-mA-Vorrichtungen, E/A-Karten 26, 28 und/oder einem beliebigen intelligenten Kommunikationsprotokoll, wie beispielsweise das FOUNDATION®-Feldbus-Protokoll, das HART®-Protokoll, das WirelessHART®-Protokoll usw. In **Fig. 1** sind die Steuerung **11**, die Feldvorrichtungen **15**-**22** und die E/A-Karten 26, 28 drahtgebundene Vorrichtungen und sind die Feldvorrichtungen 40-46 drahtlose Feldvorrichtungen. Natürlich könnten die verdrahteten Feldvorrichtungen 15-22 und die drahtlosen Feldvorrichtungen **40**-**46** (einem) beliebigen anderen gewünschten Standard(s) oder Protokollen entsprechen, wie etwa beliebigen drahtgebundenen oder drahtlosen Protokollen, einschließlich beliebiger in der Zukunft entwickelter Standards oder Protokolle.

[0023] Zur Prozesssteuerung **11** in **Fig. 1** gehört ein Prozessor **30**, der eine oder mehrere Prozesssteuerungsroutinen **38** (die z. B. in einem Speicher **32** gespeichert sind) implementiert oder überwacht. Der Prozessor **30** ist so konfiguriert, dass er mit den Feldvorrichtungen **15**-22 und 40-46 und mit anderen Knoten kommuniziert, die kommunikativ mit der Steuerung **11** verbunden sind. Es ist anzumerken, dass zu beliebigen in der vorliegenden Schrift beschriebe-

nen Steuerungsroutinen oder -modulen diesbezügliche Teile gehören können, die ggf. von anderen Steuerungen oder anderen Vorrichtungen implementiert oder ausgeführt werden. Gleichermaßen können die in der vorliegenden Schrift beschriebenen Steuerungsroutinen oder -module 38, die in dem Prozessleitsystem **5** implementiert werden sollen, eine beliebige Form annehmen, einschließlich Software, Firmware, Hardware usw. Steuerungsroutinen können in einem beliebigen gewünschten Softwareformat implementiert sein, wie etwa unter Verwendung von objektorientierter Programmierung, Leiterlogik, sequentiellen Funktionsplänen, Funktionsblockdiagrammen oder unter Verwendung einer anderen Sprache für die Softwareprogrammierung oder eines anderen Designparadigmas. Die Steuerungsroutinen **38** können in einer beliebigen gewünschten Form eines Speichers **32** gespeichert werden, wie etwa ein Direktzugriffsspeicher (Random Access Memory - RAM) oder ein Nurlesespeicher (Read Only Memory - ROM). Gleichermaßen können die Steuerungsroutinen **38** beispielsweise in einem bzw. einer oder mehreren EPROM, EEPROM, anwendungsspezifischen integrierten Schaltungen (ASIC) oder beliebigen anderen Hardware- oder Firmwareelementen fest kodiert sein. Demnach kann die Steuerung **11** so konfiguriert sein, dass sie eine Steuerungsstrategie oder eine Steuerungsroutine auf eine beliebige gewünschte Weise implementiert.

[0024] Die Steuerung **11** implementiert eine Steuerungsstrategie unter Verwendung von dem, was gemeinhin als Funktionsblöcke bezeichnet wird, wobei jeder Funktionsblock ein Objekt oder ein anderer Teil (z. B. eine Teilroutine) einer gesamten Steuerungsroutine ist und zusammen mit anderen Funktionsblöcken arbeitet (über Verbindungen, die Verknüpfungen genannt werden), um Prozessregelkreise im Prozessleitsystem **5** zu implementieren. Steuerungsbasierte Funktionsblöcke führen in der Regel eine einer Eingabefunktion, wie diejenige, die mit einem Transmitter, einem Sensor oder anderen Messvorrichtungen für Prozessparameter verknüpft ist, einer Steuerungsfunktion, wie diejenige, die mit einer Steuerungsroutine verknüpft ist, die eine PID, eine Fuzzy Logic usw. ausführt, einer Steuerung oder einer Ausgabefunktion aus, welche den Betrieb von einigen Vorrichtungen, wie einem Ventil, steuert, um im Prozessleitsystem **5** eine physikalische Funktion auszuführen. Natürlich existieren Mischformen und andere Arten von Funktionsblöcken. Funktionsblöcke können in der Steuerung **11** gespeichert und von dieser ausgeführt werden, was in der Regel der Fall ist, wenn diese Funktionsblöcke für standardmäßige 4-20-mA-Vorrichtungen und einige Arten von intelligenten Feldvorrichtungen verwendet werden oder mit diesen verknüpft sind, wie beispielsweise HART®-Vorrichtungen, oder sie können in den Feldvorrichtungen an sich gespeichert und von diesen implementiert werden, was bei FOUNDATION®-Feldbus □ Vorrichtungen der Fall sein kann. Zur Steuerung **11** können eine oder mehrere Steuerungsroutinen **38** gehören, die einen oder mehrere Regelkreise implementieren können, die durch Ausführen eines oder mehrerer der Funktionsblöcke ausgeführt werden.

[0025] Bei den drahtgebundenen Feldvorrichtungen **15**-**22** kann es sich um eine beliebige Art von Vorrichtungen handeln, wie etwa Sensoren, Ventile, Transmitter, Stellungsregler usw., während es sich bei den E/A-Karten 26 und 28 um jede Art von E/A □ Vorrichtungen handeln kann, die einem beliebigen gewünschten Kommunikations- oder Steuerungsprotokoll entsprechen. In **Fig. 1** sind die Feldvorrichtungen **15**-**18** standardmäßige 4-20-mA-Vorrichtungen oder HART®-Vorrichtungen, die über analoge Leitungen oder eine Kombination aus analogen und digitalen Leitungen mit der E/A-Karte 26 kommunizieren, während die Feldvorrichtungen **19**-**22** intelligente Vorrichtungen sind, wie beispielsweise FOUNDATION®-Feldbus-Feldvorrichtungen, die unter Verwendung eines FOUNDATION®-Feldbus □ Kommunikationsprotokolls über einen digitalen Bus mit der E/A-Karte 28 kommunizieren. Bei einigen Ausführungsformen kommunizieren jedoch wenigstens einige der drahtgebundenen Feldvorrichtungen **15**, **16** und **18**-**21** und/oder wenigstens einige der E/A-Karten 26, 28 zusätzlich oder alternativ unter Verwendung der Datenautobahn der Prozesssteuerung **10** und/oder unter Verwendung anderer geeigneter Protokolle des Leitsystems (z. B. Profibus, DeviceNet, Foundation-Feldbus, ControlNet, Modbus, HART usw.) mit der Steuerung **11**.

[0026] In **Fig. 1** kommunizieren die drahtlosen Feldvorrichtungen **40**-**66** über ein drahtloses Kommunikationsnetz der Prozesssteuerung **70** unter Verwendung eines drahtlosen Protokolls, wie beispielsweise das WirelessHART®-Protokoll. Derartige drahtlose Feldvorrichtungen **40**-**46** können direkt mit einer oder mehreren anderen Vorrichtungen oder mit einem oder mehreren anderen Knoten des drahtlosen Netzwerks **70** kommunizieren, die gleichermaßen so konfiguriert sind, dass sie drahtlos kommunizieren (beispielsweise unter Verwendung des drahtlosen Protokolls oder eines anderen drahtlosen Protokolls). Um mit einem oder mehreren anderen Knoten zu kommunizieren, die nicht so konfiguriert sind, dass sie drahtlos kommunizieren, können die drahtlosen Feldvorrichtungen **40**-**46** ein drahtloses Gateway **35** verwenden, das mit der Datenautobahn der Prozesssteuerung **10** oder mit einem anderen Kommunikationsnetz der Prozesssteuerung verbunden ist. Das drahtlose Gateway 35 bietet einen Zugang zu verschiedenen drahtlosen Vorrichtungen **40**-**58** des drahtlosen Kommunikationsnetzes **70**. Insbesondere bietet das drahtlose Gateway **35** eine kommunikative Kopplung zwischen den drahtlosen Vorrichtungen **40**-**58**, den drahtgebundenen Vorrichtungen **11**-**28** und/oder anderen Knoten der Prozessleitanlage **5**.

Beispielsweise kann das drahtlose Gateway **35** unter Verwendung der Datenautobahn der Prozesssteuerung **10** und/oder unter Verwendung eines oder mehrerer anderer Kommunikationsnetze der Prozessanlage **5** eine kommunikative Kopplung ermöglichen.

[0027] Ähnlich wie die drahtgebundenen Feldvorrichtungen **15**-**22** führen die drahtlosen Feldvorrichtungen **40**-**46** des drahtlosen Netzwerkes **70** in der Prozessanlage **5** physikalische Steuerungsfunktionen aus, z. B. Öffnen oder Schließen von Ventilen oder Messen von Prozessparametern. Die drahtlosen Feldvorrichtungen **40**-**46** sind jedoch so konfiguriert, dass sie unter Verwendung des drahtlosen Protokolls des Netzwerks **70** kommunizieren. Als solche sind die drahtlosen Feldvorrichtungen **40**-**46**, das drahtlose Gateway **35** und andere drahtlose Knoten **52**-**58** des drahtlosen Netzwerkes **70** Erzeuger und Verbraucher von drahtlosen Kommunikationspaketen.

[0028] In einigen Konfigurationen der Prozessanlage **5** gehören nicht-drahtlose Vorrichtungen zum drahtlosen Netzwerk **70**. Beispielsweise ist eine Feldvorrichtung **48** in **Fig. 1** eine 4-20-mA-Altvorrichtung und ist eine Feldvorrichtung **50** eine drahtgebundene HART®-Vorrichtung. Um im Netzwerk **70** zu kommunizieren, sind die Feldvorrichtungen 48 und 50 über einen drahtlosen Adapter **52a**, **52b** mit dem drahtlosen Kommunikationsnetz 70 verbunden. Die drahtlosen Adapter **52a**, **52b** unterstützen ein drahtloses Protokoll, wie etwa WirelessHART, können jedoch auch ein oder mehrere andere Kommunikationsprotokolle unterstützen, wie etwa FOUNDATION®-Feldbus, PROFIBUS, DeviceNet usw. Zudem gehören zum drahtlosen Netzwerk **70** ein oder mehrere Netzwerkzugriffspunkte **55a**, **55b**, bei denen es sich um getrennte physikalische Vorrichtungen in drahtgebundener Kommunikation mit dem drahtlosen Gateway **35** handeln kann oder die mit dem drahtlosen Gateway **35** als eine integrierte Vorrichtung bereitgestellt werden können. Zum drahtlosen Netzwerk **70** können zudem ein oder mehrere Router **58** gehören, die Pakete im drahtlosen Kommunikationsnetz **70** von einer drahtlosen Vorrichtung zu einer anderen drahtlosen Vorrichtung weiterleiten. In **Fig. 1** kommunizieren die drahtlosen Vorrichtungen **40**-**46** und **52**-**58** miteinander und mit dem drahtlosen Gateway **35** über drahtlose Verbindungen **60** des drahtlosen Kommunikationsnetzes **70** und/oder über die Datenautobahn der Prozesssteuerung **10**.

[0029] In **Fig. 1** gehören zum Prozessleitsystem **5** ein oder mehrere Bedienarbeitsplätze **71**, die kommunikativ mit der Datenautobahn **10** verbunden sind. Über die Bedienarbeitsplätze 71 können Bediener Laufzeitvorgänge der Prozessanlage **5** einsehen und überwachen, sowie diagnostische, Korrektur-, Wartungs- und/oder andere Maßnahmen ergreifen, die eventuell erforderlich sind. Wenigstens einige der Bedienarbeitsplätze **71** können in verschiedenen, geschützten Bereichen in oder in der Nähe der Anlage **5** angeordnet sein, und in einigen Situationen können wenigstens einige der Bedienarbeitsplätze **71** von der Anlage **5** entfernt angeordnet sein, jedoch trotzdem eine kommunikative Verbindung mit der Anlage **5** aufweisen. Bei den Bedienarbeitsplätzen **71** kann es sich um drahtgebundene oder drahtlose Rechenvorrichtungen handeln.

[0030] Das beispielhafte Prozessleitsystem **5** ist zudem dahingehend veranschaulicht, dass es eine Konfigurationsanwendung **72a** und eine Konfigurationsdatenbank **72b** umfasst, die jeweils ebenfalls kommunikativ mit der Datenautobahn **10** verbunden ist. Wie vorstehend erörtert, können verschiedene Instanzen der Konfigurationsanwendung **72a** auf einer oder mehreren Rechenvorrichtungen (nicht abgebildet) laufen, damit Benutzer Prozesssteuerungsmodule erstellen oder ändern und diese Module über die Datenautobahn **10** auf die Steuerungen **11** herunterladen können, und damit Benutzer Bedienerschnittstellen erstellen oder verändern können, über die ein Bediener Daten aufrufen und Dateneinstellungen in den Prozesssteuerungsroutinen ändern kann. Die Konfigurationsdatenbank **72b** speichert die erstellten (z. B. konfigurierten) Module und/oder Bedienerschnittstellen. Im Allgemeinen sind die Konfigurationsanwendung **72a** und die Konfigurationsdatenbank **72b** zentralisiert und verfügen über ein einheitliches logisches Auftreten gegenüber dem Prozessleitsystem **5**, wenngleich mehrere Instanzen der Konfigurationsanwendung **72a** gleichzeitig im Prozessleitsystem **5** laufen können und die Konfigurationsdatenbank **72b** über mehrere physikalische Datenspeichervorrichtungen implementiert sein kann. Dementsprechend gehört zu der Konfigurationsanwendung **72a**, der Konfigurationsdatenbank **72b** und den dazugehörigen Benutzerschnittstellen (nicht abgebildet) ein Konfigurations- oder Entwicklungssystem **72** für Steuer- und/oder Anzeigemodule. In der Regel, jedoch nicht zwingend, unterscheiden sich die Benutzerschnittstellen für das Konfigurationssystem **72** von den Bedienarbeitsplätzen **71**, da die Benutzerschnittstellen für das Konfigurationssystem **72** von den Konfigurations- und Entwicklungsingenieuren verwendet werden, egal ob die Anlage **5** in Echtzeit läuft oder nicht, wohingegen die Bedienarbeitsplätze **71** von Bedienern bei Echtzeitabläufen der Prozessanlage **5** verwendet werden (in der vorliegende Schrift auch synonym als „Laufzeitabläufe“ der Prozessanlage **5** bezeichnet).

[0031] Zum beispielhaften Prozessleitsystem **5** gehören eine Datenverlaufsarchivierungsanwendung **73a** und eine Datenverlaufsarchivierungsdatenbank 73b, die jeweils ebenfalls kommunikativ mit der Datenautobahn **10** verbunden ist. Die Datenverlaufsarchivierungsanwendung **73a** dient dazu, einige oder alle Daten zu erfassen, die über die Datenautobahn

10 bereitgestellt werden, und die Daten in der Datenverlaufsarchivierungsdatenbank **73b** langfristig zu archivieren oder zu speichern. Ähnlich der Konfigurationsanwendung **72a** und der Konfigurationsdatenbank **72b** sind die Datenverlaufsarchivierungsanwendung **73a** und die Datenverlaufsarchivierungsdatenbank 73b zentralisiert und verfügen über ein einheitliches logisches Auftreten gegenüber dem Prozessleitsystem **5**, wenngleich mehrere Instanzen der Datenverlaufsarchivierungsanwendung **73a** gleichzeitig im Prozessleitsystem **5** laufen können und die Datenverlaufsarchivierungsdatenbank **73b** über mehrere physikalische Datenspeichervorrichtungen implementiert sein kann.

[0032] In einigen Konfigurationen gehören zum Prozessleitsystem **5** ein oder mehrere drahtlose Zugriffspunkte **74**, die andere drahtlose Protokolle verwenden, wie Wi-Fi oder andere mit IEEE **802.11** kompatible WLAN-Protokolle, mobile Kommunikationsprotokolle, wie WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), LTE (Long Term Evolution) oder andere mit ITU-R (International Telecommunication Union Radiocommunication Sector) kompatible Protokolle, kurzwellige Funkkommunikationen, wie Nahfeldkommunikationen (NFC) und Bluetooth oder andere drahtlose Kommunikationsprotokolle, um mit anderen Vorrichtungen zu kommunizieren. In der Regel können Handheld- oder andere tragbare Rechenvorrichtungen (z. B. Benutzerschnittstellenvorrichtungen **75**) durch derartige drahtlose Zugriffspunkte **74** über ein entsprechendes drahtloses Kommunikationsnetz der Prozesssteuerung kommunizieren, das sich von dem drahtlosen Netzwerk **70** unterscheidet und ein anderes drahtloses Protokoll unterstützt als das drahtlose Netzwerk **70**. Beispielsweise kann es sich bei einer drahtlosen oder tragbaren Benutzerschnittstellenvorrichtung **75** um einen mobilen Arbeitsplatzrechner oder ein Diagnosegerät handeln, der/das durch einen Bediener in der Prozessanlage **5** verwendet wird (z. B. eine Instanz eines der Bedienarbeitsplätze **71**). In einigen Szenarien kommunizieren neben tragbaren Rechenvorrichtungen zudem eine oder mehrere Prozesssteuerungsvorrichtungen (z. B. Steuerung **11**, Feldvorrichtungen **15**-**22** oder drahtlose Vorrichtungen **35**, **40**-**58**) unter Verwendung des drahtlosen Protokolls, das von den Zugriffspunkten **74** unterstützt wird.

[0033] In einigen Konfigurationen gehören zum Prozessleitsystem **5** ein oder mehrere Gateways **76**, **78** zu Systemen, die sich nicht im unmittelbaren Prozessleitsystem **5** befinden. Üblicherweise sind solche Systeme Abnehmer oder Lieferanten von Informationen, die von dem Prozesssteuerungssystem **5** generiert werden oder mit denen es arbeitet. Beispielsweise kann zur Prozessleitanlage **5** ein Gateway-Knoten **76** gehören, um eine kommunikative Verbindung der unmittelbaren Prozessanlage **5** mit einer anderen Prozessanlage herzustellen. Zusätzlich oder alternativ kann zur Prozessleitanlage **5** ein Gateway-Knoten **78** gehören, um eine kommunikative Verbindung zwischen der unmittelbaren Prozessanlage **5** und einem externen öffentlichen oder privaten System herzustellen, wie beispielsweise ein Laborsystem (z. B. Labor-Informations- und Managementsystem oder LIMS), eine Prüf- und Wartungsrundenlogbuch-Datenbank, ein Materialtransportsystem, ein Wartungsmanagementsystem, ein Produktbestandssteuerungssystem, ein Produktionszeitplansystem, ein Wetterdatensystem, ein Transport- und Umschlagsystem, ein Verpackungssystem, das Internet, das Prozessleitsystem eines anderen Anbieters oder andere externe Systeme.

[0034] Obwohl **Fig. 1** lediglich eine einzelne Steuerung **11** mit einer begrenzten Anzahl an Feldvorrichtungen **15**-**22** und **40**-**46** drahtlosen Gateways **35**, drahtlosen Adaptern **52**, Zugangspunkten **55**, Routern **58** und drahtlosen Kommunikationsnetzen der Prozesssteuerung 70, die zur beispielhaften Prozessanlage **5** gehören, veranschaulicht, wird angemerkt, dass es sich hierbei lediglich um eine veranschaulichende und nicht einschränkende Ausführungsform handelt. Zur Prozessleitanlage bzw. zum Prozessleitsystem **5** können eine beliebige Anzahl an Steuerungen **11** gehören und jede der Steuerungen **11** kann mit einer beliebigen Anzahl an drahtgebundenen oder drahtlosen Vorrichtungen und Netzwerken **15**-22, 40-46, 35, 52, 55, 58 und 70 kommunizieren, um einen Prozess in der Anlage **5** zu steuern.

[0035] Darüber hinaus wird angemerkt, dass die Prozessanlage oder das Prozessleitsystem 5 aus **Fig. 1** eine Feldumgebung **122** (z. B. „das Prozessanlagengeschoss 11“) und eine Back-End-Umgebung **125** enthält, die kommunikativ durch die Datenautobahn **10** miteinander verbunden sind. Wie in **Fig. 1** gezeigt, gehören zur Feldumgebung **122** physikalische Komponenten (z. B. Prozesssteuerungsvorrichtungen, Netzwerke, Netzwerkelemente usw.), die darin angeordnet, eingebaut und miteinander verbunden sind, um den Prozess während der Laufzeit zu steuern. Beispielsweise befinden sich die Steuerung **11**, die E/A-Karten 26, 28, die Feldvorrichtungen **15**-**22** und andere Vorrichtungen und Netzwerkkomponenten **40**-46, 35, 52, 55, 58 und 70 in der Feldumgebung **122** der Prozessanlage **5**, sind darin positioniert oder anderweitig enthalten. Allgemein ausgedrückt werden in der Feldumgebung 122 der Prozessanlage **5** Rohstoffe unter Verwendung der darin angeordneten physikalischen Komponenten angenommen und verarbeitet, um ein oder mehrere Produkte herzustellen.

[0036] Zur Back-End-Umgebung **125** der Prozessanlage **5** gehören verschiedene Komponenten, wie beispielsweise Rechenvorrichtungen, Bedienarbeitsplätze, Datenbanken usw., die vor den rauen Bedingungen und Materialien der Feldumgebung **122** ab-

geschirmt und/oder geschützt sind. Unter Bezugnahme auf **Fig. 1** gehören zur Back-End-Umgebung 125 beispielsweise die Bedienarbeitsplätze **71**, die Konfigurations- oder Entwicklungssysteme **72** für Steuermodule und andere ausführbare Module, Datenverlaufsarchivierungssysteme **73** und/oder andere zentralisierte verwaltende Systeme, Rechenvorrichtungen und/oder Funktionen, die die Laufzeitabläufe der Prozessanlage **5** unterstützen. In einigen Konfigurationen können zur Back-End-Umgebung **125** der Prozessanlage **5** gehörende verschiedene Rechenvorrichtungen, Datenbanken und andere Komponenten und Geräte physikalisch an verschiedenen physikalischen Standorten angeordnet sein, von denen sich einige in der Nähe der Prozessanlage **5** befinden und einige von der Prozessanlage **5** entfernt angeordnet sind.

[0037] Fig. 2A zeigt ein Blockdiagramm, das eine beispielhafte Architektur eines beispielhaften Prozessregelkreises **100a** zeigt, zu dem eine intelligente Feldvorrichtung **102a** gehört und der unter Verwendung einer beliebigen oder mehrerer beliebiger der in der vorliegenden Schrift beschriebenen intelligenten Inbetriebnahmetechniken in Betrieb genommen werden kann. Im Allgemeinen sind „intelligente“ Feldvorrichtungen in diesem Zusammenhang Feldvorrichtungen, in denen ein oder mehrere Prozessoren und ein oder mehrere Speicher eingebaut sind. Auf der anderen Seite enthalten in diesem Zusammenhang „dumme“ oder „alte“ Feldvorrichtungen keine(n) eingebauten Prozessor und/oder Speicher.

[0038] Der Kreis **100a** kann in eine Prozessanlage integriert oder eingebaut sein und im Rahmen der Steuerung eines Prozesses darin während Laufzeitabläufen der Prozessanlage verwendet werden. Beispielsweise kann der Kreis **100a** in der Feldumgebung **122** der Prozessanlage **5** eingebaut oder angeordnet sein.

[0039] Im beispielhaften Prozessregelkreis **100a**, der in **Fig. 2A** dargestellt ist, ist eine intelligente Feldvorrichtung **102a** kommunikativ (z. B. drahtgebunden oder drahtlos) mit einer elektronischen Klemmvorrichtung oder -komponente 110a verbunden (z. B. ein CHARacterization-Modul oder CHARM, bereitgestellt durch Emerson Process Management). Die elektronische Klemmkomponente **110a** ist kommunikativ mit einer E/A-Klemmleiste 105a verbunden 112a, die wiederum kommunikativ mit einer E/A-Karte 108a verbunden ist. Die E/A-Karte 108a ist kommunikativ mit einer Steuerung **120a** verbunden 118a, die wiederum kommunikativ mit der Back-End-Umgebung **125** der Prozessanlage **5** verbunden 121a ist. Bei laufendem Betrieb der Prozessanlage **5** empfängt die Prozesssteuerung **120a** digitale Werte der durch die intelligente Feldvorrichtung **102a** erzeugten Signale und verwendet die empfangenen Werte zum Steuern eines Prozesses in der Anlage **5** und/oder sendet Signale, mit denen der Betrieb der Feldvorrichtung **102a** geändert wird. Zusätzlich kann die Steuerung **120a** über die kommunikative Verbindung **121a** Informationen an die Back-End-Umgebung **125** senden und von dieser empfangen.

[0040] In **Fig. 2A** sind die elektronische Klemmkomponente **110a**, die E/A-Klemmleiste 105a und die E/A-Karte 108a so dargestellt, dass sie sich zusammen in einem Schrank oder Gehäuse **115a** befinden (wie beispielsweise ein E/A-Schrank), durch den die elektronische Klemmkomponente **110a**, die E/A-Klemmleiste 105a und die E/A-Karte 108a und/oder andere Komponenten, die sich im Schrank **115a** befinden, über einen Bus, eine Rückwand oder einen anderen geeigneten Verbindungsmechanismus miteinander verbunden werden. Natürlich ist das in **Fig. 2A** dargestellte Gehäuse des CHARMs **110a**, der E/A-Klemmleiste 105a und der E/A-Karte 108a im Schrank **115a** lediglich eine von vielen möglichen Gehäusekonfigurationen.

[0041] Unter besonderer Bezugnahme auf die elektronische Klemmkomponente **110a** veranschaulicht **Fig. 2B** eine Profilansicht einer beispielhaften elektronischen Klemmleiste oder -vorrichtung 140, die die elektronische Klemmkomponente **110a** in **Fig. 2A** unterstützt und demnach nachstehend unter gleichzeitiger Bezugnahme auf **Fig. 2A** erörtert wird. In **Fig. 2B** gehört zur Klemmleiste oder -vorrichtung 140 ein CHARM-Träger **142**, der eine oder mehrere CHARM-E/A-Karten (CIOC) **145** unterstützt, mit denen die Prozesssteuerung **120a** verbunden sein kann (z. B. über die in **Fig. 2A** gezeigte drahtgebundene oder drahtlose Verbindung **118a**). Zusätzlich gehören zur elektronischen Klemmleiste oder -vorrichtung 140 eine oder mehrere CHARM-Grundplatten **148**, die eine kommunikative Verbindung zum CHARM-Träger **142** (und dementsprechend zu den CHARM-E/A-Karten 145) aufweisen und eine Vielzahl von einzeln konfigurierbaren Kanälen unterstützen. Jeder Kanal entspricht einer fest zugeordneten CHARM-Klemmleiste **150**, über die das CHARM **110a** sicher aufgenommen und elektronisch angeschlossen werden kann, wodurch die elektronische Feldvorrichtung **102a** und die E/A-Karte 108a mit der Steuerung **120a** elektronisch angeordnet werden. Beispielsweise handelt es sich bei der E/A-Klemmleiste 105a um die CHARM-Klemmleiste **150**, über die das CHARM **110a** aufgenommen wird, und handelt es sich bei der E/A-Karte 108a um die CIOC **145**, die der CHARM-Klemmleiste **150** entspricht und mit der die Steuerung **120a** verbunden 118a ist. **Fig. 2B** zeigt zudem andere CHARM 152, die durch deren jeweilige CHARM-Klemmleisten **150** aufgenommen wurden und an andere entsprechende Vorrichtungen in der Feldumgebung **122** der Prozessanlage **5** (nicht abgebildet) angeschlossen sein können.

[0042] Erneut Bezug nehmend auf **Fig. 2A** enthält **Fig. 2A** zudem ein Blockdiagramm, das eine beispielhafte Architektur eines beispielhaften Prozessregelkreises **100b** zeigt, in dem eine intelligente Feldvorrichtung **102b** enthalten ist, wobei der Kreis **100b** im Gegensatz zu Kreis **100a** keinerlei elektronische Klemmkomponenten enthält und vielmehr Altklemmtechniken verwendet, wie beispielsweise direktes Auflegen. Insbesondere ist die intelligente Feldvorrichtung **102b** kommunikativ (z. B. drahtgebunden oder drahtlos) mit einer E/A-Klemmleiste 105b verbunden, die wiederum mit einer E/A-Karte 108b verbunden ist, die eine besondere, direkt aufgelegte Verbindung **118b** zur Prozesssteuerung **120b** besitzt. Die E/A-Klemmleiste 105b, die E/A-Karte 108b und/oder andere Komponenten sind beispielsweise in einem E/A-Schaltschrank 115b aufbewahrt oder enthalten und die Verbindung **118b** ist über einen Bus, eine Rückwand oder einen anderen geeigneten Verbindungsmechanismus hergestellt (nicht in **Fig. 2A** dargestellt). Auf diese Weise kann der Kreis **100b** in die Feldumgebung **122** der Prozessanlage **5** eingebaut oder darin angeordnet und kommunikativ mit der Back-End-Umgebung **125** verbunden 121b werden, z. B. über die Steuerung **120b**. Bei laufendem Betrieb der Prozessanlage **5**, da die E/A-Karte 108b kommunikativ mit einer Prozesssteuerung **120b** verbunden 118b ist, empfängt die Prozesssteuerung **120b** digitale Werte der durch die intelligente Feldvorrichtung **102b** erzeugten Signale und verwendet die empfangenen Werte zum Steuern eines Prozesses in der Anlage **5** und/oder sendet Signale, mit denen der Betrieb der Feldvorrichtung **102b** geändert wird. Zusätzlich kann die Steuerung **120b** über die kommunikative Verbindung **121b** Informationen an die Back-End-Umgebung **125** senden und von dieser empfangen.

[0043] Fig. 2C ist ein Blockdiagramm, das eine beispielhafte Architektur eines Prozessregelkreises **100c** darstellt, zu der eine alte Feldvorrichtung **102c** gehört. Wie die beispielhaften Prozessregelkreise **100a** und **100b** kann der Prozessregelkreis **100c** unter Verwendung einer oder mehrerer beliebiger der in der vorliegenden Schrift beschriebenen Inbetriebnahmetechniken in Betrieb genommen werden. Zusätzlich ist die alte Feldvorrichtung **102c**, wie vorstehend erörtert, durch einen kleinen lokalen Speicher und/oder minimale Verarbeitungsfähigkeiten ausgezeichnet, sofern diese überhaupt vorhanden sind. Der Kreis **100c** kann in eine Prozessanlage integriert oder eingebaut sein, wie beispielsweise die Prozessanlage **5** in **Fig. 1**, und im Rahmen der Steuerung eines Prozesses darin während Laufzeitabläufen der Prozessanlage **5** verwendet werden. Beispielsweise kann der Kreis **100c** in der Feldumgebung **122** der Prozessanlage **5** eingebaut oder angeordnet sein.

[0044] In **Fig. 2C** ist die Altvorrichtung **102c** kommunikativ (z. B. drahtgebunden oder drahtlos) mit einer elektronischen Klemmvorrichtung oder -komponente 110c verbunden (z. B. ein CHARM). Die elektronische Klemmkomponente **110c** ist kommunikativ mit einer E/A-Klemmleiste 105c verbunden 112c, die wiederum kommunikativ mit einer E/A-Karte 108c verbunden ist. Die E/A-Karte 108c ist kommunikativ mit einer Steuerung **120c** verbunden 118c, die wiederum kommunikativ mit der Back-End-Umgebung **125** der Prozessanlage **5** verbunden 121c ist. Als solche kann es sich bei der E/A-Klemmleiste 105c um eine CHARM-Klemmleiste (z. B. eine der in **Fig. 2B** dargestellten CHARM-Klemmleisten **150**) und kann es sich bei der E/A-Karte 108c um eine CIOC handeln (z. B. eine der in **Fig. 2B** dargestellten CIOC **145**).

[0045] In **Fig. 2C** sind die elektronische Klemmkomponente **110c**, die E/A-Klemmleiste 105c und die E/A-Karte 108c so dargestellt, dass sie sich in einem Schrank oder Gehäuse 115c befinden (wie beispielsweise ein E/A-Schrank), durch den die elektronische Klemmkomponente **110c**, die E/A-Klemmleiste 105c und die E/A-Karte 108c und/oder andere Komponenten, die sich im Schrank **115c** befinden, über einen Bus, eine Rückwand oder einen anderen geeigneten Verbindungsmechanismus miteinander verbunden werden. Als solches empfängt die Steuerung **120c** bei laufendem Betrieb der Prozessanlage **5** Werte der durch die alte Feldvorrichtung **102c** erzeugten Signale und verwendet die empfangenen Werte zum Steuern eines Prozesses in der Anlage **5** und/oder sendet Signale, mit denen der Betrieb der Feldvorrichtung **102c** geändert wird. Zusätzlich ist die Steuerung **120c** kommunikativ mit der Back-End-Umgebung **125** der Prozessanlage **5** verbunden 121c, z. B. über die Datenautobahn **10**.

[0046] Fig. 2C enthält zudem ein Blockdiagramm, das eine beispielhafte Architektur eines beispielhaften Prozessregelkreises **100d** zeigt, in dem eine alte Feldvorrichtung **102d** enthalten ist, wobei der Kreis **100d** im Gegensatz zu Kreis **100c** keinerlei elektronische Klemmkomponente enthält und vielmehr Altklemmtechniken verwendet, wie beispielsweise direktes Auflegen. In **Fig. 2C** ist die alte Feldvorrichtung **102d** kommunikativ (z. B. drahtgebunden oder drahtlos) mit einer E/A-Klemmleiste 105d verbunden, die wiederum mit einer E/A-Karte 108d verbunden ist, die eine besondere, direkt aufgelegte Verbindung **118d** zu einer Prozesssteuerung **120d** besitzt, und die Steuerung **120d** ist kommunikativ mit der Back-End-Umgebung **125** der Prozessanlage **5** verbunden 121d, z. B. über die Datenautobahn 10. Die E/A-Klemmleiste 105d, die E/A-Karte 108d und/oder andere Komponenten sind in einem E/A-Schrank 115d aufbewahrt oder enthalten, wie in der in **Fig. 2C** veranschaulichten beispielhaften Anordnung gezeigt. Da die E/A-Karte 108c kommunikativ mit einer Prozesssteuerung **120c** verbunden ist, empfängt die Prozesssteuerung **120c** bei laufendem Betrieb der Prozessanlage **5** Werte der durch die alte Feldvorrichtung **102d** erzeugten Signale und verwen-

det die empfangenen Werte zum Steuern eines Prozesses in der Anlage **5** und/oder sendet Signale, mit denen der Betrieb der Feldvorrichtung **102d** geändert wird. Zusätzlich ist die Steuerung **120d** kommunikativ mit der Back-End-Umgebung **125** der Prozessanlage **5** verbunden 121d, z. B. über die Datenautobahn **10**.

[0047] Die **Fig. 2A** und **Fig. 2C** veranschaulichen zudem jeweils eine zentralisierte Datenbank oder einen zentralisierten Datenspeicher **128**, der sich in der Back-End-Umgebung 125 der Prozessanlage **5** befindet und zu Inbetriebnahmezwecken verwendet wird. Die zentralisierte Datenbank **128** speichert unter anderem Daten und andere Informationen, die die verschiedenen Vorrichtungen oder Komponenten und deren Verbindungen miteinander konkret kennzeichnen und/oder ansprechen, die zur Implementierung in der Prozessanlage oder der Feldumgebung **122** geplant sind bzw. die dort implementiert werden sollen. Einige dieser Inbetriebnahmedaten können Komponenten in der Feldumgebung **122** für eine Verwendung bei der Inbetriebnahme von darin enthaltenen Vorrichtungen und Kreisen bereitgestellt werden und einige dieser Daten können in der Back-End-Umgebung **125**, beispielsweise zum Konzipieren, Entwickeln und Herstellen von Steuermodulen und/oder Bedienerschnittstellenmodulen verwendet werden, die in Verbindung mit der Feldumgebung **122** bei laufendem Betrieb der Prozessanlage **5** funktionieren. In einem Beispiel wird ein freigegebenes Steuermodul auf eine Prozesssteuerung **120** heruntergeladen, so dass bei Ausführung im laufenden Betrieb die Prozesssteuerung **120** entsprechend ihres enthaltenen Steuermoduls verschiedene Signale an andere Komponenten in ihrem Kreis **100** sendet und von diesen empfängt (und in einigen Fällen an und von anderen Prozesssteuerungen), wodurch sie wenigstens einen Teil des Prozesses in der Prozessanlage **5** steuert.

[0048] Dementsprechend müssen Daten, die in der Back-End-Umgebung **125** und in der Feldumgebung **122** bekannt sind und verwendet werden, synchronisiert und kohärent sein. Beispielsweise ist in der Prozessanlage **5** eine Feldvorrichtung **102** durch dieselbe, besondere Vorrichtungskennzeichnung (z. B. die Kennzeichnungen ST-A, ST-B, ST-C und ST-D, wie in den **Fig. 2A** und **Fig. 2C** veranschaulicht) sowohl in der Feldumgebung **122** als auch in der Back-End-Umgebung **125** eindeutig gekennzeichnet. Gleichermaßen ist ein von der Feldvorrichtung **102** erzeugtes oder empfangenes Signal durch dieselbe, besondere Vorrichtungssignalkennzeichnung (nicht abgebildet) sowohl in der Feldumgebung **122** als auch in der Back-End-Umgebung **125** der Prozessanlage **5** eindeutig gekennzeichnet. Darüber hinaus müssen die gewünschten oder geplanten Verbindungen von verschiedenen Komponenten, die in einem Prozessregelkreis **100** enthalten sind, zwischen der Feldumgebung **122** und der Back-End-Umgebung **125** synchronisiert und kohärent sein. Beispielsweise speichert die Datenbank **128** in der Back-End-Umgebung **125** Informationen, die anzeigen, dass die durch die Vorrichtungskennzeichnung ST gekennzeichnete Feldvorrichtung **102** dahingehend zugeordnet ist, dass sie mit einer bestimmten E/A-Karte 108 und/oder einer bestimmten Klemmleiste oder einem bestimmten Klemmkanal **105** kommuniziert, dass die bestimmte E/A-Karte 108 dahingehend zugeordnet ist, dass sie mit einer bestimmten Steuerung **120** kommuniziert und dergleichen. Dieser Satz von Verbindungen und Querverbindungen, die in der Back-End-Umgebung **125** logisch bekannt sind, sollte physikalisch in der Feldumgebung **122** implementiert werden. Dementsprechend werden bei der Inbetriebnahme der Prozessanlage nicht nur die physikalischen Abläufe verschiedener Vorrichtungen, Komponenten und Verbindungen in der Feldumgebung **122** getestet und überprüft, sondern die Namensgebung, die Verbindungen, die Querverbindungen und andere Inbetriebnahmedaten ebenfalls auf Konsistenz und Kohärenz zwischen der Feldumgebung **122** und der Back-End-Umgebung **125** überprüft.

[0049] Wie vorstehend erörtert, erfordern traditionelle Inbetriebnahmetechniken, dass die Namen und Kennungen verschiedener Komponenten, die sich in der Feldumgebung **122** befinden, sowie deren Verbindungen und Querverbindungen mit anderen Komponenten, die in der Back-End-Umgebung **125** zu definieren sind, bevor die Inbetriebnahme in der Feldumgebung **122** in signifikantem Umfang gestartet werden kann, Das heißt, dass bei traditionellen Inbetriebnahmetechniken die Namen, Verbindungen und Querverbindungen verschiedener Feldkomponenten zuerst in der Back-End-Umgebung **125** konfiguriert oder definiert und anschließend über eingerichtete Kommunikationspfade im Prozessleitsystem **5** auf die Feldumgebung **122** heruntergeladen oder anderweitig an diese übertragen werden müssen, damit derartige Inbetriebnahmedaten in der Feldumgebung **122** für eine Inbetriebnahme von Komponenten in der Feldumgebung **122** verwendet werden können. Beispielsweise werden Inbetriebnahmedaten (einschließlich Konfigurationen und Definitionen) bei Verwendung traditioneller Inbetriebnahmetechniken in der Regel über die Datenautobahn **10** von der Back-End-Umgebung **125** an eine Steuerung **120** und E/A-Vorrichtungen 108 und in einigen Fällen an Feldvorrichtungen **102** in der Feldumgebung **122** übertragen, so dass die Inbetriebnahmedaten für die Durchführung einer oder mehrerer Inbetriebnahmehandlungen oder -tätigkeiten in der Feldumgebung **122** zur Verfügung stehen.

[0050] Andererseits erfordert die intelligente Inbetriebnahme von Prozessleitsystemen und/oder Prozessanlagen nicht, dass Konfiguration und Definition größtenteils in der Back-End-Umgebung **125** abgeschlossen werden, bevor Inbetriebnahmetätigkei-

ten in der Feldumgebung **122** aufgenommen werden. Anstelle dessen können durch die in der vorliegenden Schrift beschriebenen intelligenten Inbetriebnahmetechniken die physikalische Auslegung, der Einbau, die Konstruktion und die Inbetriebnahme in der Feldumgebung **122** der Prozessanlage **5** unabhängig vom Voranschreiten der funktionellen/logischen Auslegung und Konstruktion initiiert und durchgeführt werden, die in der Back-End-Umgebung **125** der Prozessanlage durchgeführt werden. Beispielsweise können verschiedene Inbetriebnahmehandlungen oder -tätigkeiten in der Feldumgebung **122** der Prozessanlage **5** durchgeführt werden, bevor die Feldumgebung **122** kommunikativ mit der Back-End-Umgebung **125** der Prozessanlage **5** verbunden wird, z. B. während die Feldumgebung **122** und die Back-End-Umgebung **125** kommunikativ voneinander getrennt sind, und/oder ein Kreis **100** (oder ein Teil davon), der in der Feldumgebung **122** eingebaut wurde, kommunikativ nicht mit der Back-End-Umgebung **125** verbunden ist. Beispielsweise kann wenigstens ein Teil der Inbetriebnahmetätigkeiten und -handlungen in der Feldumgebung **122** durchgeführt werden, bevor das Prozessleitsystem oder die Prozessanlage **5** über die Zuordnung einer Feldvorrichtung **102** zu einer bestimmten E/A-Karte 108 und/oder einem bestimmten E/A-Kanal Kenntnis erlangt. Zusätzlich oder alternativ, können verschiedene Inbetriebnahmetätigkeiten oder -handlungen an verschiedenen Komponenten des Prozessregelkreises **100** durchgeführt werden, während die verschiedenen Komponenten von anderen Komponenten des Prozessregelkreises **100** getrennt sind und/oder während verschiedenen Komponenten anderen Komponenten des Kreises **100** noch nicht zugeordnet sind. Dementsprechend können durch die intelligente Inbetriebnahme wenigstens einige Teile der Inbetriebnahme lokal, automatisch, dezentralisiert und/oder parallel zueinander durchgeführt werden, so dass Vorrichtungen, Komponenten und andere Teile einer Prozessanlage **5** teilweise oder gar vollständig in Betrieb genommen werden können, bevor sie in die Anlage oder das System **5** als Ganzes eingebaut oder integriert werden, wodurch sich der für die Inbetriebnahme der Prozessanlage erforderliche Zeit- und Personalaufwand und die damit verbundenen Kosten signifikant verringern, verglichen mit traditionellen Inbetriebnahmetechniken.

[0051] Nachstehend folgen Beschreibungen verschiedener Aspekte, Geräte, Systeme, Komponenten, Vorrichtungen, Verfahren und Techniken zur intelligenten Inbetriebnahme einer Prozessanlage oder eines Prozessleitsystems **5**. Die intelligenten Inbetriebnahmetechniken werden nachstehend bei gleichzeitiger Bezugnahme auf die **Fig. 1**, **Fig. 2A**, **Fig. 2B** und **Fig. 2C** beschrieben, wobei dies jedoch der Vereinfachung der Lektüre dient und nicht einschränkend ausgelegt werden soll. Allerdings sind, wie ein Fachmann erkennen wird, wenigstens einige der in der vorliegenden Schrift beschriebenen intelligenten Inbetriebnahmetechniken in Szenarien auf autarke Vorrichtungen und/oder auf Teile von Prozessanlagen anwendbar, in denen derartige Teile nicht in Betrieb genommen werden.

Logische Kennungen

[0052] Ein wichtiger Aspekt der intelligenten Inbetriebnahme ist die unabhängige Verfügbarkeit logischer Kennungen von Komponenten in der Feldumgebung für eine Verwendung während der Inbetriebnahme. Beispiele für derartige logische Kennungen sind unter anderem Vorrichtungskennzeichnungen (Device Tags - DT), von denen jede ein bestimmtes Instrument, eine bestimmte Steuerung, ein bestimmtes Ventil oder eine andere physikalische Feldvorrichtung darstellt, und Vorrichtungssignalkennzeichnungen (Device Signal Tags - DST), von denen jede ein bestimmtes Signal darstellt, das durch eine bestimmte Vorrichtung empfangen oder erzeugt wird und das in der Regel einem bestimmten Parameter entspricht, der durch die Feldvorrichtung verwendet wird. Bei einigen Vorrichtungen gehört zur Vorrichtungssignalkennzeichnung eine Kombination aus der Vorrichtungskennzeichnung der Vorrichtung und einer Kennung eines bestimmten Signals, das durch diese Vorrichtung empfangen oder erzeugt wurde, z. B. eine Kennung eines bestimmten Parameters, auf den durch ein Steuermodul verwiesen wird. Bei einigen Vorrichtungen, in der Regel alte oder dumme Vorrichtungen, steht eine Vorrichtungskennzeichnung sowohl für die physikalische Vorrichtung als auch für ein durch die Vorrichtung erzeugtes Signal. Allgemein ausgedrückt wird eine logische Kennung einer Vorrichtung von der Prozessanlage **5** sowohl in der Feldumgebung **122** als auch in der Back-End-Umgebung **125** verwendet, um die Vorrichtung eindeutig zu kennzeichnen.

[0053] Jedenfalls war es, wie vorstehend erörtert, bei traditionellen Inbetriebnahmeverfahren erforderlich, dass derartige logische Kennungen von Vorrichtungen und Signalen zuerst in der Back-End-Umgebung **125** einer Prozessanlage definiert werden, z. B. während der funktionellen Auslegungs- und Konstruktionsphasen, und anschließend der Feldumgebung **122** für eine Verwendung im Rahmen der Inbetriebnahme darin angeordneter physikalischer Vorrichtungen und Geräte zur Verfügung gestellt werden. Im Rahmen der intelligenten Inbetriebnahme werden derartige logische Kennungen jedoch unabhängig und asynchron in der Feldumgebung **122** und in der Back-End-Umgebung **125** abgeleitet und/oder abgerufen, so dass die logischen Kennungen ohne Weiteres in der jeweiligen lokalen Umgebung 122, 125 für eine Verwendung bei lokalen Inbetriebnahmetätigkeiten und -handlungen zur Verfügung stehen, z. B. nach Bedarf. Bezeichnenderweise stehen logische Kennungen wesentlich früher im Inbetrieb-

nahmeverfahren für eine Verwendung in der Feldumgebung **122** zur Verfügung, wodurch Initiierung und Voranschreiten von Inbetriebnahmetätigkeiten in der Feldumgebung **122** eine geringere Abhängigkeit vom Voranschreiten von Inbetriebnahmetätigkeiten in der Back-End-Umgebung **125** aufweisen.

[0054] Im Allgemeinen wird eine logische Kennung, die für eine bestimmte Vorrichtung 102 steht, unabhängig und lokal in der Feldumgebung **122** abgeleitet, indem die logische Kennung jeweils von einer physikalischen Kennung oder einer anderen Ausgangskennung der Vorrichtung **102** abgeleitet wird, die der Feldumgebung **122** lokal zur Verfügung steht. Gleichermaßen, jedoch getrennt davon, wird in der Back-End-Umgebung **125** die logische Kennung, die für die bestimmte Vorrichtung **102** steht, unabhängig und lokal aus einer Ausgangskennung der Vorrichtung **102** abgeleitet, die der Back-End-Umgebung **125** lokal zur Verfügung steht. In einem Beispiel wird die logische Kennung einer Vorrichtung **102** von einer Ausgangskennung abgeleitet, bei der es sich um eine eindeutige Kennung der physikalischen Vorrichtung **102** handelt. Allgemein ausgedrückt werden die physikalische oder andere Kennung der Vorrichtung **102**, die lokal verfügbar ist, in der vorliegenden Schrift als eine „Ausgangskennung“ oder „Ausgangskennzeichnung“ und die logische Kennung der Vorrichtung **102**, die von der Systemkennung oder Systemkennzeichnung abgeleitet ist, in der vorliegenden Schrift als eine „Systemkennung“ oder „Systemkennzeichnung“ bezeichnet.

[0055] In der Regel, aber nicht zwingend, weist die Ausgangskennung oder - kennzeichnung der Vorrichtung **102**, von der die Systemkennung oder -kennzeichnung abgeleitet ist, eine Gesamtzahl der Zeichen auf, die sich von einer Gesamtzahl der Zeichen der logischen Kennung unterscheidet, und kann in einem beliebigen gewünschten Format vorliegen. Die Zeichen einer Kennung, egal ob Ausgangs- oder Systemkennung, umfassen in der Regel alphanumerische Zeichen, die mit Strichen oder anderen nicht alphanumerischen Zeichen abgesetzt sein können. Bei einer Ausführungsform wird das gewünschte Format der Systemkennung oder -kennzeichnung durch einen Benutzer angegeben oder ausgewählt.

[0056] In einigen Fällen ist eine Gesamtzahl der Zeichen, die in der Ausgangskennzeichnung der Vorrichtung **102** enthalten sind, größer als eine Gesamtzahl der Zeichen, die in der Systemkennzeichnung der Vorrichtung **102** enthalten sind. Handelt es sich bei der Ausgangskennzeichnung der Vorrichtung **102** beispielsweise um eine physikalische Kennung, wie beispielsweise eine 32 Zeichen lange HART-Kennzeichnung, mit der die Vorrichtung **102** gekennzeichnet wird, kann es sich bei der abgeleiteten Systemkennzeichnung der Vorrichtung **102** um eine verkürzte Kennzeichnung handeln, wie beispielsweise eine 8 Zeichen kurze HART-Kennzeichnung (z. B. die 8 Zeichen kurze Kennzeichnung, die durch die ursprüngliche HART-Protokollvorgabe und Überarbeitungen dieser vor Revision **6** definiert ist) oder eine Host-Kennzeichnung mit 16 Zeichen, die durch das Prozessleitsystem **5** und dessen Steuerungslogik verwendet wird, um die Vorrichtung **102** eindeutig zu kennzeichnen.

[0057] In einigen Fällen ist eine Gesamtzahl der Zeichen in der Ausgangskennzeichnung der Vorrichtung **102** niedriger als eine Gesamtzahl der Zeichen in der Systemkennzeichnung der Vorrichtung **102**. Handelt es sich beispielsweise bei der Ausgangskennzeichnung der Vorrichtung **102** um eine 8 Zeichen kurze HART-Kennzeichnung, die durch die ursprüngliche HART-Protokollvorgabe und Überarbeitungen dieser vor Revision **6** definiert ist, kann es sich bei der abgeleiteten Systemkennzeichnung der Vorrichtung **102** um die Host-Kennzeichnung mit 16 Zeichen handeln, die das Prozessleitsystem **5** verwendet, oder kann es sich bei der abgeleiteten Systemkennzeichnung um die 8 Zeichen kurze HART-Kennzeichnung handeln, die vorangestellt, nachgestellt oder anderweitig modifiziert ist, um zusätzliche Zeichen aufzunehmen.

[0058] In einem in der vorliegenden Schrift beschriebenen veranschaulichenden, aber nicht einschränkenden Beispiel werden die Ausgangskennzeichnung der Vorrichtung **102** als eine „lange Kennzeichnung“ (LT) und die Systemkennzeichnung der Vorrichtung als eine „verkürzte Kennzeichnung“ (ST) der Vorrichtung **102** bezeichnet. Für eine leichtere Bezugnahme in den Zeichnungen werden bestimmte lange Kennzeichnungen der Vorrichtung mit „LT-x“ und bestimmte verkürzte Kennzeichnungen der Vorrichtung mit „ST-x“ bezeichnet, wobei x für eine bestimmte veranschaulichte Feldvorrichtung **102a**, **102b**, **102c** oder **102d** steht. Für eine bessere Lesbarkeit werden lange Kennzeichnungen zusätzlich in der Regel mit „LT“ und verkürzte Kennzeichnungen im Allgemeinen mit „ST“ bezeichnet.

[0059] Bei der langen Kennzeichnung (LT) einer Vorrichtung **102** kann es sich beispielsweise um eine Modell- und Seriennummer, einen Barcode, eine Kennung entsprechend der HART-, Wireless-HART- oder HART-IP-Protokolle (z. B. eine 32 Zeichen lange HART-Kennzeichnung), eine Kennung entsprechend einem anderen Industrieprotokoll oder eine andere geeignete Kennung handeln, die lokal verfügbar ist. Die bestimmten Zeichen der langen Kennzeichnung (LT) der Feldvorrichtung **102** können durch deren Hersteller oder durch einen Anbieter der Prozessanlage **5** a priori festgelegt werden, z. B. beim Erstellen von Prozessflussdiagrammen (PFD) und/oder Rohrleitungs- und Instrumentenfließbildern (P&ID) oder anderweitigen Plänen der Prozessanlage. Lange Kennzeichnungen können jeweils in lokalen Umgebungen **122**, **125** beispiels-

weise durch Asset-Management-Systeme, wie etwa die durch Emerson Process Management vertriebene Asset Management Software (AMS) Suite, oder andere Bestands- und Installationssysteme 132 bereitgestellt werden. Für einige intelligente Feldvorrichtungen (z. B. Feldvorrichtungen 102a, 102b), sind jeweilige lange Kennzeichnungen (LT) im Vorfeld vorgehalten oder im Speicher der physikalischen Feldvorrichtung **102** gespeichert, bevor die Feldvorrichtung **102** in Betrieb genommen wird. Beispielsweise zeigt **Fig. 2A**, dass die lange Kennzeichnung LT-B der Vorrichtung **102b** in der physikalischen Feldvorrichtung **102b** im Vorfeld vorgehalten oder gespeichert wurde, z. B. im Werk, nach Ankunft am Standort, während des Aufbaus usw.

[0060] Eine Systemkennzeichnung, die eine Feldvorrichtung **102** anzeigt (was in diesem veranschaulichenden Beispiel durch die verkürzte Kennzeichnung ST angegeben ist), kann durch eine Vorrichtung, eine Komponente oder ein Gerät **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung erzeugt oder ermittelt werden, wobei ein beispielhaftes Blockdiagramm dafür in **Fig. 3A** veranschaulicht ist. Zum Gerät **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung gehört ein Eingang **202**, über den eine Ausgangskennzeichnung einer Vorrichtung **102** empfangen oder abgerufen wird (die in diesem veranschaulichenden Beispiel durch die lange Kennzeichnung LT dargestellt ist). Der Eingang **202** ist über eine Verknüpfung **205** kommunikativ mit dem Sender der langen Kennzeichnung LT verbunden. Die Verknüpfung 205 kann beliebig gewünscht umgesetzt sein, z. B. eine drahtgebundene Verknüpfung, eine drahtlose Verknüpfung (bei der es sich beispielsweise um eine Langstrecken-, Kurzstrecken- oder Nahfeldverknüpfung handeln kann), eine Netzwerkverknüpfung, ein Funktionsaufruf oder eine andere Art der softwareimplementierten Verknüpfung, oder eine andere geeignete Verknüpfung, über die die lange Kennzeichnung LT der Vorrichtung **102** empfangen wird. In einem Beispiel wird die lange Kennzeichnung LT über eine Kommunikationsverknüpfung von einer anderen Vorrichtung oder einem Datenspeicher abgerufen. In einem anderen Beispiel erhält das Gerät **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung die lange Kennzeichnung LT durch Zugreifen auf eine lokale Datenbank.

[0061] In einigen Umsetzungen (nicht abgebildet) wird die lange Kennzeichnung LT am Eingang **202** des Gerätes **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung über eine optische Schnittstelle abgerufen. In einer beispielhaften Konfiguration gehört zum Gerät **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung eine optische Schnittstelle, die eine lange Kennzeichnung LT von einem Etikett, einem Barcode, einem Bild, einem QR-Code (Quick Response Code) oder einer anderen zweidimensionalen Darstellung der langen Kennzeichnung LT abtastet, liest oder anderweitig optisch erhält. Zum Gerät **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung gehört zudem ein Bild- und/oder optischer Prozessor zum automatischen Bestimmen oder Abrufen der konkreten Zeichen der langen Kennzeichnung LT aus dem abgerufenen Bild.

[0062] Wie in **Fig. 3A** gezeigt, gehört zum Gerät **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung ein Kennzeichnungssyntaxanalysierer **208**, der an der langen Kennzeichnung LT arbeitet, die über den Eingang **202** empfangen wurde. Zum Kennzeichnungssyntaxanalysierer **208** können (i) ein Satz computerausführbare Ausführungen, die auf einem oder mehreren materiellen, nicht flüchtigen Speichern abgelegt und durch einen oder mehrere Prozessoren ausführbar sind, (ii) ausführbare Firmwareanweisungen und/oder (iii) ausführbare Hardwareanweisungen gehören. Zum Gerät **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung gehört zudem ein Satz Syntaxanalyseregeln 210, auf die der Kennzeichnungssyntaxanalysierer **208** zugreifen kann und die festlegen oder anzeigen, wie der Zeichensatz der verkürzten Kennzeichnung ST der Feldvorrichtung **102** auf der Grundlage des Zeichensatzes der langen Kennzeichnung LT der Feldvorrichtung **102** extrahiert, ausgewählt, abgeleitet oder anderweitig ermittelt werden soll. Folgt beispielsweise eine lange Kennzeichnung LT der Konvention oder dem Format AABB-CCCCxxxyyyD-zzE, kann der Satz Syntaxanalyseregeln **210** darauf hindeuten, dass die entsprechende verkürzte Kennzeichnung ST der Konvention oder dem Format CCCCxxxyyyD-zzE folgen soll. Zu dem Satz Syntaxanalyseregeln **210** kann eine beliebige Art von Regeln gehören, mit denen eine Länge einer Kennzeichnung verkürzt wird, wie beispielsweise Regeln, mit denen die Kennzeichnung abgeschnitten wird, mit denen verschiedene aufeinanderfolgende oder nicht aufeinanderfolgende Zeichen gelöscht werden, mit denen numerische Zeichen mit Hilfe mathematischer Operationen miteinander kombiniert oder manipuliert werden, usw.

[0063] Es wird angemerkt, dass, wenngleich die Ausgangskennzeichnung im vorliegenden veranschaulichenden Beispiel als eine lange Kennzeichnung (LT) und die abgeleitete Systemkennzeichnung als eine verkürzte Kennzeichnung (ST) implementiert sind, dies lediglich eine von vielen möglichen Ausführungsformen darstellt. In anderen beispielhaften Szenarien, wie etwa, wenn eine abgeleitete Systemkennzeichnung eine größere Länge als die Länge einer Ausgangskennzeichnung aufweist, definieren oder zeigen die Syntaxanalyseregeln **210** trotzdem an, wie der Zeichensatz der Systemkennzeichnung auf der Grundlage des Zeichensatzes der Ausgangskennzeichnung zu ermitteln oder abzuleiten ist. Beispielsweise können die Syntaxanalyseregeln **210** auf zusätzliche Zeichen verweisen, die voranzustellen, nachzustellen und/oder zwischen die Zeichen der Ausgangskennzeichnung zu stellen sind, um die Systemkennzeichnung zu erzeugen. Allgemein aus-

gedrückt definieren die Syntaxanalyseregeln **210** die Modifikationen oder geben diese an, die auf die Ausgangskennzeichnung der Vorrichtung **102** anzuwenden sind, um die jeweilige Systemkennzeichnung für die Vorrichtung **102** zu erzeugen oder abzuleiten. Allerdings können verschieden Arten von Syntaxanalyseregeln **210** definiert und auf verschiedene Formate und/oder Kommunikationsprotokolle angewendet werden, auf denen die verschiedenen Ausgangskennzeichnungen basieren. Zudem können wenigstens einige der Syntaxanalyseregeln **210** bei verschiedenen Anbietern von Prozessleitsystemen, an verschiedenen Anlagenstandorten, bei verschiedenen Arten von Komponenten oder Vorrichtungen und/oder auf der Grundlage anderer Kriterien ggf. verschieden sein. Allerdings können bei einigen Umsetzungen wenigstens einige der Syntaxanalyseregeln **210** konfiguriert oder geändert werden.

[0064] Wieder Bezug nehmend auf das veranschaulichende Beispiel, gehört zum Gerät 200 zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung zudem ein Ausgang **212**, über den die abgeleitete oder ermittelte verkürzte Kennzeichnung ST einem anderen Gerät oder einer anderen Vorrichtung, wie etwa Feldvorrichtung **102**, und/oder einem oder mehreren lokalen oder entfernten Speichern zum Speichern bereitgestellt wird. Der Ausgang **212** kann über eine Verknüpfung **215** kommunikativ mit dem empfangenden Gerät oder der empfangenden Vorrichtung verbunden sein, bei der es sich um die Verknüpfung **205** oder eine andere Verknüpfung handeln kann. Die Verknüpfung **215** kann beliebig gewünscht umgesetzt sein, z. B. eine drahtgebundene Verknüpfung, eine drahtlose Verknüpfung, eine Netzwerkverknüpfung, ein Funktionsaufruf oder eine andere Art von softwareimplementierter Verknüpfung oder eine andere geeignete Verknüpfung.

[0065] In der Feldumgebung **122** können Instanzen des Gerätes **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung an einem oder mehreren beliebigen Standorten darin angeordnet sein. Beispielsweise kann das Gerät **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung im AMS oder einem anderen Asset-System **132** und/oder in einem oder mehreren Feldinbetriebnahmewerkzeugen **135a**, **135b** enthalten sein. Die Feldinbetriebnahmewerkzeuge **135** können ein Teil des AMS-Systems **132** oder autarke Feldinbetriebnahmevorrichtungen oder -werkzeuge sein. Allgemein ausgedrückt handelt es sich bei einem Werkzeug zur Feldinbetriebnahme **135** um einen Laptop-Computer (z. B. Referenz **135a**), ein Tablet oder eine intelligente Handheld-Vorrichtung (z. B. Referenz **135b**) oder eine andere tragbare Rechenvorrichtung, die in die Feldumgebung **122** eingebracht wird, z. B. in einen Gerüstbereich und/oder einen Aufbaubereich der Feldumgebung **122**. Ein Bediener verwendet das Inbetriebnahmewerkzeug **135** zum Herstellen einer vorübergehenden Verbindung (z. B. über eine drahtgebundene und/oder eine drahtlose Verbindung) mit einer Zielvorrichtung oder -komponente (z. B. die Feldvorrichtung **102**, die E/A-Klemmleiste 105, die E/A-Karte 108, das CHARM **110**, die Steuerung **120** usw.), um eine von mehreren Inbetriebnahmetätigkeiten an der verbundenen Komponente durchzuführen.

[0066] In einigen Anordnungen sind Instanzen des Gerätes **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung im Schrank **115** oder in einem anderen Schrank enthalten, der in der Feldumgebung **122** aufgestellt ist. Beispielsweise kann das Gerät **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung in einer E/A-Klemmleiste 105, einer E/A-Karte 108, einer elektronischen Klemmvorrichtung **140**, einer Steuerung **120** oder in einer anderen Vorrichtung oder einem anderen Gerät enthalten sein, die/das sich in einem Schrank in der Feldumgebung **122** befindet.

[0067] Das Gerät **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung muss jedoch nicht in einer zentralen Vorrichtung oder einem zentralen Gerät implementiert sein. Beispielsweise kann der Satz Syntaxanalyseregeln **210** in einem Speicher abgelegt sein, der sich im Schrank **115** befindet, während der Kennzeichnungssyntaxanalysierer **208** im Feldinbetriebnahmewerkzeug/in der tragbaren Vorrichtung **135** enthalten ist. Alternativ kann der Kennzeichnungssyntaxanalysierer **208** in einem Speicher abgelegt sein, der sich im Schrank **115** befindet, und kann der Satz Syntaxanalyseregeln **210** auf dem Feldinbetriebnahmewerkzeug/der tragbaren Vorrichtung **135** gespeichert sein. Bei einer anderen Ausführungsform können die Syntaxanalyseregeln **210** an einem entfernten Standort gespeichert sein (z. B. in einer entfernten Datenbank, in der Cloud usw.), auf den der Kennzeichnungssyntaxanalysierer **208** zugreifen kann. Dadurch, dass Teile des Gerätes **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung auf mehrere Vorrichtungen und/oder Geräte verteilt sind, besteht eine Flexibilität hinsichtlich der Frage, welche Syntaxanalyseregeln auf welche Arten von Ausgangskennzeichnungen angewendet werden.

[0068] Zudem können zur Feldumgebung **122** mehrere Instanzen des Gerätes **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung gehören. In einem Beispiel gehören zu mehreren Feldinbetriebnahmewerkzeugen oder -vorrichtungen 135 jeweils eine entsprechende Instanz des Gerätes **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung. Zusätzlich oder alternativ kann das Asset-Management-System **132** eine jeweilige Instanz des Gerätes **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung enthalten. Allerdings können einige intelligente Feldvorrichtungen **102** und/oder andere Komponenten, die in der Feldumgebung **122** verbaut sind, jeweils ein jeweiliges integriertes Gerät **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung enthalten.

[0069] Gleichermaßen können in der Back-End-Umgebung **125** Instanzen der Vorrichtung, der Komponente oder des Gerätes **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung an einem oder mehreren Standorten darin angeordnet sein. In einem Beispiel sind jeweilige Instanzen des Gerätes **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung in einem oder mehreren Back-End-Inbetriebnahmewerkzeugen **138a**, **138b** enthalten. Im Allgemeinen handelt es sich bei einem Back-End-Inbetriebnahmewerkzeug **138** um einen Laptop- oder Desktop-Computer (z. B. Referenz **138a**), ein Tablet oder eine intelligente Handheld-Vorrichtung (z. B. Referenz **138b**) oder eine andere tragbare oder stationäre Rechenvorrichtung, die in der Back-End-Umgebung 125 angeordnet ist. Bei wenigstens einigen der Back-End-Inbetriebnahmewerkzeuge **138** kann es sich um autarke Back-End-Inbetriebnahmevorrichtungen oder -werkzeuge handeln. Zusätzlich oder alternativ können wenigstens einige der Back-End-Inbetriebnahmewerkzeuge 138 ein Teil des AMSs oder eines anderen Asset-Systems **132** und/oder können wenigstens einige der Back-End-Inbetriebnahmewerkzeuge **138** ein Teil von anderen zentralen Back-End-Systemen sein, wie beispielsweise ein Steuermodul oder ein funktionelles Konstruktionsentwicklungssystem, ein zentrales verwaltendes System, ein zentrales Bedienschnittstellensystem usw.

[0070] Es ist anzumerken, dass alle Instanzen des Satzes Syntaxanalyseregeln **210** in der gesamten Prozessanlage **5** konsistent sind. Insbesondere ist der Satz Syntaxanalyseregeln 210 (und alle Teile davon) in der gesamten Feldumgebung **122** und in der Back-End-Umgebung 125 der Prozessanlage **5** sowie auf allen Inbetriebnahmewerkzeugen **135**, **138**, mit denen die Prozessanlage in Betrieb genommen wird, und an jedem anderen Standort konsistent, an dem der Satz Syntaxanalyseregeln **210** für die Anlage **5** angeordnet ist. Verschiedene Instanzen des Gerätes **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung können jedoch verschiedene Teilmengen der Syntaxanalyseregeln **210** für verschiedene Zielvorrichtungen oder -komponenten enthalten, z. B. zu Effizienzzwecken.

[0071] **Fig. 3B** zeigt ein beispielhaftes Verfahren **230** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung, das wenigstens teilweise durch das Gerät **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung in **Fig. 3A** oder durch ein beliebiges anderes geeignetes Gerät durchgeführt werden kann. Bei einer Ausführungsform führt der Kennzeichnungssyntaxanalysierer **208** des Gerätes **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung das Verfahren **230** oder Teile davon durch. In der Regel, aber nicht zwingend, wird wenigstens ein Teil des Verfahrens **230** in der Feldumgebung **122** der Prozessanlage **5** durchgeführt.

[0072] Bei einem Block **232** gehört zum Verfahren **230** das Abrufen **232** einer Ausgangskennung oder -kennzeichnung, mit der eine physikalische Feldvorrichtung **102** in der Prozessanlage **5** eindeutig gekennzeichnet wird. Das Format der Ausgangskennung oder -kennzeichnung (z. B. alphanumerische Zeichen, andere Arten von Zeichen, wie beispielsweise Striche, Punkte usw., eine Ordnung und Anzahl von Zeichen usw.) kann einem bestimmten Prozesskommunikationsprotokoll entsprechen, wie etwa das HART-, WirelessHART- oder HART-IP-Kommunikationsprotokoll, oder einem anderen Industrieprozessprotokoll. Alternativ kann die Ausgangskennzeichnung ein anderes geeignetes Format aufweisen, wie beispielsweise Modell-/Seriennummer, Barcode, QR-Code usw.

[0073] Die Ausgangskennung oder -kennzeichnung der Feldvorrichtung **102** kann durch eine oder mehrere Feldinbetriebnahmevorrichtungen **135** und/oder durch ein Asset-Management- oder anderes System **132** abgerufen 232 werden, das in der Feldumgebung **122** der Prozessanlage **5** angeordnet ist. Für einige Vorrichtungen kann die Ausgangskennzeichnung durch die Feldvorrichtung **102** selbst abgerufen 232 werden. In einem Beispiel wird eine Ausgangskennzeichnung von einem Speicher einer intelligenten Feldvorrichtung **102a**, **102b** abgerufen. In einem anderen Beispiel wird eine Ausgangskennzeichnung von einem Asset-Management- oder anderen Bestands-/Aufbausystem **132** abgerufen. In noch einem anderen Beispiel wird eine Ausgangskennzeichnung durch eine Feldinbetriebnahmevorrichtung **135** abgerufen, z. B. durch Auslesen einer Datei oder durch Empfangen der Ausgangskennzeichnung über eine Kommunikationsschnittstelle. In einigen Situationen wird eine Ausgangskennzeichnung der Feldvorrichtung **102** durch eine Schnittstelle einer Feldinbetriebnahmevorrichtung **135** abgerufen, wie beispielsweise durch eine Nahfeld- oder Nahbereichskommunikationsschnittstelle (z. B. NFC, RFID usw.) oder durch eine optische Schnittstelle, wie beispielsweise ein Scanner oder eine Kamera. Beispielsweise scannt, liest oder erhält eine Feldinbetriebnahmevorrichtung **135** anderweitig optisch 230 ein Etikett, einen Barcode, ein Bild, einen QR-Code oder eine andere Darstellung der Ausgangskennzeichnung der Feldvorrichtung **102** und ermittelt die Feldinbetriebnahmevorrichtung **135** unter Verwendung von Bildbearbeitungs- und/oder anderen geeigneten Techniken automatisch die Zeichen, die in der Ausgangskennzeichnung der Feldvorrichtung **102** enthalten sind.

[0074] Das Format der Ausgangskennzeichnung (alphanumerische Zeichen, andere Arten von Zeichen, wie beispielsweise Striche, Punkte usw., eine Ordnung und Anzahl von Zeichen usw.) kann einem bestimmten Prozesskommunikationsprotokoll entsprechen, wie etwa dem HART WirelessHART- oder HART-IP-Kommunikationsprotokoll, oder einem an-

deren Industrieprozessprotokoll. Alternativ kann die Ausgangskennzeichnung in einem anderen geeigneten Format vorliegen, wie beispielsweise Modell-/Seriennummer, Barcode usw. Die Ausgangskennzeichnung der Feldvorrichtung **102** kann abgerufen 232 werden, während sich die Feldvorrichtung **102** in einem beliebigen einer Reihe von Zuständen befindet, wie beispielsweise abgeschaltet, hochgefahren, E/A nicht zugewiesen, E/A zugewiesen, getrennt, verbunden und/oder dergleichen. Erörterungen verschiedener Zustände der Feldvorrichtung 102 sind in anderen Abschnitten der vorliegenden Offenbarung beschrieben.

[0075] Bei einem Block **235** gehört zum Verfahren **230** das Ermitteln oder Ableiten einer oder mehrerer Systemkennzeichnungen, die der Feldvorrichtung **102** entsprechen, auf der Grundlage der abgerufenen Ausgangskennzeichnung, die auf die Feldvorrichtung **102** und einen Satz Syntaxanalyseregeln **210** hinweist. Beispielsweise werden eine Vorrichtungskennzeichnung und/oder eine oder mehrere Vorrichtungssignalkennzeichnungen, die mit der Feldvorrichtung **102** assoziiert sind, bei Block **235** ermittelt oder abgeleitet. In der Regel ist eine Gesamtzahl der Zeichen einer Systemkennzeichnung zu einer Gesamtzahl der Zeichen einer Ausgangskennzeichnung unterschiedlich und als solches weist der Satz Syntaxanalyseregeln **210** auf ein Abschneiden, Löschen von verschiedenen Zeichen, eine Addition von verschiedenen Zeichen, eine Kombination und/oder Manipulation von numerischen Zeichen, die in der Ausgangskennzeichnung enthalten sind, und/oder eine andere Technik zum Modifizieren der Länge der Ausgangskennzeichnung hin. Dementsprechend werden bei Block **235** die Zeichen der Systemkennzeichnung von den Zeichen der Ausgangskennzeichnung abgeleitet oder anderweitig ermittelt.

[0076] Bei einigen Ausführungsformen (nicht abgebildet) gehört zum Verfahren **230** das Ermitteln oder Ableiten anderer Kennzeichnungen oder Kennungen im Zusammenhang mit einem Prozesskreis **100** auf der Grundlage der Ausgangskennzeichnung der Vorrichtung **102**, der Systemkennzeichnung der Vorrichtung **102** und/oder des Satzes Syntaxanalyseregeln 210. In einem Beispiel wird eine Steuerungskennzeichnung, die den Prozesskreis **100** in der Prozessanlage **5** kennzeichnet, auf der Grundlage der Ausgangskennzeichnung der Vorrichtung **102**, der Systemkennzeichnung der Vorrichtung **102** und/oder des Satzes Syntaxanalyseregeln **210** ermittelt oder abgeleitet.

[0077] Bei einigen Ausführungsformen (ebenfalls nicht gezeigt) gehören zum Verfahren 230 das Definieren, Konfigurieren und/oder anderweitige Modifizieren des Satzes Syntaxanalyseregeln **210**. Beispielsweise können die Syntaxanalyseregeln **210** für zusätzliche Vorrichtungen oder Vorrichtungsarten **102**, verschiedene Teile der Prozessanlage 5, verschiedene Anlagenstandorte, verschiedene Inbetriebnahmevorrichtungen **135** oder anderweitig nach Bedarf definiert, konfiguriert und/oder modifiziert werden.

[0078] Jedenfalls gehört bei Block **238** zum Verfahren **230** das Speichern der Systemkennzeichnung der Feldvorrichtung **102** (und gegebenenfalls beliebiger anderer Informationen, die bei Block **235** automatisch abgeleitet oder ermittelt wurden) in einen oder mehrere Speicher, die in der Feldumgebung **122** der Prozessanlage **5** angeordnet sind. Handelt es sich bei der Feldvorrichtung **102** beispielsweise um eine intelligente Feldvorrichtung, kann die Systemkennzeichnung in einem internen Speicher der Feldvorrichtung **102** abgelegt werden. Die Systemkennzeichnung kann zusätzlich oder alternativ in einem Speicher von anderen Komponenten im Prozesskreis **122** gespeichert werden, wie beispielsweise in der E/A-Klemmleiste 105, der E/A-Karte 108, einer elektronischen Klemmleiste oder -vorrichtung, einer elektronischen Klemmkomponente, wie beispielsweise ein CHARM **110** usw. Darüber hinaus oder alternativ kann die Systemkennzeichnung der Feldvorrichtung **102** in einem oder mehreren Feldinbetriebnahmewerkzeugen **135** und/oder in einem Asset-Management- oder anderen System **132** gespeichert werden.

[0079] Bei einem Block **240** gehört zum Verfahren **230** das Verwenden der gespeicherten Systemkennzeichnung der Feldvorrichtung **102** zum Durchführen einer oder mehrerer Inbetriebnahmetätigkeiten oder -handlungen an der Feldvorrichtung **102** in der Feldumgebung **122** der Prozessanlage **5**. In der Regel, aber nicht zwingend, befindet sich die Feldvorrichtung **102** in einem Zustand E/A nicht zugeordnet oder E/A zugeordnet, während die eine oder mehreren Inbetriebnahmetätigkeiten oder -handlungen durchgeführt werden (und befindet sich diesbezüglich während der Ausführung eines beliebigen oder mehrerer beliebiger der Blöcke **232**-**238** des Verfahrens **230** in einem Zustand E/A nicht zugeordnet). Zu beispielhaften Inbetriebnahmetätigkeiten oder -handlungen, die unter Verwendung der gespeicherten Systemkennzeichnung (Block **238**) an der Feldvorrichtung **102** durchgeführt werden können, gehören das Hochfahren und Herunterfahren der Feldvorrichtung **102**, das Einführen von Testsignalen und das Überprüfen der jeweiligen Reaktionen, das automatische Erzeugen von wenigstens einem Teil einer E/A-Bestandsliste, einschließlich der Feldvorrichtung **102**, das automatische Erzeugen von wenigstens einem Teil eines Bestandsschaltplans oder eines Bestandsplans für den Regelkreis, einschließlich der Feldvorrichtung **102** usw.

[0080] In einigen Szenarien gehört zum Block **240** das automatische Initiieren der einen oder mehreren Inbetriebnahmetätigkeiten oder -handlungen un-

ter Verwendung der Systemkennzeichnung der Feldvorrichtung **102**. Beispielsweise wird eine bestimmte Inbetriebnahmehandlung, bei der die Systemkennzeichnung der Feldvorrichtung **102** verwendet wird, automatisch initiiert, nachdem die Ableitung der Systemkennzeichnung (Block **235**) oder das Speichern der Systemkennzeichnung (Block **238**) abgeschlossen ist. In einigen Szenarien gehört zum Block **238** zusätzlich oder alternativ das Bereitstellen der Systemkennzeichnung der Feldvorrichtung **102** für eine andere Vorrichtung, die in der Feldumgebung **122** der Prozessanlage **5** angeordnet ist, z. B. für eine Verwendung in einer anderen Inbetriebnahmehandlung, die sich sowohl auf die Feldvorrichtung **102** als auch die andere Vorrichtung bezieht. Beispielsweise kann die Systemkennzeichnung der Feldvorrichtung **102** einem jeweiligen CHARM **110** bereitgestellt werden, und ein Teil des Regelkreises **100**, einschließlich sowohl der Feldvorrichtung **102** als auch des CHARMs **110**, kann unter Verwendung der Systemkennzeichnung der Feldvorrichtung **102** in Betrieb genommen werden.

Zuordnungszustand Eingang/Ausgang (E/A)

[0081] Ein weiterer wichtiger Aspekt der intelligenten Inbetriebnahme ist die Verfügbarkeit eines E/A-Zuordnungszustandes einer Vorrichtung in der Feldumgebung **122** einer Prozessanlage **5**, wie beispielsweise die Feldvorrichtung **102**, und die Fähigkeit, die Vorrichtung wenigstens teilweise auf der Grundlage ihres E/A-Zuordnungszustandes zu konfigurieren. Allgemein ausgedrückt weist ein E/A-Zuordnungszustand einer Vorrichtung 102 darauf hin, ob eine Vorrichtung einer bestimmten E/A-Karte und in einigen Fällen einem bestimmten E/A-Kanal zugeordnet wurde oder ist oder nicht. Beispielsweise wird eine Vorrichtung **102** als sich in einem Zustand E/A nicht zugeordnet befindend betrachtet, wenn eine bestimmte physikalische E/A-Adresse und/oder ein bestimmter E/A-Kanal der Vorrichtung **102** in der Feldumgebung **122** noch nicht zugeordnet wurde, d.h. die Abbildung der bestimmten Vorrichtung **102** auf die bestimmte physikalische E/A-Adresse/den E/A-Kanal ist in der Feldumgebung **122** nicht verfügbar. Andererseits wird die Vorrichtung **102** als sich in einem Zustand E/A zugeordnet befindend betrachtet, wenn eine bestimmte physikalische E/A-Adresse (und gegebenenfalls ein bestimmter E/A-Kanal, z. B. für drahtgebundene Vorrichtungen) der Vorrichtung **102** in der Feldumgebung **122** zugeordnet wurde und die Zuordnung in einer oder mehreren Komponenten gespeichert ist, die in der Feldumgebung **122** verbaut sind, wodurch die Abbildung zwischen der Vorrichtung **102** und der zugeordneten bestimmten E/A-Karte und/oder dem zugeordneten bestimmten E/A-Kanal bereitgestellt wird. Durch die Verfügbarkeit von E/A-Zuordnungszuständen von Vorrichtungen in der Feldumgebung **122** und die Fähigkeit, nicht zugeordnete Vorrichtungen wenigstens teilweise zu konfigurieren, können verschiedene Inbetriebnahmehandlungen und/oder -tätigkeiten initiiert, durchgeführt und sogar abgeschlossen 122 werden, während sich verschiedene Vorrichtungen im Zustand E/A nicht zugeordnet befinden, ohne auf Zuordnungen zu bestimmten E/A-Karten und bestimmte E/A-Kanäle warten zu müssen, wie dies aktuell während der traditionellen Feldinbetriebnahme erforderlich ist.

[0082] Zur Veranschaulichung Bezug nehmend auf die **Fig. 2A**-**Fig. 2C**, weist der E/A-Zuordnungszustand der Feldvorrichtung **102b**, **102d** daraufhin, ob die Feldvorrichtung **102b**, 102d ihrer jeweiligen E/A-Karte 108 und/oder ihrem jeweiligen E/A-Kanal der Karte **108** zugeordnet wurde oder nicht. Bei Feldvorrichtungen **102a**, **102c**, die elektronisch aufgelegt werden, deutet der E/A-Zuordnungszustand der Feldvorrichtung **102a**, **102c** daraufhin, ob die Feldvorrichtung **102a**, **102c** ihrer jeweiligen CIOC **145**, ihrer jeweiligen CHARM-Klemmleiste **150** und/oder ihrem jeweiligen CIOC-Kanal zugeordnet wurde oder nicht. Im Allgemeinen sind jedoch zum Zwecke der besseren Lesbarkeit in der vorliegenden Schrift ein „E/A-Zuordnungszustand“ einer Vorrichtung und damit in Verbindung stehende Begriffe, wie beispielsweise „E/A zugeordnet“, „E/A nicht zugeordnet“ usw. Hinweise darauf, ob die Vorrichtung überhaupt einer beliebigen Art von E/A-Karte und/oder E/A-Kanal, z. B. einer alten oder intelligenten E/A-Karte, einer CIOC, einer WIOC (drahtlose E/A-Karte), Logikauflösern für das Sicherheitsinformationssystems (z. B. Simplex, Komplex, intelligente Logikauflöser, CSLS (CHARM Smart Logic Solver) usw.), oder einer beliebigen anderen bekannten Art von Karte/Kanal zugeordnet wurde oder nicht, die in Prozessleit- und/oder Sicherheitsinformationssystemen verwendet wird, um E/A-Funktionen auszuführen, die einer Vorrichtung entsprechen. Als solches werden zum Zwecke einer besseren Lesbarkeit die Begriffe „E/A-Karte“, „E/A-Kanal“ und „E/A-Knoten“ in der vorliegenden Schrift im Allgemeinen verwendet, um sich auf eine beliebige Art von E/A-Karte, E/A-Kanal und E/A-Knoten zu beziehen.

[0083] Vorrichtungsgehäuse oder Platzhalter ermöglichen die Verfügbarkeit von E/A-Zuordnungszuständen der Vorrichtungen **102** in der Feldumgebung **122**, sowie die Fähigkeit, eine Vorrichtung **102** in der Feldumgebung **122** wenigstens teilweise zu konfigurieren und in Betrieb zu nehmen, während deren konkrete E/A-Verbindung durch die Back-End-Umgebung **125** noch nicht definiert oder bereitgestellt wurde. Allgemein ausgedrückt enthält oder speichert ein Vorrichtungsgehäuse oder ein Platzhalter für eine Feldvorrichtung **102** eine E/A-abstrahierte Konfiguration für die Vorrichtung **102**, wie nachstehend erläutert.

[0084] Ein Vorrichtungsgehäuse oder Platzhalter wird beispielsweise als ein konfigurierbares Objekt

(oder als eine andere geeignete Definitionsspeicherdarstellung), das konfigurierbar ist, in der Feldumgebung **122**, in bestimmten Instanzen von Gehäusen oder Platzhaltern für entsprechende Vorrichtungen implementiert. Vorrichtungsgehäuse oder - platzhalter können in der Feldumgebung **122** durch das Asset-Management- oder andere Bestands- oder Einbausysteme **132** und/oder durch Feldinbetriebnahmevorrichtungen **135** bereitgestellt werden. Bei bestimmten intelligenten Feldvorrichtungen **102c**, **102b** kann eine jeweilige Instanz eines Vorrichtungsplatzhalters oder -gehäuses, die der intelligenten Feldvorrichtung **102a**, **102b** entspricht, im Speicher der Vorrichtung gespeichert werden, entweder a priori oder durch eine Übertragung in den Speicher der Vorrichtung, z. B. bevor die Vorrichtung **102** in die Feldumgebung **122** eingebaut wird oder nachdem die Vorrichtung 102 in die Feldumgebung **102** eingebaut wurde.

[0085] Ein Vorrichtungsgehäuse oder -platzhalterobjekt umfasst ein Feld oder eine Eigenschaft zum Speichern des E/A-Zuordnungszustandes einer Vorrichtung. Das Vorrichtungsgehäuse oder -platzhalterobjekt umfasst zusätzliche Felder oder Eigenschaften zum Speichern verschiedener Konfigurationsparameterwerte der Vorrichtung vor der Festlegung der physikalischen E/A-Anordnung der Vorrichtung. Das bedeutet, dass für eine Vorrichtung **102** in einem Zustand E/A nicht zugeordnet wenigstens eine Teil- oder abstrahierte Konfiguration einer Vorrichtung **102** in deren entsprechendem Vorrichtungsgehäuse oder -platzhalter definiert und gespeichert werden kann, neben abstrahierten Informationen zum E/A-Typ, so dass die Vorrichtung **102** wenigstens teilweise konfiguriert und in Betrieb genommen werden kann, ohne die genaue E/A-Konfiguration der Vorrichtung zu kennen, und in einigen Fällen sogar ohne Gegenwart oder sogar die Erzeugung des entsprechenden physikalischen E/A-Knotens der Vorrichtung. Zudem ist ein Vorrichtungsgehäuse oder -platzhalterobjekt bei mehreren Arten von Vorrichtungen und unabhängig von einem bestimmten E/A-Typ einer entsprechenden physikalischen Vorrichtung häufig anzutreffen. Allgemein ausgedrückt, kann es sich bei verschiedenen Eigenschaften eines Vorrichtungsgehäuses oder -platzhalterobjektes um sichtbare Eigenschaften und/oder bei verschiedenen Eigenschaften eines Vorrichtungsgehäuses oder - platzhalterobjektes um versteckte Eigenschaften handeln.

[0086] Fig. 4A zeigt eine Vorlage **300** für ein beispielhaftes Vorrichtungsgehäuse oder - platzhalterobjekt, die in der Feldumgebung **122** der Prozessanlage **5** verwendet wird. Unter Verwendung des Vorrichtungsgehäuses oder -platzhalterobjektes 300 kann ein Benutzer eine Instanz des Platzhalterobjektes **300** der Vorrichtung erzeugen, um unter Verwendung von abstrahierten Informationen zum E/A eine Vorrichtung **102** für das Prozessleitsystem **5** zu definieren, so dass beispielsweise verschiedene Inbetriebnahmehandlungen, an denen die Vorrichtung **102** beteiligt ist, durchgeführt werden können, während die Vorrichtung **102** sich in einem Zustand E/A nicht zugeordnet befindet (d.h. bevor die Vorrichtung **102** einer bestimmten physikalischen E/A-Karte, einem bestimmten E/A-Kanal und/oder einem bestimmten E/A-Knoten zugeordnet wurde). Beispielsweise kann ein Benutzer damit beginnen, eine Instanz des Vorrichtungsgehäuses oder -platzhalterobjektes 300 für die Vorrichtung **102** zu definieren, indem er gewünschte Werte für einen Satz allgemeiner Eigenschaften **302** eingibt, die der Vorrichtung **102** entsprechen, z. B. Name, Beschreibung, Verdrahtungs-ID, typischer Schaltplan usw. Insbesondere bei HART-Vorrichtungen gehören zu den allgemeinen Eigenschaften **302** zusätzlich HART-spezifische Eigenschaften, wie beispielsweise die HART-Beschreibung, die HART-Vorrichtungsdefinition, die lange HART-Kennzeichnung, die Art des Namensbezugs und die Unterart des Namensbezugs, um nur einige wenige zu nennen. Bei anderen Arten von Vorrichtungen, bei denen es sich nicht um HART-Vorrichtungen handelt (nicht abgebildet), können zum Objekt **100** andere Eigenschaften gehören, die der Art der Vorrichtungen entsprechen. Bei einer Ausführungsform deutet ein Vorrichtungsgehäuse oder -platzhalterobjekt 300 daraufhin, ob das Objekt **300** einer Basisprozesssteuerungssystemvorrichtung (Basic Process Control System - BPCS) oder einer Sicherheitssystemvorrichtung (Safety Instrumented System - SIS) entspricht, z. B. durch Sichtbarmachen einer anderen allgemeinen Eigenschaft **302** oder dadurch, dass zwei verschiedene Arten von Platzhalterobjekten **300** für die Vorrichtung BPCS-Vorrichtungen bzw. SIS-Vorrichtungen entsprechen.

[0087] Zum Platzhalterobjekt **300** der Vorrichtung gehört zudem eine Verbindungspfadeigenschaft **305**, deren Eigenschaft darauf hinweist, ob sich eine entsprechende Vorrichtung in einem Zustand E/A zugeordnet oder in einem Zustand E/A nicht zugeordnet befindet oder nicht. In der Regel, aber nicht zwingend, wird im Anschluss an die Initialisierung einer Instanz eines Vorrichtungsplatzhalterobjektes **300**, das ein Benutzer für eine entsprechende Vorrichtung konfigurieren möchte, der Standardwert der Verbindungspfadeigenschaft **305** der Instanz auf „E/A nicht zugeordnet“ gesetzt und, nachdem die ausdrücklichen E/A-Hardwareanschlüsse definiert wurden, wird die Verbindungspfadeigenschaft **305** der Instanz auf „E/A zugeordnet“ geändert. Jedenfalls werden aufgrund dessen, dass die Verbindungspfadeigenschaft **302** für die Vorrichtung **102** auf „E/A nicht zugeordnet“ gesetzt wird, eine oder mehrere andere Eigenschaften oder Felder (z. B. Referenzen **308**-**338**) des Objektes **300** für den Benutzer sichtbar, damit dieser dort entsprechende Werte eingeben kann, um die Instanz weiter zu definieren oder zu konfigurieren. Wenigstens einige der Eigenschaften **308**-**338** sind „E/A abstrahierte“ Eigenschaften, d.h. die Eigen-

schaften, deren Werte die Fähigkeiten, Charakteristika und/oder Verhaltensweisen der jeweiligen Vorrichtung anzeigen, deren Werte jedoch nicht auf einer tatsächlichen, physikalischen E/A-Verbindung mit der jeweiligen Vorrichtung basieren (und auch keinerlei Kenntnisse dahingehend erfordern).

[0088] Beispielsweise gehört zum Platzhalterobjekt **300** der Vorrichtung ein Satz E/A abstrahierter Vorrichtungsdefinitionseigenschaften **308**, über die der Benutzer eine jeweilige Vorrichtung unter Verwendung von E/A-Abstraktionen definieren oder konfigurieren kann. Bei einer Vorrichtung **102** in einem Zustand E/A nicht zugeordnet (z. B. wie durch die Verbindungspfadeigenschaft **305** angezeigt), umfasst die E/A abstrahierte Vorrichtungsdefinition **308** eine E/A abstrahierte Schnittstellentypeigenschaft **310**, deren Wert so definiert oder ausgewählt werden kann, dass er eine Art oder eine Kategorie von E/A-Schnittstelle anzeigt, über die die physikalische Vorrichtung **102** eine physikalische Verbindung herstellen kann. Mögliche Werte für die E/A abstrahierte Schnittstellentypeigenschaft **310** sind beispielsweise „konventionell“ (z. B. für dumme, nicht intelligente, nicht-HART-, traditionelle und/oder alte Vorrichtungen), „HART“, „WireiessHART“, „SIS konventionell“, „SIS HART“ usw.

[0089] Nachdem der E/A abstrahierte Schnittstellentyp **310** im Objekt **300** definiert wurde, können zusätzliche Eigenschaften sichtbar werden, die dem definierten/ausgefüllten E/A abstrahierten Schnittstellentyp **310** entsprechen, mit denen der Benutzer die E/A abstrahierte Vorrichtungsdefinition **308** weiter verfeinern kann. Beispielsweise wird für einen definierten E/A abstrahierten Schnittstellentyp **310** mit „konventionell“, SIS konventionell“ oder „HART“ eine E/A abstrahierte Vorrichtungstypeigenschaft **312** sichtbar. Allgemein ausgedrückt gibt die E/A abstrahierte Vorrichtungstypeigenschaft **312** den Typ oder die Kategorie der Vorrichtung **102** an, wodurch die E/A abstrahierte Vorrichtungsdefinition **308** der Vorrichtung **102** weiter verfeinert wird. Beispiele für mögliche E/A abstrahierte Vorrichtungstypen **312** sind unter anderem Stromeingang, Stromausgang, getrennter Eingang, getrennter Ausgang, Impulseingang, kontinuierlicher Impulsausgang, Thermoelementeingang, Millivolteingang, RTD-Eingang (Widerstandstemperatursensor), Thermoelementeingang, Spannungseingang, 24-VDC-Stromversorgung, HART-Analogeingang, HART-DVC-Ausgang mit zwei Zuständen, WirelessHART usw.

[0090] Einige E/A abstrahierte Schnittstellentypen **310** führen unter Umständen jedoch nicht dazu, dass E/A abstrahierte Vorrichtungstypen **312** sichtbar werden (z. B. bleiben verschiedene Eigenschaften versteckt), während andere E/A abstrahierte Schnittstellentypen 310 dazu führen, dass ein, zwei, oder mehr E/A abstrahierte Vorrichtungstypen **312** sichtbar werden. Die Zuordnungen oder Assoziationen von bestimmten E/A abstrahierten Schnittstellentypen **310** zu einem oder mehreren E/A abstrahierten Vorrichtungstypen **312** (sofern vorhanden) können a priori definiert und in einigen Fällen modifizierbar sein.

[0091] Nachdem der E/A abstrahierte Vorrichtungstyp **310** im Objekt **300** definiert wurde, können bei einigen E/A abstrahierten Vorrichtungstypen **312** eine oder mehrere E/A abstrahierte Vorrichtungscharakteristikeigenschaften **315** sichtbar werden, mit denen die E/A abstrahierte Vorrichtungsdefinition **308** weiter verfeinert werden kann. Ist beispielsweise der E/A abstrahierte Vorrichtungstyp **312** als „Stromeingang“ definiert, wird eine entsprechende E/A abstrahierte Vorrichtungscharakteristik **315**, z. B. „Vorrichtungsuntertyp“, zum Speichern eines entsprechenden beschreibenden Wertes sichtbar, z. B. „0-20 mA“, „4-20 mA“ usw. In einem anderen Beispiel, wenn der E/A abstrahierte Vorrichtungstyp **312** einer Art HART-Vorrichtung entspricht (z. B. HART-Analogeingang, HART-DVC-Ausgang mit zwei Zuständen, Wireless-HART usw.), werden entsprechende E/A abstrahierte Vorrichtungscharakteristika **315**, wie beispielsweise der „HART-Hersteller“, das „HART-Modell“ und die „HART-Revision“ der Vorrichtung **102** sichtbar gemacht, so dass die jeweiligen HART-Informationen in der Definition **308** gespeichert werden können. Einige E/A abstrahierte Vorrichtungstypen **312** führen nicht dazu, dass E/A abstrahierte Vorrichtungscharakteristika **315** sichtbar werden, während andere E/A abstrahierte Vorrichtungstypen **312** dazu führen, dass ein, zwei, oder mehr E/A abstrahierte Vorrichtungscharakteristika **315** sichtbar werden. Die Zuordnungen oder Assoziationen von bestimmten E/A abstrahierten Vorrichtungstypen **312** zu einer oder mehreren E/A abstrahierten Vorrichtungscharakteristika **315** (sofern vorhanden) können a priori definiert und in einigen Fällen modifizierbar sein.

[0092] Die E/A abstrahierte Vorrichtungsdefinition **308** umfasst zudem einen Satz E/A abstrahierter E/A-Schnittstellenkonfigurationseigenschaften 318, über die die abstrahierten Eigenschaften einer E/A-Schnittstellenkonfiguration für die Vorrichtung **102** definiert werden. Die möglichen Arten oder Kategorien (und in einigen Fällen konkrete Werte) der E/A abstrahierten E/A-Schnittstellenkonfigurationseigenschaften 318 basieren auf der definierten E/A abstrahierten Vorrichtungsdefinition **308**, zumindest teilweise. Wie in **Fig. 4A** dargestellt, können E/A abstrahierte E/A-Schnittstellenkonfigurationseigenschaften 318 verschiedene E/A Konfigurationsparametereigenschaften **320** und/oder E/A-Kanaleigenschaften 322 umfassen, die sichtbar werden.

[0093] Beispielsweise werden auf der Grundlage der definierten Eigenschaftswerte **310**-315 der konfigurierten oder definierten E/A abstrahierten Vorrichtungsdefinition **308** der Vorrichtung **102** die Arten

von E/A-Hardware ermittelt (z. B. CHARM, E/A-Karte usw.), die mit der konfigurierten oder definierten Vorrichtung **102** kompatibel sind. Die Kompatibilität zwischen verschiedenen Vorrichtungsdefinitionswerten **308** und verschiedenen Arten von E/A-Hardware kann a priori definiert werden und in einigen Fällen modifizierbar sein. Bei einer Ausführungsform sind die Kompatibilitäten zwischen Vorrichtungsdefinitionswerten 308 und Arten von E/A-Hardware in Kompatibilitätsmatrizen oder in anderen geeigneten Formaten gespeichert. Zusätzlich entspricht jede Art von E/A-Hardware, die mit der konfigurierten oder definierten E/A abstrahierten Vorrichtungsdefinition **308** der Vorrichtung 102 kompatibel ist, wiederum einem jeweiligen Satz E/A abstrahierter E/A-Konfigurationsparametereigenschaften 320. Dementsprechend wird der jeweilige Satz E/A abstrahierter E/A-Konfigurationsparametereigenschaften 320 in der E/A abstrahierten E/A-Schnittstellenkonfiguration 318 sichtbar, um dessen Definition für die Vorrichtung **102** weiter zu verfeinern. Bei einigen analogen, drahtgebundenen oder konventionellen Arten von E/A-Hardware gehören zu den jeweiligen E/A abstrahierten E/A-Konfigurationsparametereigenschaften 320 eine oder mehrere Kanalparametereigenschaften 322, die für eine weitere Verfeinerung der E/A abstrahierten E/A-Schnittstellenkonfiguration 318 für die Vorrichtung **102** sichtbar sind. Bei Arten von E/A-Hardware, die nicht analog, drahtgebunden und/oder konventionell sind (z. B. digitale oder intelligente E/A-Hardwarearten), werden Kanalparametereigenschaften **322** außen vorgelassen, z. B. werden nicht sichtbar oder bleiben versteckt.

[0094] Zum Zwecke der Veranschaulichung ist anzunehmen, dass die E/A abstrahierte Vorrichtungsdefinition **308** der Vorrichtung **102** als eine 4-20 mA-Vorrichtung mit einem konventionellen Stromeingang konfiguriert ist. Eine derartige E/A abstrahierte Vorrichtungsdefinition **308** ist kompatibel (z. B. wie auf der Grundlage der Kompatibilitätszuordnungen oder -assoziationen) mit zwei bestimmten Arten von E/A-Hardware, z. B. ein 4-20-mA-HART-CHARM mit AI (Analogeingang) und ein eigensicherer (IS - Intrinsically Safe) AI mit 4-20-mA-HART-CHARM. Dementsprechend werden die jeweiligen Sätze E/A abstrahierter E/A-Konfigurationsparametereigenschaften 320 sowohl für das 4-20-mA-HART-CHARM mit AI (Analogeingang) und das eigensichere AI **4**-**20**-mA-HART-CHARM in der E/A abstrahierten E/A-Schnittstellenkonfiguration 318 zum Konfigurieren und/oder Definieren sichtbar. Da beide kompatiblen Arten von E/A-Hardware konventionelle Arten von E/A-Hardware sind, werden jeweilige Kanaleigenschaften **322**, die jeder der kompatiblen Arten entsprechen (z. B. Anti-Treppeneffekt-Filter, Untergrenze, Obergrenze, NAMUR-Grenzwerterkennung usw.), für eine weitere Verfeinerung der E/A abstrahierten E/A-Schnittstellenkonfiguration 318 der Vorrichtung **102** sichtbar.

[0095] Die Zuordnungen oder Assoziationen einer oder mehrerer bestimmter Kanaleigenschaften **322** zu einer oder mehreren bestimmten Arten von E/A abstrahierten E/A-Konfigurationsparametereigenschaften 320 und/oder zu einer oder mehreren bestimmten Arten von E/A-Hardware (und dementsprechend zu jeweiligen bestimmten E/A abstrahierten Vorrichtungsdefinitionen **308**) können a priori definiert werden und können modifizierbar sein. Gleichermaßen können bei Arten von E/A-Hardware, die nicht analog, drahtgebunden und/oder konventionell sind (z. B. digitale oder intelligente E/A-Hardwarearten), die Zuordnungen oder Assoziationen einer oder mehrerer bestimmter E/A abstrahierter E/A-Schnittstellenkonfigurationseigenschaften 318 zu einer oder mehreren bestimmten Arten von E/A-Hardware (und demnach zu bestimmten E/A abstrahierten Vorrichtungsdefinitionen 308) a priori definiert werden und modifizierbar sein.

[0096] Andere Eigenschaften, die in der E/A abstrahierten Vorrichtungsdefinition **308** enthalten sein können, sind unter anderem vorrichtungsprotokollspezifische Eigenschaften, wie beispielsweise die beispielhaften HART-Vorrichtungsalarmeigenschaften **328**, die beispielhaften HART-Vorrichtungsalarmeigenschaften **330**, automatisierte Kreistestkonfigurationseigenschaften **332** und/oder andere E/A abstrahierte Eigenschaften 335. Natürlich können andere Vorrichtungsprotokolle, wie beispielsweise Foundation-Feldbus-Protokoll-Vorrichtungen, CAN-Vorrichtungen, Profibus-Vorrichtungen usw., andere vorher definierte Eigenschaften aufweisen, die entsprechend diesen Protokollen konfiguriert sein können. Wie in **Fig. 4A** veranschaulicht, sind die beispielhaften HART-Vorrichtungsalarmeigenschaften **328** und HART-Vorrichtungsalarmeigenschaften **330** zum Definieren sichtbar, wenn der E/A abstrahierte Vorrichtungstyp **312** auf HART oder WirelessHART gesetzt ist. Allgemein ausgedrückt definieren die HART-Vorrichtungsalarmeigenschaften **328** und die HART-Vorrichtungsalarmeigenschaften **330**, welche Arten von Alarmen (ggf.) für verschiedene Arten von Warnungen ausgegeben werden sollen, und deren jeweilige Verhaltensweisen. Beispielhafte Arten von Alarmen sind unter anderem Warnung, Fehlgeschlagen, Wartung, Keine Kommunikation, Kein Alarm usw. Beispielhafte Arten von Warnungen sind beispielsweise Störung der Feldvorrichtung, Konfiguration geändert, primäre Variable außerhalb der Grenzen, Fehler beim Schreiben der CPU in EEPROM und/oder andere Warnungen im Zusammenhang mit HART-Vorrichtungen. Die automatisierten Kreistestkonfigurationseigenschaften **332** definieren Werte von verschiedenen Aspekten des automatisierten Kreistests, an dem die jeweilige Vorrichtung beteiligt ist. Beispielsweise können Werte, die auf die Arten und Niveaus von Testsignalen hinweisen, die für einen automatisierten Kreistest erzeugt werden müssen, in den automatischen Kreistestkonfigurationseigenschaften **332** ge-

speichert werden. Natürlich können beliebige andere gewünschte E/A abstrahierte Eigenschaften **335** der E/A abstrahierten Vorrichtungsdefinition **308** zusätzlich oder alternativ zum Zwecke der Definition oder Konfiguration sichtbar sein. Zusätzlich können alle anderen Eigenschaften 338 des Objektes **300** (die E/A abstrahiert sein können, aber nicht müssen) zusätzlich oder alternativ zum Zwecke der Definition oder Konfiguration sichtbar sein. Allgemein ausgedrückt definieren oder konfigurieren für die Vorrichtung **102** die bestimmten Werte 302-338, die in der Instanz ihres Vorrichtungsgehäuseobjektes **300** gespeichert sind, die bestimmte Vorrichtung **102** E/A abstrahiert, zumindest teilweise.

[0097] Im Allgemeinen wird eine konventionelle Vorrichtung als ausreichend definiert oder konfiguriert betrachtet, unter Verwendung von E/A abstrahierten Informationen, wenn deren entsprechende Eigenschaften E/A abstrahierter E/A-Schnittstellentyp 310, E/A abstrahierter Vorrichtungstyp **312**, Vorrichtungsuntertypcharakteristika **315** bereitgestellt, ausgewählt oder anderweitig definiert wurden, und wird eine HART-Vorrichtung als ausreichend konfiguriert oder definiert betrachtet, unter Verwendung von E/A abstrahierten Informationen, wenn deren Eigenschaften E/A abstrahierter E/A-Schnittstellentyp 310, E/A abstrahierter Vorrichtungstyp **312** und E/A abstrahierte Vorrichtungscharakteristika **315**, Hersteller, Modell und Revision bereitgestellt, ausgewählt oder anderweitig definiert wurden.

[0098] Zudem werden in einigen Umsetzungen wenigstens einige der Werte der Eigenschaften, die in der Instanz des Vorrichtungsplatzhalters **300** der Feldvorrichtung **102** aufbewahrt oder gespeichert sind, als Metadaten gespeichert. Beispielsweise können ein oder mehrere beliebige der Eigenschaftswerte **305**-**308** und ein oder mehrere der allgemeinen Eigenschaftswerte **302** als Metadaten aufbewahrt oder gespeichert werden.

[0099] Dadurch ermöglicht das Vorrichtungsgehäuse oder -platzhalterobjekt 300 die Konfiguration, E/A abstrahiert, einer bestimmten Vorrichtung **102** und der Feldumgebung 122, bevor die bestimmte E/A-Karte, der bestimmte E/A-Kanal und/oder der bestimmte E/A-Knoten der Vorrichtung der Vorrichtung **102** zugeordnet wurde. Insbesondere ermöglicht das Platzhalterobjekt **300** der Vorrichtung die Konfiguration der bestimmten Identität der Feldvorrichtung **102** (z. B. deren Name, deren lange Kennzeichnung, deren HART-Vorrichtungsdefinition, wenn es sich bei der Vorrichtung **102** um eine HART-Vorrichtung handelt usw.) und verschiedener Attribute der Vorrichtung **102** (Referenzen **308**-**335** und gegebenenfalls ausgewählte Eigenschaften in 302 und 338), von denen wenigstens einige E/A abstrahiert sind. Zu den Attributen der Feldvorrichtung **102** gehören beschreibende Attribute der Vorrichtung **102** sowie verhaltensbezogene Attribute oder Verhaltensweisen der Vorrichtung **102**, wenn verschiedene Bedingungen vorliegen, wie beispielsweise Alarme, Warnungen, Erkennen von Untergrenzen und/oder Obergrenzen, sowie andere Verhaltensweisen. Wenigstens einige der Attribute der Feldvorrichtung **102** weisen auf eine jeweilige Kategorie, einen jeweiligen Typen oder eine jeweilige Charakteristik hin, die/der der Vorrichtung **102** entspricht, anstelle einer ausdrücklichen Kennzeichnung (z. B. Typen 310, 312, 318 usw.), und als solche sind sie „E/A abstrahiert“. Zudem werden wenigstens einige der Eigenschaftswerte **302**-**338**, die in der Instanz des Platzhalterobjektes der Vorrichtung **102** aufbewahrt oder gespeichert sind, im Prozessleitsystem **5** geschützt oder durchgeführt, nachdem die Vorrichtung **102** einer bestimmten E/A-Karte, einem bestimmten E/A-Kanal und/oder einem bestimmten E/A-Knoten zugeordnet wurde, z. B. nachdem die Verbindungspfadeigenschaft **305** der Vorrichtung dahingehend geändert wurde, dass sie anzeigt, dass die Vorrichtung **102** sich in einem Zustand E/A zugeordnet befindet, wie in einem nachstehenden Abschnitt beschrieben.

[0100] Aus Gründen der Übersichtlichkeit gehört zur vorstehenden Erörterung der Konfiguration der Vorrichtungsgehäuse oder -platzhalterobjekte 300, dass ein Benutzer die gewünschten Werte für verschiedene Eigenschaften **302**-**338** über eine Benutzerschnittstelle eingibt, konfiguriert oder anderweitig definiert, wie beispielsweise über eine Benutzerschnittstelle eines Asset-Management-Systems **132** und/oder eines Feldinbetriebnahmewerkzeugs **135**. Wenigstens durch den E/A abstrahierten Charakter der Vorrichtungsdefinitionen **308** von Vorrichtungen, die sich im Zustand E/A nicht zugeordnet befinden, können jedoch wenigstens einige der gewünschten Eigenschaftswerte **302**-**338** (z. B. für sichtbare Eigenschaften und/oder für versteckte Eigenschaften) durch eine Konfigurationsanwendung **340** automatisch konfiguriert, definiert und ausgefüllt werden, die auf dem Asset-Management-System **132**, auf einem Feldinbetriebnahmewerkzeug **135** (z. B. wie in den **Fig. 2A** und **Fig. 2C** dargestellt) oder auf einer anderen Rechenvorrichtung läuft. In einem Beispiel füllt die Konfigurationsanwendung **340** automatisch wenigstens einige der Eigenschaftswerte **302**-**338** auf der Grundlage von Informationen aus, die in einer oder mehreren Dateien, einer oder mehreren Datenbanken oder einem oder mehreren Datenspeichern **342** gespeichert sind. Wenigstens einige der Datendateien oder Datenspeicher **342** können im Hinblick auf die Konfigurationsanwendung **340** lokal angeordnet sein (z. B. am Asset-Management-System **132**, am Feldinbetriebnahmewerkzeug 135, wie in den **Fig. 2A** und **Fig. 2C** dargestellt, und/oder an einem anderen lokalen Datenspeicher). Zusätzlich oder alternativ können wenigstens einige der einen oder mehreren Dateien oder Datenbanken **342** entfernt angeordnet sein (z. B. auf einem Remote-Server, einer Datenbank, ei-

nem Cloud-Speicher usw., nicht abgebildet) und die Konfigurationsanwendung **340** kann rechnerfern auf diese zugreifen.

[0101] Die Datenspeicher **342** speichern Hinweise oder Definitionen von verschiedenen Zuordnungen oder Assoziationen von E/A abstrahierten Informationen, z. B. zwischen verschiedenen E/A abstrahierten Schnittstellentypen **310** und verschiedenen E/A abstrahierten Vorrichtungstypen **312**, zwischen verschiedenen E/A abstrahierten Vorrichtungstypen **312** und verschiedenen E/A abstrahierten Vorrichtungscharakteristiken 315, zwischen verschiedenen E/A abstrahierten Vorrichtungsdefinitionen **308** und verschiedenen Arten von E/A-Hardware, zwischen verschiedenen Arten von E/A-Hardware und verschiedenen E/A abstrahierten E/A-Schnittstellenkonfigurationseigenschaften 318, zwischen verschiedenen E/A abstrahierten Vorrichtungsdefinitionen **308** und verschiedenen E/A abstrahierten E/A-Konfigurationseigenschaften 318, zwischen verschiedenen E/A abstrahierten E/A-Konfigurationseigenschaften 318 und verschiedenen E/A abstrahierten Konfigurationsparametereigenschaften **320**, zwischen verschiedenen E/A abstrahierten Konfigurationsparametereigenschaften **320** und verschiedenen Kanalparametereigenschaften 332, und dergleichen. Zusätzlich oder alternativ können die Dateien oder Datenbanken **342** zudem Werte von allgemeinen Eigenschaften **302**, wie beispielsweise Name, Beschreibung, Verdrahtungs-ID, typischer Schaltplan, lange HART-Kennzeichnung, HART-Vorrichtungsdefinition usw., und/oder von anderen Vorrichtungseigenschaften **338** speichern. Die Dateien, Datenbanken oder Datenspeicher **342** können in einem beliebigen geeigneten Format implementiert sein (z. B. Kompatibilitätsmatrizen, Tabellen, Referenzdatenbanken usw.) und können auf einer beliebigen Anzahl von Datenspeichervorrichtungen implementiert sein.

[0102] Dementsprechend kann die Konfigurationsanwendung **340** auf der Grundlage des E/A abstrahierten Charakters der Vorrichtungsdefinitionen **308** von Vorrichtungen, die sich im Zustand E/A nicht zugeordnet befinden, und unter Verwendung der Inhalte der Datenspeicher **342**, wenigstens einige der Eigenschaftswerte **302**-**338** für mehrere Vorrichtungen in großen Mengen konfigurieren, z. B. diejenigen, die einen oder mehrere gemeinsame Eigenschaftswerte **302**-**338** miteinander teilen, wodurch Vorrichtungskonfigurationen in verschiedenen Bereichen der Prozessanlage **5** und Effizienzen während der Inbetriebnahme einheitlich nachverfolgt werden können.

[0103] Unter Bezugnahme auf die Eigenschaft Name, die in den allgemeinen Eigenschaften **302** des Objektes **300** enthalten ist, unterliegt die Eigenschaft Name denselben Namensgebungs- und Namensraumregeln wie logische Vorrichtungskennungen, die im Prozessleitsystem **5** verwendet werden, wie beispielsweise die Namensgebungs- und Namensraumregeln für Vorrichtungskennzeichnungen und Vorrichtungssignalkennzeichnungen. Als solches speichert die Eigenschaft Name bei einer Ausführungsform die verkürzte Kennzeichnung (ST) der Vorrichtung **102**, die, wie vorstehend im Zusammenhang mit den **Fig. 3A** und **Fig. 3B** erörtert, automatisch von der langen Kennzeichnung (LT) der Vorrichtung abgeleitet werden kann, z. B. durch ein Gerät 200 zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung. Dementsprechend empfängt das Gerät **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung in einigen Situationen eine lange Kennzeichnung (LT) einer bestimmten Vorrichtung von der Konfigurationsanwendung **340** oder greift direkt auf die Dateien oder Datenbanken **342** zu, um die lange Kennzeichnung der bestimmten Vorrichtung zu lesen oder anderweitig abzurufen, und verwendet dann die abgerufene lange Kennzeichnung, um die verkürzte Kennzeichnung (ST) der Vorrichtung zu ermitteln, z. B. wie beispielsweise vorstehend beschrieben. In einigen Situationen liest das Gerät **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung eine Vielzahl von langen Kennzeichnungen (LT) der Vorrichtung in großen Mengen aus einer oder mehreren der Dateien oder Datenbanken **342** aus, erzeugt eine entsprechende Vielzahl von verkürzten Kennzeichnungen (ST) der Vorrichtung und speichert die erzeugte Vielzahl von verkürzten Kennzeichnungen (ST) in einer oder mehreren der Dateien oder Datenbanken **342** für einen anschließenden Zugriff durch die Konfigurationsanwendung **340**, um jeweilige Namenseigenschaften mehrerer Vorrichtungen auszufüllen. In einigen Situationen empfängt die Konfigurationsanwendung 340, anstatt die Dateien **342** auszulesen oder darauf zuzugreifen, um die verkürzte Kennzeichnung (ST) der Vorrichtung abzurufen, die verkürzte Kennzeichnung (ST) einer Vorrichtung vom Gerät **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung, entweder pro Vorrichtung oder in großen Mengen.

[0104] Es wird angemerkt, dass, wenngleich die Konfigurationsanwendung **340** und das Gerät **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung als separate Einheiten erörtert werden, die Konfigurationsanwendung **300** und das Gerät **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung bei einigen Umsetzungen wenigstens teilweise eine ganzheitliche Einheit darstellen. Beispielsweise kann das Gerät **200** zur Syntaxanalyse der Kennzeichnung in der Konfigurationsanwendung **340** enthalten sein oder kann der Kennzeichnungssyntaxanalysierer **208** in der Konfigurationsanwendung **340** enthalten sein.

[0105] Fig. 4B zeigt ein beispielhaftes Verfahren **350** zum Inbetriebnehmen einer Prozessanlage, das wenigstens teilweise durch das Asset-Management-System oder ein anderes System **132**, das sich in der Feldumgebung befindet, durch eine oder mehrere Feldinbetriebnahmevorrichtungen **135** und/oder durch eine beliebige andere geeignete Vorrichtung

durchgeführt werden kann, die sich in der Feldumgebung **122** der Prozessanlage 5 befindet. Zur einfacheren Veranschaulichung, jedoch nicht einschränkend, wird das Verfahren **350** unter gleichzeitiger Bezugnahme auf die **Fig. 1**-**Fig. 4A** beschrieben. Allgemein ausgedrückt wird wenigstens ein Teil des Verfahrens **350** (und in einigen Situationen das gesamte Verfahren **350**) in der Feldumgebung **122** der Prozessanlage **5** ausgeführt, beispielsweise in einem Gerüstbereich der Feldumgebung **122** und/oder in einem Aufbaubereich der Feldumgebung **122**.

[0106] Bei einem Block **352** gehört zum Verfahren **350** das Abrufen eines Satzes Werte, mit denen eine Feldvorrichtung **102** beschrieben wird, zum Ausfüllen in verschiedenen Eigenschaften eines Platzhalterobjektes **300** der Vorrichtung für die Feldvorrichtung **102**. Während der Laufzeit der Prozessanlage **5** soll die Feldvorrichtung **102** eine physikalische Funktion in der Feldumgebung **122** der Prozessanlage **5** ausführen und Daten senden und/oder empfangen, die der physikalischen Funktion zum Steuern eines Prozesses in der Prozessanlage **5** entsprechen. Die Daten, die der physikalischen Funktion entsprechen, sollen über einen Anschluss gesendet und/oder empfangen werden, der kommunikativ mit einer E/A-Vorrichtung verbunden ist. Während der Ausführung des Verfahrens **350** befindet sich die Feldvorrichtung **102** jedoch in einem Zustand E/A nicht zugeordnet, z. B. ist die Feldvorrichtung **102** nicht zugeordnet (z. B. noch nicht zugeordnet), um über eine beliebige E/A-Vorrichtung zu kommunizieren.

[0107] Wenigstens einige des Satzes von Werten kennzeichnen die Feldvorrichtung **102** in der Prozessanlage **5** spezifisch, z. B. deren Name, deren lange Kennzeichnung, eine HART-Vorrichtungsdefinition (wenn es sich bei der Feldvorrichtung **102** um eine HART-Vorrichtung handelt) usw. Zusätzlich weisen wenigstens einige des Satzes von Werten jeweils auf eine jeweilige Typenkategorie hin, mit der die Feldvorrichtung **102** beschrieben wird. Beispielsweise kann der Satz von Werten einen oder mehrere Werte enthalten, von denen jeder jeweils auf einen E/A-Schnittstellentyp 310, einen Vorrichtungstyp **312**, eine Charakteristik des Vorrichtungstyps **315**, einen E/A-Konfigurationstyp 318, eine oder mehrere Eigenschaften/einen oder mehrere Parameter des E/A-Konfigurationstyps 320, einen oder mehrere Kanalparameter des E/A-Konfigurationstyps 322, eine Vorrichtungswarnungskonfiguration **328**, eine Vorrichtungsalarmkonfiguration **330**, eine automatisierte Kreistestkonfiguration **332** oder andere Typen oder Kategorien **335**, **338** von beschreibenden Attributen der Feldvorrichtung **102** hinweist.

[0108] Wenigstens einige des Satzes von Werten, die der Feldvorrichtung **102** entsprechen, werden von einer oder mehreren Quellen abgerufen (Block **352**). Beispielsweise können wenigstens einige der Werte, mit denen die Feldvorrichtung **102** beschrieben wird, dadurch abgerufen werden, dass die Werte von einer Datei oder einem Datenspeicher ausgelesen, die Werte über eine Kommunikationsverbindung empfangen, die Werte über eine Benutzerschnittstelle empfangen, die Werte von einer anderen Anwendung empfangen und/oder auf der Grundlage beliebiger anderer bekannter Mittel zum Abrufen von Daten abgerufen werden. Bezeichnenderweise wird der Satz von Werten, mit denen die Feldvorrichtung **102** beschrieben wird, jedoch abgerufen (Block **352**), während ein Kreis (oder ein Teil davon), in dem die Feldvorrichtung **102** enthalten ist, kommunikativ nicht mit der Back-End-Umgebung **125** der Prozessanlage **5** verbunden ist. Beispielsweise kann kein Wert aus dem Satz von Werten von einem Steuerungskonfigurationswerkzeug oder einer Steuerungskonfigurationsanwendung abgerufen werden, das/die in der Back-End-Umgebung 125 der Prozessanlage **5** verwendet wird, da die Kommunikationspfade zwischen der Feldumgebung **122** und der Back-End-Umgebung **125** über den Regelkreis **100** (z. B. über die Feldvorrichtung **102**, eine zugeordnete E/A-Karte, die Steuerung **120** und die Back-End-Datenautobahn oder den Back-End-Backbone **10**) (noch) nicht eingerichtet oder festgelegt wurden.

[0109] Einige Werte aus dem Satz von Werten, die der Feldvorrichtung **102** entsprechen, können durch automatisches Ableiten von einem anderen abgerufenen Wert abgerufen werden (Block **352**). Beispielsweise kann die Ausgangskennzeichnung der Vorrichtung von einer Quelle abgerufen werden und kann eine Systemkennzeichnung der Feldvorrichtung **102** automatisch von der abgerufenen Ausgangskennzeichnung abgeleitet werden.

[0110] Bei einem Block **355** gehört zum Verfahren **350** zudem das Konfigurieren einer Instanz eines Platzhalterobjektes **300** der Vorrichtung für die Feldvorrichtung **102** unter Verwendung der abgerufenen Werte, mit denen die Feldvorrichtung **102** beschrieben wird, wodurch eine E/A abstrahierte Konfiguration der Vorrichtung **102** definiert wird. Zum Konfigurieren der Instanz des Vorrichtungsplatzhalterobjektes der Feldvorrichtung **102** gehört das Ausfüllen entsprechender Felder oder Eigenschaften des Objektes **300** mit entsprechenden Werten, mit denen die Feldvorrichtung **102** beschrieben wird.

[0111] Es wird angemerkt, dass nicht alle konfigurierten Instanzen von Vorrichtungsplatzhalterobjekten **300** denselben Satz von Eigenschaften enthalten. Verschiedene Sätze von Eigenschaften können auf der Grundlage eines oder mehrerer ausgefüllter Werte von anderen Eigenschaften sichtbar werden, die im Objekt **300** enthalten sind. Als solches gehört zum Konfigurieren der Instanz des Platzhalterobjektes **300** der Vorrichtung für die Feldvorrichtung **102** (Block **355**) bei einigen Szenarien das Sichtbar-

machen einer zusätzlichen Eigenschaft des Objektes **300** auf der Grundlage eines Wertes, der in einer anderen Eigenschaft des Objektes **300** eingetragen wurde 300 (nicht in **Fig. 4B** abgebildet). Beispielsweise wird auf der Grundlage der Tatsache, dass die Eigenschaft E/A abstrahierter Schnittstellentyp **310** als konventionell ausgefüllt wird, die Eigenschaft E/A abstrahierter Vorrichtungstyp **312** für deren entsprechende Befüllung sichtbar (z. B. für den Stromeingang, den Stromausgang usw.). Diese Assoziationen der bestimmten Sichtbarmachung zusätzlicher Eigenschaften auf der Grundlage bestimmter ausgefüllter Werte von anderen Eigenschaften können beispielsweise in einer Datei, einer Datenbank oder einem Datenspeicher **342** gespeichert werden, der Hinweise auf die Assoziationen oder Zuordnungen speichert. Darüber hinaus kann der Bereich möglicher Füllwerte für die neu sichtbar gemachte Eigenschaft ebenfalls in der Datei, der Datenbank oder dem Datenspeicher **342** gespeichert werden.

[0112] Es wird zudem angemerkt, dass, während eine konfigurierte Instanz eines Platzhalterobjektes **300** der Vorrichtung E/A abstrahierte Werte für verschiedene Eigenschaften enthält (z. B. E/A abstrahierter Schnittstellentyp, E/A abstrahierter Vorrichtungstyp usw.), die konfigurierte Instanz ausdrückliche Werte für andere Eigenschaften enthalten kann. Beispielsweise können Alarmgrenzen auf ausdrückliche Werte gesetzt werden und können bestimmte Parameterwerte der E/A-Konfigurationseigenschaft auf ausdrückliche Werte gesetzt werden.

[0113] Bei einem Block **358** gehört zum Verfahren **350** das Initiieren einer oder mehrerer Inbetriebnahmehandlungen an der Feldvorrichtung **102**, während sich die Feldvorrichtung im Zustand E/A nicht zugeordnet befindet. Die eine oder mehreren Inbetriebnahmehandlungen werden auf der Grundlage der E/A abstrahierten Konfiguration der Feldvorrichtung **102** initiiert. In einem Beispiel werden, nachdem erkannt wird, dass sich die Feldvorrichtung **102** im Zustand E/A nicht zugeordnet befindet, wie durch den Wert angezeigt, der in der konfigurierten Instanz des Vorrichtungsplatzhalterobjektes der Feldvorrichtung **102** aufbewahrt oder gespeichert ist, eine oder mehrere Inbetriebnahmehandlungen initiiert (Block 358). Zusätzlich oder alternativ können eine oder mehrere Inbetriebnahmehandlungen wenigstens einige der Informationen oder Daten verwenden, die in der E/A abstrahierten Konfiguration der Feldvorrichtung **102** gespeichert sind. Beispielsweise kann der Name der Feldvorrichtung **102** (bei dem es sich beispielsweise um eine Vorrichtungskennzeichnung oder eine Vorrichtungssignalkennzeichnung handeln kann, die der Feldvorrichtung **102** entspricht) verwendet werden, um die Identität der eingebauten Feldvorrichtung **102** zu prüfen und Testsignale zu erzeugen. In einem anderen Beispiel definieren die in die HART-Vorrichtungswarnungs- **328** und die HART-Vorrichtungsalarmkonfiguration **330** eingepflegten Werte das Verhalten der Feldvorrichtung **102** bei Warnungen und/oder Alarmen und werden diese erwarteten Verhaltensweisen durch eine oder mehrere Inbetriebnahmehandlungen festgestellt, getestet und/oder überprüft.

[0114] In einem optionalen Block **360** gehört zum Verfahren **350** das Erkennen oder Ermitteln, dass die Feldvorrichtung **102** in den Zustand E/A zugeordnet gewechselt ist, was darauf hindeutet, dass die Feldvorrichtung **102** einer bestimmten E/A-Vorrichtung, einem bestimmten E/A-Kanal und/oder einem bestimmten E/A-Knoten zugeordnet wurde. Auf der Grundlage des Erkennens, dass die Vorrichtung **102** sich im Zustand E/A zugeordnet befindet, können eine oder mehrere andere Inbetriebnahmehandlungen initiiert werden und können diese anderen Inbetriebnahmehandlungen wenigstens einige der Informationen oder Daten verwenden, die durch die E/A abstrahierte Konfiguration der Feldvorrichtung **102** aufbewahrt oder gespeichert wurden. Beispielsweise kann ein automatisierter Kreistest, der am Kreis **100** durchgeführt wird, die Werte verwenden, die in die Konfigurationseigenschaften zum automatisierten Kreistest **332** für die Feldvorrichtung **102** eingepflegt wurden und die verschiedenen Signalniveaus anzeigen, die an der Feldvorrichtung **102** erzeugt werden müssen, um das Verhalten des Prozessregelkreises **100** zu testen und/oder zu überprüfen.

[0115] Bei einigen Ausführungsformen wird das Verfahren **350** vollständig ausgeführt, ohne Eingaben durch den Benutzer zu erfordern oder zu verwenden, bis auf das mögliche Empfangen eines Initiierungsbefehls für das Verfahren **350** über eine Benutzerschnittstelle. Beispielsweise werden nach dem Empfangen eines Benutzerbefehls zum Initiieren des Verfahrens **350** automatisch und ohne jedwede eingreifenden Benutzereingaben eine E/A abstrahierte Konfiguration für die Feldvorrichtung **102** erzeugt oder definiert (z. B. Blöcke 352, 355) und eine oder mehrere Inbetriebnahmehandlungen, die die erzeugte E/A abstrahierte Konfiguration der Vorrichtung **102** verwenden, automatisch und ohne jedwede eingreifenden Benutzereingaben initiiert (z. B. Block **358**).

[0116] Darüber hinaus wird das Verfahren **350** in einigen Szenarien dahingehend erweitert, dass es auf eine Vielzahl von Feldvorrichtungen **102** angewendet wird, die verschiedene Arten von Feldvorrichtungen umfassen können (z. B. Sensoren, Ventile, Messvorrichtungen usw.). In einem beispielhaften Szenario wird Block **355** von Verfahren 350 für die Vielzahl von Feldvorrichtungen **102** durchgeführt (z. B. in Reihe und/oder parallel und ohne jedwede eingreifende Benutzereingaben), wodurch die Vielzahl von Feldvorrichtungen **102** E/A abstrahiert in großer Menge konfiguriert wird. Jedenfalls wird bei einer Ausführungsform die Gesamtheit des Verfahrens **350** automatisch

für eine Vielzahl von Feldvorrichtungen durchgeführt, ohne dafür irgendwelche Benutzereingaben zu erfordern oder zu verwenden (bis auf das mögliche Empfangen eines Initiierungsbefehls über eine Benutzerschnittstelle). Das bedeutet, dass E/A abstrahierte Konfigurationen für die Vielzahl von Feldvorrichtungen automatisch und ohne jedwede eingreifenden Benutzereingaben erzeugt oder definiert werden und dass eine oder mehrere Inbetriebnahmehandlungen, die die erzeugten E/A abstrahierten Konfigurationen verwenden, automatisch und ohne jedwede eingreifenden Benutzereingaben initiiert werden.

Verbreitung von Vorrichtungsinformationen in der Feldumgebung

[0117] Dementsprechend ist die E/A abstrahierte Konfiguration der Vorrichtung **102** in der Feldumgebung **122** für eine Verwendung im Rahmen verschiedener Inbetriebnahmetätigkeiten verfügbar, während sich die Vorrichtung **102** im Zustand E/A nicht zugeordnet befindet und/oder während der Kreis **100**, in dem die Vorrichtung **102** enthalten ist, kommunikativ nicht mit der Back-End-Umgebung **125** verbunden ist. In der Feldumgebung **122** können eine oder Inbetriebnahmetätigkeiten, die wenigstens einige der Informationen verwenden, die in der E/A abstrahierten Konfiguration der Vorrichtung **102** aufbewahrt oder enthalten sind, bei oder an der Vorrichtung **102** ausgeführt werden, beispielsweise, wenn die Vorrichtung **102** erstmalig eingebaut wird, wenn eine kommunikative Verbindung an der Vorrichtung **102** verfügbar ist (z. B. ein Kabel wird an einem Anschluss der Vorrichtung aufgenommen, ein drahtloser Sender-Empfänger der Vorrichtung **102** ist aktiviert usw.), wenn die Vorrichtung **102** kommunikativ mit einem CHARM **110a** verbunden ist, usw. Beispielsweise werden unter Verwendung der E/A abstrahierten Konfiguration der Vorrichtung Testsignale entsprechend der E/A abstrahierten Vorrichtungsdefinition **308** der Vorrichtung **102** in die Vorrichtung **102** eingeführt, um deren Reaktionsverhalten zu testen, wenngleich sich die Vorrichtung **102** in einem Zustand E/A nicht zugeordnet befindet.

[0118] Als solches wird die E/A abstrahierte Konfiguration der Vorrichtung **102** an einem Ort in der Feldumgebung **122** gespeichert, so dass die Feldinbetriebnahmewerkzeuge **135** ohne Weiteres auf darin aufbewahrte oder gespeicherte Informationen zugreifen können. Beispielsweise kann wenigstens ein Teil der E/A abstrahierten Konfiguration der Vorrichtung 102 lokal an der Inbetriebnahmevorrichtung **135**, am Asset-Management-System **132** und/oder in einer anderen Datei oder einem anderen Datenspeicher **342** gespeichert werden, auf den die Inbetriebnahmevorrichtung **135** zugreifen kann. Bei einigen Ausführungsformen ist eine Gesamtheit der E/A abstrahierten Konfiguration der Vorrichtung **102** lokal an der Inbetriebnahmevorrichtung **135**, am Asset-Management-System **132** und/oder in der Datei oder dem Datenspeicher **342** gespeichert.

[0119] Zusätzlich werden in einigen Szenarien wenigstens einige der in der E/A abstrahierten Konfiguration der Vorrichtung **102** gespeicherten Informationen zum Speichern auf einer oder mehreren Komponenten verteilt, die mit der Feldvorrichtung **102** assoziiert sind und für den Laufzeitbetrieb in die Feldumgebung **122** eingebaut wurden (und/oder werden sollen), um wenigstens einen Teil des Industrieprozesses zu steuern, wie beispielsweise andere Komponenten des Prozessregelkreises **100**, von dem die Feldvorrichtung **102** ein Teil ist. Von dem Satz von Informationen, die in der E/A abstrahierten Konfiguration der Vorrichtung **102** aufbewahrt oder gespeichert sind, werden allgemein ausgedrückt wenigstens die Kennzeichnung der Feldvorrichtung **102**, wie beispielsweise der Eigenschaftswert Name, die verkürzte Kennzeichnung (ST) oder eine andere bestimmte Kennzeichnung der Feldvorrichtung **102**, an die empfangende(n) Komponente(n) verteilt und in diesen gespeichert. Für einige Vorrichtungen und/oder für einige empfangende Komponenten werden zusätzliche Informationen, die in der E/A abstrahierten Konfiguration der Vorrichtung **102** aufbewahrt oder gespeichert sind, ebenfalls verteilt und im Speicher der empfangenden Komponenten gespeichert. In der Regel enthalten die eine oder mehreren Komponenten, an die wenigstens einige der Informationen der E/A abstrahierten Konfiguration der Feldvorrichtung verteilt werden, keine Benutzerschnittstellenvorrichtungen (z. B. keine Feldinbetriebnahmewerkzeuge **135**, keine Benutzerschnittstellen des Asset-Management-Systems **132** und andere Benutzerschnittstellenvorrichtungen) .

[0120] Anstelle dessen kopiert, überträgt oder verteilt die Feldinbetriebnahmevorrichtung 135 und/oder das Asset-Management-System **132** in einigen Inbetriebnahmeszenarien wenigstens einige der in der E/A abstrahierten Konfiguration der Vorrichtung **102** gespeicherten Informationen (z. B. den Namen der Vorrichtung **102** und gegebenenfalls andere Informationen) an die eine oder die mehreren empfangenden Komponenten, die in der Feldumgebung **122** der Prozessanlage **5** angeordnet sind. In einem Beispiel stellt die Feldinbetriebnahmevorrichtung **135** und/oder das Asset-Management-System **132** (mit oder ohne menschliche Hilfe) eine drahtgebundene oder drahtlose Kommunikationsverknüpfung oder -verbindung mit der empfangenden Komponente her und kopiert, überträgt oder verteilt die gewünschten Informationen der E/A abstrahierten Konfiguration der Feldvorrichtung **102** anderweitig an die empfangende Komponente über die hergestellte Verbindung, damit diese in einem Speicher der empfangenden Komponente gespeichert werden.

[0121] Zur Verteilung der gewünschten Informationen der E/A abstrahierten Konfiguration der Feldvorrichtung **102** an die empfangende Komponente kann eine beliebige geeignete Technologie oder Technik zur elektronischen Kommunikation verwendet werden. Eine beispielhafte geeignete Technologie zur elektronischen Kommunikation ist ein drahtloses Kurzstreckenzustandsprotokoll, z. B. RFID (Radiofrequenz-Identifikation), Bluetooth, NFC (Nahfeldkommunikation), oder ein anderes drahtloses Kurzstreckenkommunikationsprotokoll, wie beispielsweise in US-Patentanmeldung Nr. 15/291,200 beschrieben, gleichzeitig mit der vorliegenden Schrift eingereicht, mit dem Titel „Method and System for Commissioning Process Control Hardware“ (Aktenzeichen des Bevollmächtigten **06005-593481**), deren Offenbarung durch Bezugnahme hierin vollumfänglich aufgenommen ist. Es wird jedoch angemerkt, dass in verschiedenen Situationen verschiedene drahtlose Kurzstreckentechnologien zur Anwendung kommen können. Ist die empfangende Komponente beispielsweise (noch) nicht hochgefahren, kann RFID verwendet werden, um die gewünschten Informationen zur Vorrichtungskonfiguration der Feldvorrichtung **102** von einer tragbaren Inbetriebnahmevorrichtung **135** oder einer anderen Handheld-Vorrichtung auf einen Speicher zu übertragen, der an eine externe Oberfläche oder einen anderen externen Teil der empfangenden Komponente gebunden ist, wohingegen eine andere Technik eingesetzt werden kann, wie beispielsweise Bluetooth, Wi-Fi oder eine direkte, physikalische Verbindung oder ein Kabel, wenn eine empfangende Komponente hochgefahren ist.

[0122] Wenn die empfangende Komponente wenigstens teilweise hochgefahren ist und einen eingebauten Speicher enthält, können jedenfalls verschiedene drahtlose und/oder drahtgebundene Techniken verwendet werden, um die gewünschten Konfigurationsinformationen der Feldvorrichtung **102** zum Speichern auf der empfangenden Komponente zu übertragen. In der Regel gehören in diesen Situationen zur empfangenden Komponente Hardware, Software und/oder Firmware, die so konfiguriert ist, dass sie die gewünschten Konfigurationsinformationen der Vorrichtung **102** über einen drahtgebundenen oder drahtlosen Anschluss der empfangenden Komponente empfängt und die empfangenen Informationen im eingebauten Speicher ablegt. In einem Beispiel verwendet eine tragbare Inbetriebnahmevorrichtung **135** oder eine andere Handheld-Vorrichtung Bluetooth, NFC oder ein anderes drahtloses Kurzstreckenprotokoll zum Übertragen der gewünschten Informationen zur Vorrichtungskonfiguration der Feldvorrichtung **102** über eine drahtlose Verknüpfung an einen drahtlosen Anschluss der empfangenden Komponente und sorgt die empfangende Komponente dafür, dass die empfangenen Informationen in deren eingebauten Speicher abgelegt werden. In einem anderen Beispiel verbindet ein Dongle oder eine andere drahtgebundene Kommunikationsschnittstelle die tragbare Inbetriebnahmevorrichtung **135** oder die andere Handheld-Vorrichtung sicher und vorübergehend mit einem Anschluss der empfangenden Komponente zum Übertragen der gewünschten E/A abstrahierten Konfiguration der Vorrichtung **102** von der tragbaren Inbetriebnahmevorrichtung **135** oder der anderen Handheld-Vorrichtung an die empfangende Komponente und sorgt die empfangende Komponente dafür, dass die empfangenen Informationen in deren eingebauten Speicher abgelegt werden. Beispielsweise werden eine erste Seite eines drahtgebundenen Dongles in einen Anschluss der tragbaren Inbetriebnahmevorrichtung **135** oder der anderen Handheld-Vorrichtung und die zweite Seite in die empfangende Komponente gesteckt.

[0123] In einem beispielhaften Szenario handelt es sich bei der empfangenden Komponente der Konfigurationsinformationen der Feldvorrichtung **102** um die Feldvorrichtung **102** selbst, wie beispielsweise, wenn es sich bei der Feldvorrichtung **102** um eine intelligente Feldvorrichtung handelt (z. B. Feldvorrichtung **102a**, **102b**). Bei intelligenten Feldvorrichtungen werden die gewünschten Informationen zur Vorrichtungskonfiguration direkt in deren eingebautem Speicher abgelegt. Bei alten Feldvorrichtungen (z. B. Vorrichtungen **102c**, **102d**) oder nach Bedarf bei intelligenten Feldvorrichtungen **102a**, **102b** werden die gewünschten Konfigurationsinformationen der Feldvorrichtung **102** im Speicher einer anderen Komponente oder Vorrichtung abgelegt, die kommunikativ mit der Feldvorrichtung **102** verbunden ist (oder verbunden werden soll) (z. B. eine Komponente, die im Prozessregelkreis **100** enthalten ist, von dem die Feldvorrichtung 102 ein Teil ist), wodurch die Konfigurationsinformationen für die alte Feldvorrichtung **102** an einem Vermittlungsstandort gespeichert werden. In einem Beispiel werden die Konfigurationsinformationen der Feldvorrichtung **102** an ein CHARM **110a** verteilt und auf diesem gespeichert, das physikalisch mit der Feldvorrichtung **102** verbunden ist, jedoch noch nicht in eine CHARM-Klemmleiste **150** oder CIOC **145** gesteckt und/oder dieser zugeordnet wurde. In einem anderen Beispiel werden die Konfigurationsinformationen der Feldvorrichtung **102** an eine CHARM-Erweiterungsvorrichtung verteilt und auf dieser gespeichert, die sich zwischen dem CHARM **110a** und dessen Steckplatz an der CHARM-Klemmleiste **150** befindet.

[0124] Eine beispielhafte Erweiterungsvorrichtung für eine elektronische Klemmkomponente (z. B. eine CHARM-Erweiterungsvorrichtung) ist in **Fig. 5A** gezeigt. **Fig. 5A** veranschaulicht eine beispielhafte Explosionsansicht **400**, die das CHARM **110a**, eine CHARM-Erweiterungsvorrichtung **402** und eine CHARM-Klemmleiste **150** einer Feldvorrichtung **102** enthält. Allgemein ausgedrückt handelt es sich bei einer CHARM-Erweiterungsvorrichtung **402** um ei-

ne physikalische Komponente, die an einer Seite sicher am CHARM **110a** befestigt werden kann und an der anderen Seite sicher im Steckplatz der CHARM-Klemmleiste **150** befestigt werden kann. Beispielsweise, wie in **Fig. 5A** veranschaulicht, kann das CHARM **110c** sicher in der CHARM-Erweiterungsvorrichtung **402** aufgenommen werden, die wiederum sicher in der CHARM-Klemmleiste **150** aufgenommen werden kann. Wenn das CHARM **110a**, die CHARM-Erweiterungsvorrichtung **402** und die CHARM-Klemmleiste **150** sicher aneinander befestigt sind, wird ein Signalpfad vom CHARM **110a** zur CHARM-Klemmleiste **150** durch die CHARM-Erweiterungsvorrichtung 402 hergestellt.

[0125] Zur CHARM-Erweiterungsvorrichtung **402** gehört ein eingebauter oder interner Speicher **405**, in dem wenigstens einige der Konfigurationsinformationen der Vorrichtung 102 (wie beispielsweise die Systemkennzeichnung der Vorrichtung und/oder andere gewünschte Informationen) gespeichert werden können. In einigen Konfigurationen gehört zur CHARM-Erweiterungsvorrichtung **402** ein Prozessor **408**, mit dem die Konfigurationsinformationen der Vorrichtung von einer Quelle gelesen (z. B. von der Feldinbetriebnahmevorrichtung **135** und/oder vom Asset-Management-System **132**) und die Konfigurationsinformationen der Vorrichtung im Speicher **405** abgelegt werden können. In einigen Konfigurationen sind mehrere CHARM-Erweiterungsvorrichtungen **402** zwischen dem CHARM **110a** und dessen Klemmleiste **150** angeordnet und miteinander verbunden, z. B. um zusätzlichen Speicherplatz für die Altvorrichtung **102** bereitzustellen oder aus anderen Gründen.

[0126] Es wird angemerkt, dass, wenngleich die vorstehende Erörterung der Verteilung wenigstens einiger der Konfigurationsinformationen der Feldvorrichtung **102** zum Speichern im Speicher von einer oder mehreren empfangenden Komponenten erfolgt, nachdem die empfangende Komponente in die Feldumgebung **122** eingebaut wurde, die gewünschten Konfigurationsinformationen der Feldvorrichtung **102** in anderen Szenarien zu einem beliebigen Zeitpunkt im Speicher einer empfangenden Komponente abgelegt werden, bevor die empfangende Komponente in die Feldumgebung **122** eingebaut wird. Beispielsweise können die gewünschten Konfigurationsinformationen der Feldvorrichtung **102** in einer empfangenden Komponente im Vorfeld konfiguriert werden, z. B. im Werk. In einem anderen Beispiel können die gewünschten Konfigurationsinformationen der Feldvorrichtung 102 in den Speicher der empfangenden Komponente in einem Gerüstbereich der Feldumgebung **122** geladen werden, bevor die empfangende Komponente physisch in die Feldumgebung **122** eingebaut wird.

[0127] Darüber hinaus können die Konfigurationsinformationen der Feldvorrichtung zusätzlich zur Verteilung von gewünschten Konfigurationsinformationen der Feldvorrichtung 102 in der Feldvorrichtung **102** selbst oder in deren Proxy automatisch verteilt werden, um in anderen Komponenten gespeichert zu werden, die mit der Feldvorrichtung **102** assoziiert sind (z. B. in anderen Komponenten, die mit der Feldvorrichtung **102** in einem Regelkreis **100** angeordnet sind). Diese automatische Verteilung an zusätzliche empfangende Komponenten kann durch eine oder mehrere andere Bedingungen ausgelöst werden. Beispielsweise kann die automatische Verteilung der Konfigurationsinformationen der Feldvorrichtung an eine andere Komponente dadurch ausgelöst werden, dass eine Verbindung erkannt wird, die zwischen der Feldvorrichtung **102** und der anderen Komponente hergestellt wurde, bzw. kann die automatische Verteilung nach einem erfolgreichen Abschluss einer oder mehrerer Inbetriebnahmehandlungen ausgelöst werden, die an der Feldvorrichtung **102** durchgeführt wurden. Automatische Verteilungen an einige Komponenten können auftreten, während sich die Feldvorrichtung **102** in einem Zustand E/A nicht zugeordnet befindet, und andere automatische Verteilungen an andere Komponenten können auftreten, nachdem die Feldvorrichtung **102** in einen Zustand E/A zugeordnet gewechselt ist. Jedenfalls kann der Wechsel der Feldvorrichtung **102** in den Zustand E/A zugeordnet selbst eine automatische Verteilung der Konfigurationsinformationen der Feldvorrichtung an eine oder mehrere Komponenten auslösen. Im Allgemeinen erfolgt die automatische Verteilung der Konfigurationsinformationen der Feldvorrichtung unter anderem in Richtung der vorgeschalteten Komponenten in der Feldumgebung **122**, z. B. Verteilung von Komponenten, die sich näher an der Feldvorrichtung **102** befinden, an Komponenten, die sich weiter entfernt von der Feldvorrichtung **102** befinden, jedoch näher an der Back-End-Umgebung **125** liegen.

[0128] Die vorstehend erörterten Verteilungskonzepte werden durch ein beispielhaftes Inbetriebnahmeszenario veranschaulicht, in dessen Rahmen diese und andere neuartige Techniken der Offenbarung verwendet werden. In diesem beispielhaften Szenario wurde eine intelligente Feldvorrichtung **102** in die Feldumgebung **122** der Prozessanlage **5** eingebaut, jedoch noch nicht mit anderen Vorrichtungen verbunden. Ein Feldbediener verwendet ein Handheld-Feldinbetriebnahmewerkzeug **135**, um Daten von einem Asset-Management-System **132** abzurufen, mit denen er eine Instanz eines Platzhalterobjektes **300** der Vorrichtung konfiguriert und dadurch eine E/A abstrahierte Konfiguration für die intelligente Vorrichtung **102** definiert. Die E/A abstrahierte Konfiguration der Vorrichtung 102 enthält eine verkürzte Kennzeichnung, die auf die Vorrichtung **102** hinweist, wobei die verkürzte Kennzeichnung (ST) automatisch von der langen Kennzeichnung (LT) abgeleitet wurde (z. B. die HART-Kennzeichnung der Vorrichtung),

die im Asset-Management-System 132 gespeichert ist. In diesem beispielhaften Szenario wird die E/A abstrahierte Konfiguration der Vorrichtung **102** (oder eine Kopie davon) in der Feldinbetriebnahmevorrichtung **135** gespeichert, damit sie während Inbetriebnahmephasen der Prozessanlage **5** verwendet werden kann, an denen die Feldvorrichtung **102** beteiligt ist.

[0129] Der Feldbediener führt eine oder mehrere Inbetriebnahmehandlungen an der Feldvorrichtung **102** durch, indem er das Feldinbetriebnahmewerkzeug **135** und wenigstens einige der Informationen verwendet, die in der E/A abstrahierten Vorrichtungskonfiguration der Feldvorrichtung **102** aufbewahrt oder gespeichert sind. Beispielsweise verwendet der Bediener die Inbetriebnahmevorrichtung **135**, um die Vorrichtungsidentifikation, die in den E/A abstrahierten Konfigurationsinformationen der Vorrichtung aufbewahrt oder gespeichert ist, mit Identifikationsinformationen zu vergleichen/zu überprüfen, die auf den Etiketten stehen, die an der physisch eingebauten Vorrichtung **102** befestigt sind (z. B. am RFID-Schild oder einem angebrachten Etikett), oder die auf einem Etikett oder einem Schild stehen, das an einem Kabel der physisch eingebauten Vorrichtung **102** befestigt ist. Nach erfolgreicher Überprüfung der Identifikation verteilt das Feldinbetriebnahmewerkzeug **135** die verkürzte Kennzeichnung (ST) der Feldvorrichtung **102** (und gegebenenfalls andere Informationen) an die Feldvorrichtung **102**, damit diese in einem internen Speicher der Feldvorrichtung **102** gespeichert werden. Die Verteilung kann durch den manuellen Befehl des Feldbedieners am Feldinbetriebnahmewerkzeug **135** oder automatisch ausgelöst werden, z. B. automatisch durch die Feldinbetriebnahmevorrichtung **135** oder die Feldvorrichtung **102** nach Erkennen einer erfolgreichen Überprüfung der Identifikationsinformationen der Feldvorrichtung.

[0130] Zusätzlich werden eine oder mehrere andere Inbetriebnahmetätigkeiten an der Feldvorrichtung **102** durchgeführt, während sich die Feldvorrichtung **102** in einem autarken Zustand (d.h. E/A nicht zugeordnet) befindet, um zu prüfen, dass die Vorrichtung **102** erwartungsgemäß arbeitet, z. B. Hochfahren, Herunterfahren, Reset, Zurücksetzen auf Werkseinstellungen und Neustarts usw. Zu einigen dieser Inbetriebnahmehandlungen oder - tätigkeiten können das Verbinden der Feldinbetriebnahmevorrichtung **135** mit einem Anschluss der Feldvorrichtung **102** und das Senden von simulierten Signalen von der Inbetriebnahmevorrichtung **135** über den Anschluss gehören, um das sich daraus ergebende Verhalten der Feldvorrichtung zu prüfen. Die simulierten Signale können in einem Format erzeugt werden, das der E/A abstrahierten Konfiguration der Vorrichtung **102** entspricht, die der Feldinbetriebnahmevorrichtung **135** zur Verfügung steht.

[0131] Weiter fortfahrend im beispielhaften Szenario verbindet der Feldbediener, nachdem ein erster Durchgang Inbetriebnahmehandlungen/-tätigkeiten an der autarken Vorrichtung **102** durchgeführt wurde, die Vorrichtung **102** mit einer anderen Komponente (z. B. eine andere Komponente, die im Prozessregelkreis **100** der Vorrichtung **102** enthalten ist) und führt er eine oder mehrere Inbetriebnahmehandlungen oder -tätigkeiten an der Kombination aus den beiden miteinander verbundenen Komponenten durch. Beispielsweise verbindet der Feldbediener eine Seite einer Verbindung oder eines Kabels mit einem Anschluss der intelligenten Vorrichtung **102** und die andere Seite der Verbindung oder des Kabels mit einem CHARM **110a**, wodurch die intelligente Vorrichtung **102** und deren CHARM **110a** miteinander verbunden werden. Das CHARM **110a** wird dementsprechend als der Vorrichtung **102** „vorgeschaltet" angeordnet betrachtet, da das CHARM **110a** näher an der Back-End-Umgebung **125** liegt als die Feldvorrichtung **102** (aus Sicht des Kommunikationspfades). Nach dem Erkennen der Herstellung der Verbindung zwischen der intelligenten Vorrichtung **102** und dem CHARM **110a** werden wenigstens einige der Konfigurationsinformationen der Vorrichtung, die im internen Speicher der Feldvorrichtung 102 gespeichert sind (z. B. die verkürzte Kennzeichnung (ST) der Vorrichtung **102** und gegebenenfalls andere Informationen) automatisch an einen internen Speicher des vorgeschalteten CHARM **110a** verteilt, z. B. durch automatisches Übertragen der Informationen auf das vorgeschaltete CHARM **110a**, oder dadurch, dass das vorgeschaltete CHARM **110a** die Informationen automatisch von der intelligenten Feldvorrichtung **102** abruft. Als solche sind die Konfigurationsinformationen der Vorrichtung zu diesem Zeitpunkt sowohl am CHARM **110a** als auch an der Vorrichtung **102** verfügbar und können sowohl durch das CHARM **110a** als auch durch die intelligente Vorrichtung **102** verwendet werden, während eine oder mehrere Inbetriebnahmehandlungen durchgeführt werden, die sowohl das CHARM **110a** als auch die intelligente Vorrichtung **102** betreffen, sowie während anderer Inbetriebnahmehandlungen oder -tätigkeiten. Beispielhafte Inbetriebnahmetätigkeiten, die sowohl das CHARM **110a** als auch die intelligente Vorrichtung **102** betreffen, sind unter anderem das Senden von Signalen oder Meldungen entsprechend einem Format, das durch die Konfigurationsinformationen der Vorrichtung vorgegeben wird, zwischen dem CHARM **110a** und der intelligenten Vorrichtung **102** zum Überprüfen des Formates, der Genauigkeit, der Signalstärke und dergleichen, und/oder das Injizieren simulierter CIOC-Signale entsprechend der Konfigurationsinformationen der Vorrichtung am CHARM **110a**, um das resultierende Verhalten der Feldvorrichtung **102** zu testen.

[0132] Zudem müssen die automatische Verteilung der Konfigurationsinformationen der Feldvorrichtung

102 in Richtung der vorgeschalteten Komponenten und die Verwendung der verteilten Konfigurationsinformationen im Rahmen von Inbetriebnahmetätigkeiten nicht nur erfolgen, während sich die Feldvorrichtung **102** in einem Zustand E/A nicht zugeordnet befindet, während die Feldumgebung **122** kommunikativ nicht mit der Back-End-Umgebung 125 verbunden ist, und/oder während der Kreis (oder ein Teil davon) 100 kommunikativ nicht mit der Back-End-Umgebung **125** verbunden ist. Beispielsweise gehören, das beispielhafte Szenario fortsetzend, zu den Inhalten der Konfigurationsinformationen der Vorrichtung **102**, die zuerst an die intelligente Vorrichtung **102** und anschließend an das CHARM **110a** verteilt werden, die verkürzte Kennzeichnung der Vorrichtung **102**, sowie ein abgegrenzter Teil des Speichers und ein Steckplatz, in den das CHARM **110a** eingesteckt/eingeführt werden soll. Wird das CHARM **110a** in eine CHARM-Klemmleiste 150 gesteckt, können die gespeicherten Informationen zum abgegrenzten Speicherbereich und zum Steckplatz, die der Feldvorrichtung **102** entsprechen und im CHARM **110a** gespeichert sind, verwendet werden, um zu prüfen, dass das CHARM **110a** an der richtigen Stelle eingesteckt ist. Zusätzlich werden die Konfigurationsinformationen der Feldvorrichtung **102** (z. B. die verkürzte Kennzeichnung (ST) und gegebenenfalls andere Informationen), nachdem das CHARM **110a** in die CHARM-Klemmleiste **150** gesteckt wurde, automatisch an einen Speicher des CHARM-Trägers **142** verteilt und in diesem gespeichert. Beispielsweise können die Konfigurationsinformationen der Feldvorrichtung 102 automatisch vom Speicher des CHARM-Trägers **142** gezogen oder auf diesen geschoben werden, und im Rahmen der Inbetriebnahme kann die CIOC **145** die Konfigurationsinformationen der Feldvorrichtung **102** verwenden, die im Speicher des CHARM-Trägers **142** gespeichert sind.

[0133] Natürlich kann die Verteilung von Konfigurationsinformationen der Vorrichtung, wie beispielsweise verkürzte Kennzeichnungen und andere Informationen, auch direkt von der Feldinbetriebnahmevorrichtung **135** zu vorgeschalteten Komponenten erfolgen, anstelle automatisch abgetastet und durch Komponenten verteilt zu werden, die für Laufzeitabläufe in die Feldvorrichtung **102** eingebaut sind (oder werden sollen). Beispielsweise kann der Feldbediener eine Feldinbetriebnahmevorrichtung **135** verwenden, um Konfigurationsinformationen von mehreren Feldvorrichtungen in großen Mengen in einen Speicher eines CHARM-Trägers **142** oder CIOC **145** zu laden, z. B. auf eine Art und Weise, die der vorstehend im Hinblick auf das Verteilen von Konfigurationsinformationen der Vorrichtung auf CHARMS **110a**, CHARM-Erweiterungsvorrichtungen **402** und Feldvorrichtungen **102** erörterten ähnelt.

Beispielhafte Inbetriebnahmetätigkeiten

[0134] Dementsprechend können in Anbetracht der Erörterung unter Verwendung einer oder mehrerer der in der vorliegenden Schrift beschriebenen neuartigen intelligenten Inbetriebnahmetechniken einzelne Feldvorrichtungen, Komponenten und verschiedene Teile von Prozessregelkreisen während des jeweiligen Einbaus und des Herstellens der Verbindung in Betrieb genommen werden. Zusätzlich ermöglichen die in der vorliegenden Schrift beschriebenen neuartigen intelligenten Inbetriebnahmetechniken eine schrittweise oder stückweise Implementierung von mit dem Kreis zusammenhängenden Inbetriebnahmetätigkeiten während der jeweiligen Inbetriebnahme der Vorrichtungen, Komponenten und Teile eines Prozessregelkreises, anstatt warten zu müssen, bis der gesamte Kreis eingebaut und in Betrieb genommen ist.

[0135] Beispielsweise können Teile von Bestandslisten, Bestandskreisschaltplänen, Bestandskreisplänen und Bestandsdokumentationen schrittweise erstellt werden, während einzelne Vorrichtungen, Komponenten und Teile eines Kreises **100** jeweils in Betrieb genommen werden. Bei der traditionellen Inbetriebnahme ist es schwierig, Bestandslisten, - schaltpläne, -pläne und -dokumentationen zu erstellen, da spezialisierte Softwareanwendungen im Prozessleitsystem **5** vorgehalten werden müssen, und in der Regel können die Bestandslisten, -schaltpläne, -pläne und dokumentationen erst erstellt werden, nachdem Kreise in Betrieb genommen und mit der Back-End-Umgebung **125** der Prozessanlage **5** verbunden wurden. (Für eine bessere Übersichtlichkeit werden Bestandslisten, Bestandskreisschaltpläne, Bestandskreispläne und Bestandsdokumentationen in der vorliegenden Schrift im Allgemeinen als „Bestandsinformationen“ bezeichnet. Dementsprechend bezieht sich der Begriff „Bestandsinformationen“ im vorliegenden Zusammenhang auf eine beliebige Anzahl an einzelnen und/oder Kombinationen von Bestandslisten, Bestandskreisschaltplänen, Bestandskreisplänen und/oder Bestandsdokumentationen)

[0136] Das lokale und schrittweise Erzeugen von Bestandsinformationen zum Regelkreis, wie dies durch die intelligente Inbetriebnahme ermöglicht wird, beseitigt die Einschränkungen und Verzögerungen der traditionellen Inbetriebnahme. Anstelle dessen werden Bestandsinformationen zum Regelkreis lokal und schrittweise erzeugt, während der Kreis **100** kommunikativ nicht mit der Back-End-Umgebung **125** der Prozessanlage **5** verbunden ist (z. B. wurde er noch nicht mit dieser kommunikativ verbunden). Beispielsweise werden Teile der Bestandsinformationen lokal erzeugt, während Feldvorrichtungen **102** sich in Zuständen E/A nicht zugeordnet befinden, bevor die Steuerung 120 physikalisch mit dem E/A-Schrank 115 verbunden wurde, bevor die Feld-

vorrichtung **102** einer bestimmten E/A-Karte 108 zugeordnet wurde, und/oder in anderen ähnlichen Zwischenzuständen während der Inbetriebnahme eines Prozessregelkreises **100** oder einer Prozessanlage **5**. Das lokale Erzeugen von Bestandsinformationen zum Regelkreis ist besonders nützlich und bietet besondere Nutzen, wenn Prozessanlagen modular aufgebaut sind, z. B. wenn verschiedene Teile der Prozessanlagen getrennt an verschiedenen physischen Standorten gebaut werden, bevor sie am Anlagenstandort zusammengesetzt und in die Prozessanlage **5** als Ganzes integriert werden. Das lokale Erzeugen von Bestandsinformationen zum Regelkreis ist zudem besonders nützlich und bietet besondere Nutzen, wenn einer bereits laufenden Prozessanlage ein neuer Kreis hinzugefügt werden soll, da der neue Kreis in Betrieb genommen werden kann, ohne den laufenden Betrieb der Prozessanlage zu unterbrechen oder zu verzögern. Im Allgemeinen ermöglicht das lokale Erzeugen von Bestandsinformationen zum Regelkreis, dass die Inbetriebnahme von Kreisen bei Bedarf an getrennten physischen Standorten durchgeführt werden kann, wodurch Zeit und Personalstunden eingespart werden, die zur Inbetriebnahme des gesamten Systems am Anlagenstandort erforderlich wären.

[0137] Fig. 5B ist ein Ablaufdiagramm eines beispielhaften Verfahrens **420** zum lokalen Erzeugen von Bestandsinformationen zum Regelkreis, während ein Kreis kommunikativ nicht mit der Back-End-Umgebung **125** der Prozessanlage **5** verbunden ist (z. B. noch nicht damit verbunden ist). Beispielsweise können wenigstens einige Teile des Verfahrens **420** während des Aufbaus und der Inbetriebnahme des Kreises in der Feldumgebung **122** der Prozessanlage **5** oder in einem Gerüstbereich, der nicht am Standort ist, ausgeführt werden. Wenigstens ein Teil des Verfahrens **420** kann bei einer Ausführungsform durch einen lokalen Generator für Bestandsinformationen zum Regelkreis ausgeführt werden (der unter Bezugnahme auf Fig. 5C näher beschrieben ist), und das Verfahren **420** wird nachstehend zur einfachen Erörterung und nicht zum Zwecke der Einschränkung beschrieben. In der Regel, aber nicht zwingend, wird das Verfahren **420** in der Feldumgebung **122** der Prozessanlage **5** ausgeführt, z. B. durch eine Feldinbetriebnahmevorrichtung **135** und/oder durch ein Asset-Management-System **132**. Darüber hinaus wird das Verfahren **420** zur einfachen Erörterung und nicht zum Zwecke der Einschränkung nachstehend unter gleichzeitiger Bezugnahme auf die **Fig. 1**-**Fig. 5A** beschrieben.

[0138] Bei einem Block **422** gehört zum Verfahren **420** das Abrufen eines Hinweises, dass ein erster Teil eines Prozessregelkreises **100** überprüft wurde, z. B. auf der Grundlage des Abschlusses einer oder mehrerer jeweiliger Inbetriebnahmetätigkeiten. Beispielsweise erhält ein lokaler Generator für Bestandsinformationen zum Regelkreis den Hinweis, dass der erste Teil des Prozessregelkreises **100** überprüft wurde (Block **422**), von einem Feldinbetriebnahmewerkzeug **135** oder einem Asset-Management-System **132**.

[0139] Zum Verfahren **420** gehört zudem das Erzeugen eines ersten Teils einer E/A-Bestandsliste, in der der erste Teil des Prozessregelkreises als gebaut angezeigt oder beschrieben wird (Block **425**). Bei einem Block **428** wird der erzeugte erste Teil der E/A-Bestandsliste gespeichert, z. B. im Feldinbetriebnahmewerkzeug **135**, im Asset-Management-System **132**, in einem oder mehreren Datenspeichern **342**, auf die der Generator der Bestandsinformationen zugreifen kann, und/oder in einem anderen geeigneten Speicher oder Datenspeicher. Bei Bedarf (Block **430**) können die Blöcke **422**-**428** für nachfolgende Teile des Prozessregelkreises **100** wiederholt werden, wenn nachfolgende Teile jeweils über jeweilige Inbetriebnahmehandlungen oder -tätigkeiten überprüft werden.

[0140] Zum Verfahren **420** können gegebenenfalls das Erzeugen und Speichern anderer Arten von Bestandsinformationen auf der Grundlage der gespeicherten Teile der E/A-Bestandsliste gehören (Block **432**). Beispielsweise können Teile eines E/A-Kreisschaltplans oder -plans, der entsprechenden Teilen der E/A-Bestandsliste entspricht, erzeugt und gespeichert werden 432, entweder schrittweise, wenn jeder Teil der E/A-Bestandsliste selbst erzeugt 425 und gespeichert 428 wird, oder für einen Satz von mehreren Teilen der E/A-Bestandsliste, die gespeichert wurde. Gleichermaßen können Teile der E/A-Bestandsdokumentation, die entsprechenden Teilen des E/A-Bestandkreisschaltplans oder - plans entspricht, erzeugt und gespeichert werden 432, entweder schrittweise, wenn jeder Teil des E/A-Bestandsschaltplans oder -plans erzeugt und gespeichert wird, oder für einen Satz von mehreren Teilen des E/A-Bestandsschaltplans oder -plans, der gespeichert wurde.

[0141] Bei einem Block **435** gehört zum Verfahren **420** das Bereitstellen der lokal erzeugten E/A-Bestandsinformationen für die Back-End-Umgebung **125** des Prozessleitsystems **5**. Die lokal erzeugten E/A-Bestandsinformationen können der Back-End-Umgebung **125** des Prozessleitsystems **5** (Block **435**) zur Verfügung gestellt werden, während der Kreis **100** kommunikativ nicht mit der Back-End-Umgebung **125** verbunden ist, z. B. über eine manuelle und/oder externe Netzwerkübertragung. In einem Beispiel, während der Kreis **100** kommunikativ nicht mit der Back-End-Umgebung **125** verbunden ist, werden die lokal erzeugten E/A-Bestandsinformationen vom Feldinbetriebnahmewerkzeug **135** oder dem Asset-Management-System **132** in eine zentralisierte Datenbank oder einen zentralisierten Datenspeicher **128** heruntergeladen, die/der sich in der Back-End-Um-

gebung 125 der Prozessanlage **5** befindet. Die E/A-Bestandsinformationen können der Back-End-Umgebung **125** (Block **435**) schrittweise bereitgestellt werden, z. B. wenn jeder Teil der E/A-Bestandsinformationen erzeugt wird, oder in einer Menge, die mehrere Teile der E/A-Bestandsinformationen enthält.

[0142] In einem anderen Beispiel werden die lokal erzeugten E/A-Bestandsinformationen automatisch dem Prozessleitsystem **5** bereitgestellt, nachdem der Kreis **100** mit der Back-End-Umgebung **125** der Prozessanlage **5** verbunden wurde (z. B. automatisch über die Steuerung **120** und ein oder mehrere interne Laufzeitkommunikationsnetze des Prozessleitsystems **5** bereitgestellt). Beispielsweise wird, nachdem festgestellt wurde, dass eine kommunikative Verbindung des Kreises **100** mit der Back-End-Umgebung **125** hergestellt wurde, wenigstens ein Teil der E/A-Bestandsinformationen, die in der Feldumgebung **122** erzeugt und gespeichert wurden, über die kommunikative Verbindung des Kreises automatisch der Back-End-Umgebung **125** bereitgestellt. In der Back-End-Umgebung **125**, z. B. über einen Bedienarbeitsplatz **71**, kann das Prozessleitsystem **5** die lokal erstellten E/A-Bestandsinformationen zum Regelkreis verwenden, um Teile des Kreises 100 sowie den Kreis **100** als Ganzes zu testen, Fehler darin zu beheben und diese zu visualisieren. Beispielsweise kann ein Bestandskreisschaltplan oder -plan verwendet werden, um den gesamten Kreis **100** zu testen und zu überprüfen.

[0143] **Fig. 5C** zeigt ein Blockdiagramm eines beispielhaften Generators für Bestandsinformationen zum Regelkreis **450**. Bei einer Ausführungsform ist der lokale Generator für Bestandsinformationen zum Regelkreis **450** in einer lokalen Vorrichtung oder einem lokalen Gerät zum Erstellen von Kreisinformationen **452** enthalten oder implementiert, die/das wenigstens teilweise im Feldinbetriebnahmewerkzeug **135**, im Asset-Management-System **132**, in der E/A-Klemmleiste 105, in der E/A-Karte 108, und/oder in einer beliebigen anderen Komponente, die im E/A-Schrank 115 untergebracht ist, untergebracht oder implementiert. In einem Beispiel ist die lokale Vorrichtung oder das lokale Gerät zum Erstellen von Kreisinformationen **452** im E/A-Schrank 115 untergebracht und als solches ist der lokale Generator für Bestandsinformationen zum Regelkreis **450** kommunikativ mit anderen Komponenten des Kreises **100** verbunden, die ebenfalls im Schrank **115** untergebracht sind, wie durch Referenz **455** angezeigt. In einem anderen Beispiel ist die lokale Vorrichtung oder das lokale Gerät zum Erzeugen von Kreisinformationen **452** wenigstens teilweise in einem Feldinbetriebnahmewerkzeug/in einer tragbaren Vorrichtung 135 enthalten oder umgesetzt, und dementsprechend kann der lokale Generator für Bestandsinformationen zum Regelkreis **450** eine kommunikative Verbindung (z. B. drahtgebunden und/oder drahtlos) zur Feldvorrichtung **102**, zur E/A-Karte 108 und/oder beliebigen anderen Komponenten herstellen, die sich in der Feldumgebung **122** befinden, wie durch Referenz **455** angezeigt.

[0144] Zum lokalen Generator für Bestandsinformationen zum Regelkreis **450** können (i) ein Satz computerausführbarer Anweisungen, die in einem materiellen, nicht flüchtigen Speicher abgelegt und durch einen Prozessor ausführbar sind, (ii) ausführbare Firmwareanweisungen, und/oder (iii) ausführbare Hardwareanweisungen gehören, die lokal in der Feldumgebung **122** ausgeführt werden, in die der Kreis **100** eingebaut und in denen er in Betrieb genommen wird. Die Anweisungen, die den lokalen Generator für Bestandsinformationen zum Regelkreis **450** enthalten, können ausführbar sein, um wenigstens einen Teil des Verfahrens **420** auszuführen, beispielsweise.

[0145] Zudem kann die lokale Vorrichtung oder das lokale Gerät zum Erzeugen von Kreisinformationen **452** einen Speicherbereich für Kreisinformationen **458** enthalten, in dem die lokal erzeugten Bestandsinformationen zum Regelkreis gespeichert sind und auf den der Generator für Kreisinformationen **450** zugreifen kann. Beispielsweise kann der Speicherbereich für Kreisinformationen **458** in einem internen Speicher einer Feldvorrichtung **102**, einer E/A-Karte 108, einem anderen Speicher enthalten sein, der im Schrank **115** sitzt. Zusätzlich oder alternativ kann der Speicherbereich für Kreisinformationen **458** in einem internen Speicher des Feldinbetriebnahmewerkzeugs **135**, einem Speicher des Asset-Management-Systems **123** und/oder im Datenspeicher **342** enthalten sein.

[0146] **Fig. 6** zeigt ein beispielhaftes Verfahren **460** zum Inbetriebnehmen einer Prozessanlage **5**, das wenigstens teilweise durch das Asset-Management-System oder ein anderes System **132**, das sich in der Feldumgebung befindet, durch eine oder mehrere Feldinbetriebnahmevorrichtungen **135**, durch eine oder mehrere Kreiskomponenten **102**, **105**, 108, 110, 120, die in der Feldumgebung **122** der Prozessanlage **5** angeordnet sind, und/oder durch beliebige andere geeignete Komponenten, Vorrichtungen und/oder Geräte durchgeführt werden kann, die sich in der Feldumgebung **122** der Prozessanlage **5** befinden. Zur einfacheren Veranschaulichung, jedoch nicht einschränkend, wird das Verfahren **460** unter gleichzeitiger Bezugnahme auf die **Fig. 1**-**Fig. 5B** beschrieben. Allgemein ausgedrückt, aber nicht zwingend, wird wenigstens ein Teil des Verfahrens **460** (und in einigen Situationen das gesamte Verfahren **460**) in der Feldumgebung **122** der Prozessanlage **5** ausgeführt, beispielsweise in einem Gerüstbereich der Feldumgebung **122** und/oder in einem Aufbaubereich der Feldumgebung **122**.

[0147] Bei einem Block **462** gehört zum Verfahren **460** das Abrufen, während sich die Feldvorrichtung **102** in einem Zustand E/A nicht zugeordnet befindet, einer Identifikation der Feldvorrichtung **102**. Wie vorstehend erörtert, deutet der Zustand E/A nicht zugeordnet der Feldvorrichtung **102** daraufhin, dass die Feldvorrichtung **102** keiner bestimmten E/A-Karte 108 zugeordnet ist (z. B. noch nicht zugeordnet). Zur Identifikation der Feldvorrichtung **102** gehört in der Regel (aber nicht zwingend) eine Systemkennzeichnung, mit der die Feldvorrichtung **102** der Prozessanlage **5** identifiziert wird. Bei der Systemkennzeichnung kann es sich beispielsweise um eine Vorrichtungskennzeichnung oder eine Vorrichtungssignalkennzeichnung handeln, die die Feldvorrichtung **102** anzeigt, und sie kann automatisch von einer Ausgangskennzeichnung der Feldvorrichtung **102** abgeleitet sein.

[0148] Zum Abrufen der Identifikation der Feldvorrichtung **102** (Block **462**) gehört beispielsweise das Empfangen der Identifikation der Feldvorrichtung von einem Feldinbetriebnahmewerkzeug **135** oder einem Asset-Management-System **132**, das sich in einem Beispiel in der Feldumgebung **122** der Prozessanlage **5** befindet. In einem anderen Beispiel, gehört zum Abrufen der Identifikation der Feldvorrichtung **102** (Block **462**) das Zugreifen auf einen Datenspeicher **342**, der sich in der Feldumgebung **122** befindet, um die Identifikation der Feldvorrichtung **102** abzurufen. In einigen Szenarien werden zusätzliche Informationen, die der Feldvorrichtung **102** entsprechen, im Zusammenhang mit der Identifikation der Feldvorrichtung **102** abgerufen (Block **462**). Beispielsweise werden ein abgegrenzter Speicherbereich und ein Steckplatz eines Schranks **115**, der einem CHARM 110a im Zusammenhang mit der Feldvorrichtung **102** entspricht, ausgewählte Informationen, die in der E/A abstrahierten Konfiguration der Feldvorrichtung **102** enthalten sind, und/oder andere Informationen, die der Feldvorrichtung **102** entsprechen, in Verbindung mit der Identifikation der Feldvorrichtung abgerufen (Block **462**).

[0149] Bei einem Block **465** gehört zum Verfahren **460** das Speichern, während sich eine Feldvorrichtung **102** im Zustand E/A nicht zugeordnet befindet, der abgerufenen Identifikation der Feldvorrichtung **102** in einem Speicher einer Komponente eines Prozessregelkreises **100**, von dem die Feldvorrichtung **102** ein Teil ist. Gegebenenfalls gehört zum Block **465** zusätzlich das Speichern beliebiger anderer Informationen, die der Feldvorrichtung **102** entsprechen und in Verbindung mit der Identifikation der Feldvorrichtung abgerufen wurden (Block **462**).

[0150] Bei der Komponente, in der die Identifikation der Feldvorrichtung **102** gespeichert wird (Block **465**), kann es sich um die Feldvorrichtung **102** selbst handeln, wie beispielsweise, wenn es sich bei der die Feldvorrichtung **102** um eine intelligente Vorrichtung handelt und diese einen integrierten Speicher umfasst. Bei nicht intelligenten Feldvorrichtungen oder nach Bedarf bei intelligenten Feldvorrichtungen kann es sich bei der Komponente um einen Proxy für die Feldvorrichtung **102** handeln, wie beispielsweise ein CHARM **110a**, eine CHARM-Erweiterungsvorrichtung **402** oder eine andere vorgeschaltete Komponente der Feldvorrichtung **102**, die ebenfalls im Kreis **100** enthalten ist.

[0151] Bei einem Block **468** gehört zum Verfahren **460** das Verteilen der gespeicherten Identifikation der Feldvorrichtung **102** (und jedweder Informationen, die in Verbindung mit der Identifikation der Feldvorrichtung gespeichert wurden) in einer zweiten Vorrichtung, die kommunikativ mit der Feldvorrichtung **102** in der Feldumgebung **122** der Prozessanlage **5** verbunden und in dem Kreis **100** enthalten ist, von dem die Feldvorrichtung **102** ein Teil ist. Die Identifikation der Feldvorrichtung wird von der Komponente an die zweite Vorrichtung verteilt 468, so dass die verteilte Identifikation der Feldvorrichtung im Rahmen der Inbetriebnahme eines Teils des Prozessregelkreises **100** verwendet werden kann, in dem sowohl die Feldvorrichtung **102** als auch die zweite Vorrichtung enthalten sind. In der Regel, aber nicht zwingend, ist die zweite Vorrichtung der Feldvorrichtung **102** vorgeschaltet und enthält einen integrierten Speicher, in den die verteilte Identifikation der Feldvorrichtung **102** geschrieben oder gespeichert wird. Handelt es sich bei der Komponente, in die die Identifikation der Feldvorrichtung gespeichert wird (Block **465**), beispielsweise um eine CHARM-Erweiterungsvorrichtung **402**, kann es sich bei der zweiten Vorrichtung um eine CHARM-Klemmleiste **150** oder einen CHARM-Träger **142** handeln.

[0152] In einigen Szenarien gehört zum Verteilen der Identifikation der Feldvorrichtung 102 von der Komponente, in der diese gespeichert ist, an die zweite Vorrichtung (Block **468**) das automatische Verteilen der gespeicherten Identifikation der Feldvorrichtung nachdem festgestellt wurde, dass eine kommunikative Verbindung zwischen der Feldvorrichtung **102** und der zweiten Vorrichtung hergestellt wurde. Beispielsweise wird, nachdem festgestellt wurde, dass eine drahtgebundene Verbindung zwischen einer intelligenten Feldvorrichtung 102 und deren CHARM **110a** hergestellt wurde, die Identifikation der Feldvorrichtung **102** automatisch von der intelligenten Feldvorrichtung **102** an das CHARM **110a** verteilt, z. B. durch automatisches Ziehen der Identifikation der Feldvorrichtung in das CHARM **110a** oder durch automatisches Schieben der Identifikation der Feldvorrichtung von der intelligenten Feldvorrichtung **102**.

[0153] In einigen Szenarien gehört zum Verteilen der Identifikation der Feldvorrichtung 102 von der Komponente, die in der zweiten Vorrichtung (Block **468**)

gespeichert ist, das automatische Verteilen der gespeicherten Identifikation der Feldvorrichtung nach Abschluss einer Inbetriebnahmehandlung, die an der Feldvorrichtung durchgeführt wurde. Beispielsweise wird im Anschluss an das Empfangen des Hinweises auf eine abgeschlossene Inbetriebnahmehandlung, die an einer intelligenten Feldvorrichtung **102** durchgeführt wurde (z. B. ein Feldbediener meldet sich nach einer abgeschlossenen Inbetriebnahmehandlung elektronisch ab oder ein Feldinbetriebnahmewerkzeug **135** zeichnet automatisch ein erfolgreiches Ergebnis einer Inbetriebnahmehandlung auf) die Identifikation der Feldvorrichtung **102** automatisch von der intelligenten Feldvorrichtung **102** an das CHARM 110a verteilt, z. B. durch automatisches Schieben oder Ziehen der Identifikation der Feldvorrichtung in das CHARM **110a**.

[0154] In einem optionalen Block **470** gehört zum Verfahren **460** das Verteilen der Identifikation der Feldvorrichtung **102**, die in der zweiten Vorrichtung gespeichert ist, (und jedweder Informationen, die in Verbindung mit der Identifikation der Feldvorrichtung gespeichert wurden) an eine dritte Vorrichtung, die kommunikativ mit der zweiten Vorrichtung in der Feldumgebung **122** der Prozessanlage **5** verbunden ist. In der Regel, aber nicht zwingend, gehören die Feldvorrichtung **102**, die zweite Vorrichtung und die dritte Vorrichtung zum Prozessregelkreis **100**. Die Identifikation der Feldvorrichtung wird von der zweiten Vorrichtung an die dritte Vorrichtung verteilt 470, so dass die verteilte Identifikation der Feldvorrichtung im Rahmen der Inbetriebnahme eines anderen Teils des Prozessregelkreises **100** verwendet werden kann, z. B. ein Teil des Kreises **100**, in dem die Feldvorrichtung **102**, die zweite Vorrichtung und die dritte Vorrichtung enthalten sind. In der Regel, aber nicht zwingend, ist die dritte Vorrichtung der zweiten Vorrichtung vorgeschaltet und enthält einen integrierten Speicher, in den die verteilte Identifikation der Feldvorrichtung 102 geschrieben oder gespeichert wird. Die Identifikation der Feldvorrichtung **102** kann automatisch von der zweiten Vorrichtung an die dritte Vorrichtung verteilt werden, nachdem ein drittes Mal erkannt wurde, dass die kommunikative Verbindung zwischen der zweiten Vorrichtung und der dritten Vorrichtung hergestellt wurde, beispielsweise. In einem anderen Beispiel wird die Identifikation der Feldvorrichtung **102** automatisch von der zweiten Vorrichtung an die dritte Vorrichtung verteilt, nachdem ein Hinweis auf einen Abschluss einer Inbetriebnahmehandlung empfangen wurde, die an der kommunikativ verbundenen Feldvorrichtung **102** und der zweiten Vorrichtung durchgeführt wurde.

[0155] In einem optionalen Block **472** gehört zum Verfahren **460** das Erkennen, dass die Feldvorrichtung **102** vom Zustand E/A nicht zugeordnet in den Zustand E/A zugeordnet gewechselt ist, wobei der Zustand E/A zugeordnet anzeigt, dass die Feldvorrichtung zur Kommunikation über eine bestimmte E/A-Vorrichtung 108 zugeordnet ist. Nachdem erkannt wurde, dass sich die Feldvorrichtung **102** im Zustand E/A zugeordnet befindet, gehört zu Block **472** des Verfahrens **460** das Synchronisieren der gespeicherten Identifikation der Feldvorrichtung **102** mit einer entsprechenden Identifikation der Feldvorrichtung **102**, die in einer Back-End-Umgebung **125** der Prozessanlage **5** gespeichert ist. Da der Kommunikationspfad der Feldvorrichtung **102** zu ihrer jeweiligen Steuerung **120** nun dahingehend definiert ist, dass er über die zugeordnete, bestimmte E/A-Vorrichtung erfolgt, wodurch der Kreis **100** kommunikativ mit der Back-End-Umgebung verbunden wird, kann die Identifikation der Feldvorrichtung **102**, die in der Feldumgebung **122** gespeichert ist, beispielsweise über den Kommunikationspfad synchronisiert werden, da die Identifikation der Feldvorrichtung **102** der Back-End-Umgebung **125** der Prozessanlage **5** bekannt ist. Wird während der Synchronisierung eine Diskrepanz festgestellt, kann eine Warnung erzeugt und am Bedienarbeitsplatz **71**, an den Inbetriebnahmewerkzeugen **135**, **138** und/oder einer anderen Bedienerschnittstelle ausgegeben werden. Zusätzlich oder alternativ können automatisch Schritte ergriffen werden, mit denen die Diskrepanz entschärft wird. Diese und andere Aspekte der Synchronisierung sind in nachstehenden Abschnitten der vorliegenden Offenbarung näher beschrieben.

[0156] Zusätzlich können, wie vorstehend erwähnt, verschiedene Konfigurations- und Inbetriebnahmetätigkeiten gleichzeitig oder parallel mit wenigstens einigen der vorstehend beschriebenen Inbetriebnahmetätigkeiten im Back-End-System **125** initiiert und durchgeführt werden, die in der Feldumgebung **122** durchgeführt werden. Diese parallele Inbetriebnahme des Back-End-Systems **125** ermöglicht beispielsweise, dass Steuerungsroutinen, Kommunikationsroutinen, Simulationsroutinen, Benutzerschnittstellenroutinen und dergleichen (die letztendlich an den Steuerungen oder in einer der Rechenvorrichtungen des Back-End-Systems durchgeführt werden sollen) entwickelt und getestet werden, bevor die Feldgeräte eingebaut oder mit den Steuerungen oder mit anderen Vorrichtungen des Back-End-Systems verbunden werden, und/oder bevor die E/A-Karten und/oder -Kanäle die Feldgeräte mit den Steuerungen verbinden und die Back-End-Geräte zugeordnet, konfiguriert oder zugewiesen werden.

[0157] Allgemein ausgedrückt müssen während der Inbetriebnahme einer Anlage verschiedene Anwendungen und Module, die im laufenden Betrieb der Anlage laufen oder ausgeführt werden sollen, erzeugt, konfiguriert, getestet und in Betrieb genommen werden. Zu derartigen Anwendungen oder Modulen gehören beispielsweise Steuermodule (z. B. Steuerungsroutinen, die in den Steuerungen der Anlage oder den Feldvorrichtungen implementiert werden

sollen), Sicherheitssystemmodule (z. B. logische Sicherheitssystemmodule, die Funktionen des Sicherheitssystems oder SIS-Funktionen in logischen Sicherheitslösern in der Anlage ausführen), Schnittstellen von Steuerungs- und Sicherheitsanwendungen (die in verschiedenen Benutzerschnittstellenvorrichtungen in der Back-End-Umgebung **125** ausgeführt werden, damit Steuerungs- und Sicherheitsbediener bei laufendem Anlagenbetrieb eine Schnittstelle mit den Steuerungs- und Sicherheitssystemen herstellen können), Kommunikationsmodule (über die andere Module und Vorrichtungen mit Vorrichtungen in der Feldumgebung **122** kommunizieren können), Asset-Management-Module und -Anwendungen (die vom Wartungspersonal verwendet werden, um mit Feldgeräten in der Anlage zu kommunizieren, diese nachzuverfolgen, zu reparieren und in einigen Fällen zu steuern), Simulationsmodule (die verschiedene der anderen Module und Anwendungen, wie beispielsweise Steuermodule und Benutzerschnittstellenmodule, in einer Simulationsumgebung ausführen, um die Funktionsweise dieser Module zu testen, um Benutzer zu schulen usw.), Datenbankmodule (die Daten von Vorrichtungen in der Anlage erfassen und speichern), Analysemodule (die Daten aus der Anlage auswerten) usw. Natürlich können viele andere Arten von Modulen, Anwendungen und Benutzerschnittstellenprogrammen zu anderen Zwecken erzeugt und im Rahmen der Inbetriebnahme der Anlage getestet werden.

[0158] Wichtiger noch, diese Module, Anwendungen, Benutzerschnittstellenprogramme usw. kommunizieren in der Regel mit verschiedenen Feldvorrichtungen und anderen Feldgeräten in der Anlage und müssen dazu im Allgemeinen mit ausreichenden Informationen konfiguriert sein, damit sie wissen, wie sie eine bestimmte Feldvorrichtung erreichen (d.h. welchen E/A-Kommunikationspfad sie verwenden müssen, um mit einer Feldvorrichtung zu kommunizieren), und müssen im Allgemeinen so programmiert sein, dass sie so mit der Feldvorrichtung kommunizieren, wie dies mit der Vorrichtung selbst kompatibel ist. Das bedeutet, dass das Modul, die Anwendung, das Benutzerschnittstellenprogramm usw. in der Back-End-Umgebung **125** die Art der Vorrichtung und die Fähigkeiten der Vorrichtung kennen muss (z. B. welchem Kommunikations- oder Designprotokoll die Vorrichtung entspricht, welche Informationen über die Vorrichtung verfügbar sind, welche Aktionen oder Datenabfragen an die Vorrichtung gesendet werden können, welche Einschränkungen oder Reichweiten die Vorrichtung hat, welche Signale für die Vorrichtung verfügbar sind bzw. von dieser erzeugt werden usw.), um ordnungsgemäß mit der Vorrichtung kommunizieren zu können, wenn die Vorrichtung in der Feldumgebung **122** der Anlage angeschlossen ist. In der Vergangenheit wurden diese Konfigurations- und Inbetriebnahmeinformationen den Modulen, Anwendungen, Benutzerschnittstellenprogrammen usw. unter Verwendung einer Systemkennzeichnung der Vorrichtung bereitgestellt, mit der die Vorrichtung (oder ein bestimmtes Signal, das mit der Vorrichtung assoziiert ist) im Prozessleitsystem eindeutig definiert wurde und durch die das Modul, die Anwendung oder das Programm über das konfigurierte E/A-Netz mit der Vorrichtung kommunizieren konnte. Zusätzlich war ein Kommunikationspfad mit der Systemkennzeichnung der Vorrichtung assoziiert, wobei der Kommunikationspfad den Pfad durch das E/A-Netz der Anlage definierte, das durchquert werden musste, um die Feldvorrichtung zu erreichen. Diese Informationen über den Kommunikationspfad waren in der Regel im Modul, in der Anwendung, im Programm usw. oder in einer Konfigurationsdatenbank im Back-End-System **125** gespeichert und wurden dem Modul, dem Anwendungsprogramm usw. bei Bedarf auf der Grundlage der Systemkennzeichnung der Vorrichtung bereitgestellt. Das Modul, die Anwendung oder das Benutzerschnittstellenprogramm kommunizierte anschließend über das eingebaute und zugeordnete E/A-Netz unter Verwendung der Systemkennzeichnung und/oder der Informationen über den Kommunikationspfad der Vorrichtung mit der Feldvorrichtung. Allgemein ausgedrückt standen die Systemkennzeichnung der und/oder die Informationen über den Kommunikationspfad für die Feldgeräte diesen Modulen, Anwendungen und Benutzerschnittstellenprogrammen erst zur Verfügung (oder konnten, sofern verfügbar, nicht für eine Kommunikation durch diese verwendet werden), als die Feldgeräte in der Feldumgebung **122** angeschlossen und das E/A-Netz so konfiguriert waren, das es die Feldgeräte tatsächlich mit dem Back-End-System **125** verband (beispielsweise über die Prozesssteuerungen). Darüber hinaus können die Systemkennzeichnung und/oder die Informationen über den Kommunikationspfad nur für eine Kommunikation mit den Feldgeräten verwendet werden, wenn die Feldgeräte eingebaut und über ein konkretes der E/A-Netze in der Anlage zugeordnet sind. Als solches konnten die Back-End-Module, - Anwendungen und -Programme erst vollumfänglich auf deren Funktionsfähigkeit getestet werden, nachdem die Feldgeräte mit der Anlage verbunden und das E/A-Netz konfiguriert und zugeordnet waren, da diese Module, Anwendungen und Programme nicht prüfen konnten, ob sie ordnungsgemäß konfiguriert waren, um tatsächlich mit der gewünschten oder entsprechenden Feldvorrichtung zu kommunizieren. Insbesondere was es nicht möglich, oder war es zumindest sehr schwierig, diese Module, Anwendungen und Programme zu testen, um sicherzustellen, dass diese Einheiten so konfiguriert waren, dass sie mit der richtigen Feldvorrichtung oder anderen Feldgeräten kommunizieren, dass sie die richtigen Konfigurationsinformationen dahingehend enthielten, wie sie mit einer bestimmten Vorrichtung kommunizieren, um zu ermitteln, ob die Vorrichtung über die Informationen oder Fähigkeiten verfügte, die das Modul, die Anwendung und das Pro-

gramm benötigte, usw. Dieses Erfordernis einer E/A-Verbindung erschwerte dadurch die vollständige Entwicklung und Prüfung der verschiedenen Module, Anwendungen und Programme, die in der Back-End-Umgebung **125** laufen sollen, in den frühen Phasen der Inbetriebnahme, d.h. vor der Konfiguration des E/A-Netzes und vor der Zuordnung der Feldvorrichtungen der Anlage zu bestimmten Karten und/oder Kanälen des E/A-Netzes.

[0159] Fig. 7A veranschaulicht ein beispielhaftes Back-End-System **700**, zu dem Hard- und Softwareeinheiten gehören, durch die Komponenten des Back-End-Systems erzeugt, getestet, konfiguriert und in Betrieb genommen werden (wenigstens teilweise), bevor die Feldgeräte mit verschiedenen Karten und/oder Kanälen des E/A-Netzes in der Anlage verbunden und/oder diesen zugeordnet werden. Das Back-End-System **700** kann als ein beliebiges der Back-End-Systeme **125** der vorstehenden Ausführungsformen verwendet werden, einschließlich unter anderem der in den **Fig. 1**, **Fig. 2A** und **Fig. 2C**. In einigen Fällen werden ähnliche Komponenten in den **Fig. 7A**-**Fig. 7C** mit denselben Ziffern versehen wie in vorhergehenden Figuren.

[0160] Insbesondere, wie in **Fig. 7A** veranschaulicht, können zum Back-End-System **700** typische Steuerungs-, Wartungs- und Simulationssysteme gehören, die als ein Steuerungssystem **710**, ein Asset-Management-System (AMS) **712** und ein Simulationssystem **714** dargestellt sind. Zum Steuerungssystem **710**, das aus Gründen der Vereinfachung als ein einzelner Block veranschaulicht ist, können viele verschiedene Steuerungsanwendungen und Datenbanken gehören, die in denselben oder verschiedenen Verarbeitungsvorrichtungen des Steuerungssystems gespeichert sind und ausgeführt werden, wie beispielsweise in den vielen verschiedenen Verarbeitungsvorrichtungen, Bedienarbeitsplätzen, Servern und Datenbanken in **Fig. 1**. Insbesondere können zum Steuerungssystem **710** eine oder mehrere Erstellungsanwendungen **710A** des Steuerungssystems gehören, die verwendet werden können, um verschiedene Steuermodule, Steuerungsbenutzerschnittstellenanwendungen und andere Steuerungsprogramme zu erstellen (in **Fig. 7A** als Module **710B** veranschaulicht). Die Steuermodule **710B**, die letztendlich in einer oder mehreren Prozesssteuerungen oder logischen Sicherheitssystemvorrichtungen gespeichert und ausgeführt werden können, können eine Steuerungslogik ausführen, um Steuerhandlungen zu implementieren, eine Sicherheitssystemlogik auszuführen, um eine Sicherheitslogik zu implementieren usw. Die Steuerungsbenutzerschnittstellenanwendungen, die in einer oder mehreren Rechenvorrichtungen des Back-End-Systems ausgeführt werden können, wie beispielsweise Arbeitsplätze mit Benutzerschnittstellen usw., können Steuerungstechniker, Steuerungsbediener oder anderes Personal in die Lage versetzen, verschiedene Handlungen in der Anlage durchzuführen, die auf der Steuerung basieren. Des Weiteren können die Steuerungsanwendungen **710A** verwendet werden, um Datenbankmodule zu erzeugen, die Daten von der Prozessanlage erfassen und diese Daten in einer Datenbank speichern, Analysemodule zu erzeugen, die Daten aus der Anlage auswerten, usw. Direkt nach dem Erstellen können derartige Steuermodule, -routinen, - anwendungen und -programme 710B heruntergeladen und in verschiedenen der Steuerung, E/A-Vorrichtungen, Feldvorrichtungen, Datenbanken, Benutzerschnittstellenvorrichtungen, Servern, Verarbeitungsvorrichtungen usw. des Steuerungssystems bei laufender Prozessanlage ausgeführt werden. Zudem können die erzeugten Steuermodule (die beispielsweise aus verschiedenen miteinander verbundenen Funktionsblöcken bestehen können), Sicherheitssystemmodule, Benutzerschnittstellenmodule, Kommunikationsmodule, Analysemodule, Datenbankmodule usw. in einer Konfigurationsdatenbank **716** gespeichert sein. Irgendwann können diese Steuermodule, Programme, Schnittstellen usw. während der Inbetriebnahme auch heruntergeladen und in verschiedenen Rechenvorrichtungen installiert werden, wie beispielsweise in Prozesssteuerungen, Arbeitsplätzen, Benutzerschnittstellenvorrichtungen, Datenbanken, Servern usw.

[0161] Gleichermaßen können zum Asset-Management-System (AMS) **712** verschiedene Wartungssystemerstellungs- und Konfigurationsanwendungen **712A** gehören, die verwendet werden, um Wartungssystemobjekte, Benutzerschnittstellen, Datenbankobjekte oder andere Anwendungen oder Module **712B** zu erzeugen, die in verschiedenen Vorrichtungen in der Anlage gespeichert und ausgeführt werden können, um Wartungstätigkeiten in der Anlage durchzuführen, einschließlich in Bedienarbeitsplatzvorrichtungen , Handheld-Vorrichtungen, tragbaren Rechenvorrichtungen usw. Die Module, Objekte, Programme und Anwendungen 712B können durch andere oder in Verbindung mit anderen Komponenten des Wartungssystems ausgeführt werden und auf verschiedenen Plattformen oder Vorrichtungen laufen, wie beispielsweise Vorrichtungen des Back-End-Systems, Handheld- oder tragbare Vorrichtungen, die in der Anlage ortsveränderlich sind, usw. Des Weiteren können diese Module, Anwendungen, Programme, Schnittstellen usw. verwendet werden, um beliebige gewünschte oder bekannte Arten von Wartungstätigkeiten an den Vorrichtungen in der Prozess- oder Industrieanlage durchzuführen, einschließlich an Vorrichtungen im Steuerungssystem und im Sicherheitssystem (SIS) der Anlage. Wie in **Fig. 7A** veranschaulicht, können die Komponenten des AMS-Systems **712** mit der Konfigurationsdatenbank **716** verbunden sein und Informationen von dieser speichern und Informationen von dieser empfangen, und können dazu verwendet werden, Daten,

Objekte oder andere Informationen in der Konfigurationsdatenbank **716** im laufen Betrieb der Anlage zu aktualisieren oder zu ändern.

[0162] Des Weiteren wird die Back-End-Umgebung **700** in **Fig. 7A** dahingehend dargestellt, dass sie ein Simulations- und Testsystem **714** enthält, zu dem verschiedene Anwendungen **714A** gehören können, die verwendet werden können, um verschiedene der Steuermodule **710B**, Sicherheitsmodule **710B**, Kommunikationsmodule **710B**, Asset-Management-System-Module **712B**, Benutzerschnittstellenanwendungen **710B** und **712B** usw. zu testen, die unter Verwendung der Anwendungen **710A** und **712A** im Steuerungssystem **710** und im AMS **712** entwickelt werden und/oder in der Konfigurationsdatenbank **716** gespeichert sind. In einigen Fällen können die Simulationssystemanwendungen **714A** verwendet werden, um eine Simulationsumgebung zum Ausführen verschiedener der anderen Module und Anwendungen **710B** und **712B** zu erzeugen, um Bediener, Benutzer, Wartungspersonal usw. zu schulen. In einigen Fällen können die Simulationssystemanwendungen **714A** verwendet werden, um Simulationsszenarien oder -module 714B zu erzeugen, die bestimmte Arten von Problemen, Zuständen, Handlungen usw. in der Anlage simulieren, und diese Module **714B** müssen unter Umständen mit verschiedenen Vorrichtungen in der Anlage kommunizieren, während diese läuft.

[0163] Gleichermaßen, wie in **Fig. 7A** veranschaulicht, gehört zur Back-End-Umgebung 700 eine Asset-Objektsystemdatenbank **730**, in der ein Satz Vorrichtungsplatzhalterobjekte 732 gespeichert ist, und eine oder mehrere Konfigurations-/Inbetriebnahmeanwendungen 738, wie beispielsweise eine beliebige der in der vorliegenden Schrift beschriebenen Inbetriebnahmeanwendungen, die mit der Inbetriebnahme der Anlage betrautes Personal in die Lage versetzen oder dabei unterstützen, Inbetriebnahmetätigkeiten in der Anlage durchzuführen. Die Inbetriebnahmeanwendungen **738** können den vorstehend unter Bezugnahme auf die **Fig. 1**-**Fig. 4** beschriebenen Inbetriebnahmeanwendungen **340** oder Inbetriebnahmevorrichtungen **138** entsprechen oder diesen ähnlich sein und die verschiedenen Funktionen dieser Anwendungen entsprechend der vorstehenden Beschreibung ausführen. In diesem Fall arbeiten die Inbetriebnahmeanwendungen oder - vorrichtungen 738 jedoch in der Back-End-Umgebung **700**, um Inbetriebnahmetätigkeiten an Daten, Software, Modulen und Vorrichtungen in der Back-End-Umgebung **700** durchzuführen. Darüber hinaus können die Anwendungen **738** in vielen Fällen funktionieren, bevor die Back-End-Umgebung **700** kommunikativ mit den Feldgeräten in der Feldumgebung **122** (in den **Fig. 2A** und **Fig. 2C**) verbunden ist und/oder bevor das E/A-Netz, mit dem die Feldgeräte in der Feldumgebung **122** mit den Steuerungen oder anderen Geräten in der Back-End-Umgebung **700** verbunden werden, zugeordnet oder konfiguriert wird.

[0164] Damit Inbetriebnahmetätigkeiten an den Software- und Hardwarekomponenten der Back-End-Umgebung **700** durchgeführt werden können, bevor die Back-End-Umgebung 700 kommunikativ mit den Feldgeräten verbunden wird oder bevor das E/A-Netz so konfiguriert wird, dass es Kommunikationspfade von der Back-End-Umgebung zu den Feldgeräten bereitstellt, gehört zur Back-End-Umgebung **700** ein Asset-Objektsystem **730**, das, wie in **Fig. 7A** veranschaulicht, mit dem Steuerungssystem **710**, dem AMS **712**, dem Simulationssystem **714** und der Inbetriebnahmeanwendung **738** sowie mit der Konfigurationsdatenbank **716** verbunden ist. In einigen Fällen kann das Asset-Objektsystem 730 ein Teil der Konfigurationsdatenbank **716** sein. Wichtiger noch, das Asset-Objektsystem 730 speichert verschiedene Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** darin und speichert im Allgemeinen ein derartiges Vorrichtungsplatzhalterobjekt **732** für jedes Feldgerät in der Feldumgebung (z. B. jede Feldvorrichtung). Die Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** für Feldvorrichtungen oder andere Teile der Hardware werden im Allgemeinen als ein Platzhalterobjekt einer Vorrichtungskennzeichnung (DT) angezeigt. Zusätzlich kann das Asset-Objektsystem **730** ein Vorrichtungsplatzhalterobjekt für jedes verschiedene Signal oder jeden verschiedenen adressierbaren Parameter einer Vorrichtung speichern und werden diese Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** im Allgemeinen als ein Objekt einer Vorrichtungssignalkennzeichnung (DST) angezeigt. Ein DST-Objekt **732** kann dieselbe Vorrichtungskennzeichnung wie die Vorrichtungskennzeichnung einer Vorrichtung verwenden, der die Vorrichtungssignalkennzeichnung als eine Basiskennzeichnung entspricht, wobei darin zusätzliche oder andere Informationen enthalten sind. Demnach kann es sich bei der Vorrichtungskennzeichnung für ein DST-Objekt um die Vorrichtungskennzeichnung für das DT-Objekt handeln, zu dem das Signal gehört, wobei zusätzliche oder andere Signalkennzeichnungsinformationen damit verbunden sind, beispielsweise.

[0165] Die Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** entsprechen oder ähneln im Allgemeinen den Vorrichtungsplatzhalterobjekten **300**, die unter Bezugnahme auf **Fig. 4A** vorstehend beschrieben sind, und allgemein ausgedrückt wird ein Vorrichtungsplatzhalterobjekt **732** für jede derselben Vorrichtungen (und ggf. Vorrichtungssignale) erzeugt, wie es vorstehend beschrieben in der Feldgeräteumgebung **122** erzeugt wird. Dementsprechend sind die Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** in der Back-End-Umgebung **700** durch dasselbe Format und dieselben Arten von darin gespeicherten Informationen gekennzeichnet, wie für die Vorrichtungsplatzhalterobjekte **300** in der Feldgeräteumgebung **122** beschrieben. Es ist jedoch anzumerken, dass die Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732**

im Asset-Objektsystem **730** getrennt von den Vorrichtungsplatzhalterobjekten **300** für die Feldgeräte erzeugt und in der Back-End-Umgebung **700** gespeichert werden, um verschiedene der Feldgeräte oder Feldvorrichtungen in der Feldumgebung **122** zu beschreiben oder zu definieren, bevor die Feldumgebung **122** kommunikativ mit der Back-End-Umgebung **700** verbunden wird und/oder bevor das E/A-Netz dahingehend konfiguriert wird, dass es die Feldgeräte bestimmten Karten und/oder Kanälen im E/A-Netz der Anlage zuordnet. Darüber hinaus können die Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** (oder Instanzen davon) bei Bedarf Informationen zum E/A-Kommunikationskanal, wie beispielsweise E/A-Kanaleigenschaften, bei denen es sich um Definitionen, Parameter, E/A-Vorrichtungstypen, E/A-Vorrichtungen usw. handeln kann, speichern, die verwendet werden, um die Feldvorrichtung kommunikativ mit dem Back-End-System **700** zu verbinden, wie beispielsweise mit einer Prozesssteuerung in der Back-End-Umgebung **700**.

[0166] Insbesondere kann die Konfigurations- und Inbetriebnahmeanwendung **738** verwendet werden, um die Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** (wovon zwei als Vorrichtungsplatzhalterobjekt DT und DST **732m** und **732n** veranschaulicht sind) entsprechend der vorstehenden Beschreibung unter Bezugnahme auf **Fig. 4A** zu erzeugen. Es wird jedoch erneut angemerkt, dass die Inbetriebnahmeanwendung **738** die Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** erzeugen und diese Objekte **732** in der Asset-Objektdatenbank oder im Asset-Objektsystem **730** unabhängig von den Vorrichtungsplatzhalterobjekten **300** speichern kann, die unter Bezugnahme auf **Fig. 4A** beschrieben sind, die beispielsweise in den Feldvorrichtungen **102** und den E/A-Vorrichtungen 105, 108 bis hinunter zur Feldgeräteumgebung **122** gespeichert sind. Natürlich kann die Inbetriebnahmeanwendung **738** die Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** auf im Wesentlichen die gleiche Art und Weise erzeugen, wie für die Feldgeräteumgebung 122 beschrieben, unter Verwendung derselben Sätze Konfigurationsregeln, vordefinierten Datenformate usw., wie die, die unter Bezugnahme auf **Fig. 4A** beschrieben sind.

[0167] Dementsprechend kann die Inbetriebnahmeanwendung **738** eine Liste mit Feldvorrichtungen und/oder anderen Feldgeräten abrufen, die in der Anlage zu verschiedenen Zwecken verwendet werden sollen, einschließlich Informationen zu den Ausgangskennzeichnungen von jeder der Feldvorrichtungen (beispielsweise aus einer Datenbank, wie beispielsweise aus der Konfigurationsdatenbank **716**), und ein Vorrichtungsplatzhalterobjekt **732** für jede derartige Feldvorrichtung und/oder jedes Signal von jeder derartigen Feldvorrichtung erzeugen. In einigen Fällen kann die Anwendung **738** automatisch einen Vorrichtungsplatzhalter **732** für jede derartige Vorrichtung erzeugen und in anderen Fällen können Benutzer Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** für Feldvorrichtungen und andere Feldgeräte einzeln erzeugen. In beiden vorstehenden Fällen kann die Inbetriebnahmeanwendung **738** beispielsweise die Anwendung oder das System zum Umwandeln der Ausgangskennzeichnung in die Systemkennzeichnung **200** aufrufen oder darauf zugreifen (vorstehend unter Bezugnahme auf **Fig. 3A** beschrieben), die/das den Satz Syntaxanalyseregeln **210** (wie ebenfalls unter Bezugnahme auf **Fig. 3A** beschrieben) verwendet, um die Ausgangskennzeichnung(en) der Vorrichtung in (eine) Systemkennzeichnung(en) der Vorrichtung umzuwandeln. Die Inbetriebnahmeanwendung 738 kann anschließend eine oder beide der Ausgangskennzeichnung und/oder der Systemkennzeichnung der Feldvorrichtung oder anderer Feldgeräte in einem Vorrichtungsplatzhalterobjekt **732** für die bestimmte Feldvorrichtung (ein DT-Objekt) oder für ein bestimmtes Feldvorrichtungssignal (ein DST-Objekt) speichern. Beispielsweise kann die Inbetriebnahmeanwendung **738** die Ausgangskennzeichnung der Vorrichtung der bestimmten Prozesssteuerungsvorrichtung dadurch abrufen, dass sie eine eindeutige Kennung der bestimmten Prozesssteuerungsvorrichtung abruft, wobei die eindeutige Kennung dem HART Kommunikationsprotokoll, dem WirelessHART-Kommunikationsprotokoll, dem Foundation-Feldbus-Kommunikationsprotokoll oder einem anderen Industriekommunikationsprotokoll entspricht. Darüber hinaus kann die Inbetriebnahmeanwendung **738** die Systemkennzeichnung ermitteln, die die bestimmte Prozesssteuerungsvorrichtung kennzeichnet, indem sie wenigstens eine einer Steuerungskennzeichnung, einer Vorrichtungskennzeichnung oder einer Vorrichtungssignalkennzeichnung der Prozesssteuerungsvorrichtung ermittelt und/oder die Systemkennzeichnung auf der Grundlage des Satzes Syntaxanalyseregeln ermitteln, wie vorstehend beschrieben. Dementsprechend kann die Inbetriebnahmeanwendung **738** die Systemkennzeichnung auf der Grundlage von wenigstens einem der folgenden erzeugen: Abschneiden der Ausgangskennzeichnung, Löschen von einem oder mehreren Zeichen aus der Ausgangskennzeichnung, Addition eines oder mehrerer Zeichen zur Ausgangskennzeichnung, Kombination oder Manipulation von wenigstens einigen der numerischen Zeichen, die in der Ausgangskennzeichnung enthalten sind, Erweiterung oder Verkürzung der Ausgangskennzeichnung oder eine andere Technik zum Umwandeln der Ausgangskennzeichnung in eine Systemkennzeichnung.

[0168] Darüber hinaus kann die Inbetriebnahmeanwendung **738** Informationen zum Vorrichtungstyp und andere Informationen zur Vorrichtungsbeschreibung über die Feldvorrichtung (z. B. die Informationen zur E/A abstrahierten Vorrichtungsdefinition der Felder **308**-**318** in **Fig. 4A** und/oder andere Informationen zur Vorrichtungskonfiguration und

zu den Vorrichtungseigenschaften der Felder **325**-**338** in **Fig. 4A**) von einem Benutzer, einer Datenbank (wie beispielsweise die Konfigurationsdatenbank **716**) oder anderweitig abrufen, und die Anwendung **738** kann diese Informationen verwenden, um die verschiedenen Felder der Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** für jede der Feldvorrichtungen oder andere Feld-Assets zu befüllen, die in der Anlage verwendet werden sollen. Als Teil dieses Verfahrens kann die Konfigurations- oder Inbetriebnahmeanwendung **738** auf vordefinierte E/A abstrahierte Definitionen **740** zugreifen, die die verschiedenen Formen, Unterfelder oder möglichen Unterfelder jedes Vorrichtungsplatzhalterobjektes **732** auf der Grundlage der Informationen zum Vorrichtungstyp oder anderer, allgemeinerer Informationen zur Vorrichtung definieren, um dadurch verschiedene Felder oder Eigenschaften der verschiedenen Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732**, die Inhalte der verschiedenen Felder/Eigenschaften der verschiedenen Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** und die möglichen Konfigurations- und Inbetriebnahmetätigkeiten zu definieren, die im Hinblick auf die Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** durchgeführt werden müssen. In einigen Fällen kann zum Konfigurieren der Instanz des Vorrichtungsplatzhalterobjektes **732** für eine Feldvorrichtung das Speichern von entsprechenden Werten von einer oder mehreren sichtbaren oder versteckten Eigenschaften des Vorrichtungsplatzhalterobjektes gehören, wobei jeder entsprechende Wert auf eine jeweilige Kategorie oder einen Typ hinweist, die/der die Feldvorrichtung beschreibt. Darüber hinaus kann zum Speichern der entsprechenden Werte, die die jeweiligen Kategorien oder Typen anzeigen, die die Feldvorrichtung beschreiben, das Speichern von einem oder mehreren Werten gehören, von denen jeder jeweils einen E/A-Schnittstellentyp, einen Vorrichtungstyp, eine Charakteristik des Vorrichtungstyps, einen E/A-Konfigurationstyp, eine Eigenschaft des E/A-Konfigurationsparametertyps oder einen Kanalparameter des E/A-Konfigurationstyps anzeigt, beispielsweise. Gleichermaßen kann die Inbetriebnahmeanwendung **738** oder ein anderes System eine erste Eigenschaft der Instanz des Vorrichtungsplatzhalterobjektes **732** einer Feldvorrichtung auf der Grundlage eines Wertes sichtbar machen, einstellen, konfigurieren oder speichern, der für eine zweite Eigenschaft der Instanz des Vorrichtungsplatzhalterobjektes **732** der Feldvorrichtung gespeichert ist.

[0169] Wie vorstehend erwähnt, können die Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** zudem Eigenschaften, wie beispielsweise Parameter, Definitionen, Typen, Konfigurationsinformationen usw., für den assoziierten E/A-Kanal speichern (bzw. die diesen definieren), der verwendet wird, um die assoziierte Feldvorrichtung kommunikativ über ein E/A-Netz in der Anlage anzuschließen, noch bevor der Standort des E/A-Kanals (z. B. die Vorrichtungen und Kommunikationspfade des E/A-Kanals) bekannt oder festgelegt ist. Durch diese Informationen zum E/A-Kanal für die Feldvorrichtung, wie diese in einem Vorrichtungsplatzhalterobjekt gespeichert sind, kann das Inbetriebnahmesystem ein Vorrichtungsplatzhalterobjekt (oder eine Instanz davon) konfigurieren, verwenden und testen, ohne dieses Platzhalterobjekt einem bestimmten E/A-Kanal zuzuordnen. Durch diese Konfigurationsinformationen kann das Inbetriebnahmesystem zudem andere Objekte testen, die erzeugt wurden, um mit der Feldvorrichtung zu kommunizieren, um sicherzustellen, dass diese anderen Objekte ordnungsgemäß für eine Kommunikation mit der Feldvorrichtung über die entsprechenden E/A-Kanaltypen, -Vorrichtungen usw. konfiguriert sind.

[0170] Darüber hinaus kann der Benutzer durch die Inbetriebnahmeanwendung **738** in die Lage versetzt werden, verschiedene Zwischeninbetriebnahmehandlungen in der Back-End-Umgebung **700** auf der Grundlage der oder unter Verwendung der Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** durchzuführen. Insbesondere können, da in den Vorrichtungsplatzhalterobjekten **732** Informationen gespeichert sind, mit denen die Typen und Charakter der Feldvorrichtungen oder Feld-Assets definiert werden, zu denen diese Objekte gehören, sowie die E/A-Kanaleigenschaften, die verwendet werden, um die Feldvorrichtung zu erreichen, immer mehr Inbetriebnahmetätigkeiten und Testtätigkeiten an anderen Objekten in der Back-End-Umgebung **700** durchgeführt werden, wobei diese Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** als Vertreter für die eigentlichen Feldvorrichtungen oder andere Feld-Assets in der Feldumgebung **122** verwendet werden. Werden die in der Anlage verwendeten verschiedenen Feldvorrichtungen beispielsweise durch die verschiedenen Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** definiert, und zeigen diese Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** an, dass sich die assoziierten Feldvorrichtungen in einem Zustand E/A nicht zugeordnet befinden, können das Steuerungssystem **710** und insbesondere eine oder mehrere der Anwendungen zum Erzeugen und Testen der Steuermodule **710A** eine Verbindung mit diesen Vorrichtungsplatzhalterobjekten **732** herstellen oder mit diesen kommunizieren (als wären die Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** die eigentlichen Feldvorrichtungen in der Anlage), beispielsweise unter Verwendung der Systemkennzeichnung der Vorrichtung, und diese Anwendungen **710A** können anschließend den Betrieb der erzeugten Module, Anwendungen und Programme auf ordnungsgemäße Konfiguration und Funktionsweise hinsichtlich der Verbindungen zu der Feldvorrichtung testen, mit der sich das Modul, die Anwendung oder das Programm im laufenden Anlagenbetrieb verbinden soll. Dementsprechend ermittelt die Inbetriebnahmeanwendung oder -einheit 738 oder eine damit assoziierte Ausführungsmaschine oder Kommunikationsschnittstelle in einem Fall, ob die durch das getestete Modul, die getestete Anwendung, das getestete Programm, usw. initiierte Kom-

munikation hinsichtlich einer der Vielzahl von Feldvorrichtungen ordnungsgemäß ist (z. B. das richtige Format, die richtige Syntax, die richtige Vorrichtungs- oder Vorrichtungssignalkennzeichnung usw. aufweist, Informationen anfordert, die auch wirklich von der Vorrichtung bereitgestellt werden können, eine Meldung ist, die durch die Fähigkeiten oder unterstützten Verbindungen der Vorrichtung abgedeckt wird, so konfiguriert ist, dass sie über die entsprechende Art von E/A-Kanal oder die entsprechende Vorrichtung gesendet wird, usw.), auf der Grundlage der Konfigurationsinformationen für die eine der Vielzahl von Feldvorrichtungen, wie diese von dem einen der gespeicherten Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** abgerufen wurden, in der vorliegenden Schrift auch als Instanzen der Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** bezeichnet. Auf die gleiche Weise können die Anwendungen zum Erstellen von Wartung und Simulation 712A und 714A verschiedene Module, Objekte, Anwendungen und Programme **712B** und 714B erzeugen, konfigurieren und testen, indem sie die Platzhalterobjekte **732** auf die gleiche Weise verwenden.

[0171] Dementsprechend können die erzeugten Objekte, Module, Anwendungen und Programme **710B**, **712B**, **714B**, die das Senden von Signalen an eine oder mehrere oder das Empfangen von Signalen von einer oder mehreren der Feldvorrichtungen in der Anlage erfordern oder umfassen, (in der Regel) in den Konfigurationsanwendungen des Steuerungssystems **710A**, in den Konfigurationsanwendungen des Wartungssystems **712A** und in den Anwendungen zum Erstellen des Simulationssystems **714B** unter Verwendung der Systemkennzeichnung der Feldvorrichtung oder der Vorrichtungssignalkennzeichnung erzeugt werden (die auf ein konkretes Signal oder einen konkreten Parameter einer Feldvorrichtung unter Verwendung der Systemkennzeichnung der Feldvorrichtung verweist). Ein Benutzer kann anschließend die Anwendungen der Steuerungs-, Wartungs- und Simulationssysteme **710A**, **712A**, **714A** oder eine unabhängige Simulations- oder Konfigurationsanwendung verwenden, um die Module, Objekte, Anwendungen und Programme **710B**, **712B**, **714B** zu konfigurieren und auszuführen, die während der Ausführung die Systemkennzeichnung der Vorrichtung (und/oder die Vorrichtungssignalkennzeichnung auf der Grundlage der Systemkennzeichnung der Vorrichtung) verwenden werden, um das Vorrichtungsplatzhalterobjekt **732** im Asset-Objektsystem **730** für eine referenzierte Vorrichtung oder ein referenziertes Vorrichtungssignal zu finden. Wenn sich das Vorrichtungsplatzhalterobjekt **732**, wie dies im Asset-Objektsystem **730** gespeichert ist, laut Anzeige im Zustand E/A nicht zugeordnet befindet, erkennt das Steuerungssystem **710**, das Wartungssystem **712**, das Simulationssystem **714** oder eine andere Simulations- oder Testmaschine, dass die eigentliche Feldvorrichtung nicht über das E/A-Kommunikationsnetz des Steuerungssystems mit dem Back-End-System **700** verbunden ist. In diesen Fällen kann das Vorrichtungsplatzhalterobjekt **732** jedoch nach wie vor Informationen über die Vorrichtung (und/oder den E/A-Pfad oder -Kanal, der erforderlich ist, um die Vorrichtung über das E/A-Netz zu erreichen) speichern, die das aufrufende Modul, die aufrufende Anwendung oder das aufrufende Programm benötigt oder von diesen referenziert werden, und so kann das Vorrichtungsplatzhalterobjekt **732** auf der Grundlage der im Vorrichtungsplatzhalterobjekt 732 gespeicherten Konfigurationsdaten eine Reaktion bereitstellen oder verwendet werden, um auf deren Grundlage eine Reaktion bereitzustellen, um den Betrieb der Vorrichtung oder die Reaktion der eigentlichen Vorrichtung nachzuahmen, oder um anzuzeigen, ob der Aufruf auf der Grundlage der Informationen zur Vorrichtung und zum E/A-Kanal ordnungsgemäß konfiguriert ist, die zu der adressierten Vorrichtung gespeichert sind. In anderen Fällen können die Inbetriebnahmeanwendung **738**, die Steuerungsanwendung **710A**, die Wartungsanwendung **712A**, die Simulationsanwendung **714A** oder eine separate Ausführungsmaschine beispielsweise im Asset-Objektsystem **730**, nachdem anhand des Vorrichtungsplatzhalterobjektes **732** festgestellt wurde, dass sich die Vorrichtung in einem Zustand E/A nicht zugeordnet befindet, eine simulierte Reaktion der Vorrichtung erzeugen, um dem anfragenden Objekt ein bekanntes Signal zurückzusenden, um das Testen und die Simulation des anfragenden Objektes zu ermöglichen, als wäre die Vorrichtung über das E/A-Netz des Steuerungssystems wirklich mit der Back-End-Umgebung **700** verbunden.

[0172] **Fig. 7B** veranschaulicht ein Back-End-System **700**, bei dem die verschiedenen funktionellen Back-End-Systeme aus **Fig. 7A** über ein Bus- oder Kommunikationsnetz **760** miteinander verbunden sind, und enthält insbesondere das Steuerungssystem **710**, das Asset-Management-System **712**, das Simulationssystem, die Konfigurationsdatenbank **716**, die Dienstprogrammanwendung zur Konfiguration/Inbetriebnahme **738** und die Asset-Objektsystem-Datenbank **730**, die mit dem Kommunikationsbus **760** verbunden sind, bei dem es sich um eine beliebige Art von Kommunikationsnetz handeln kann, wie beispielsweise eine drahtgebundene oder drahtlose Ethernet-Verbindung usw. Zusätzlich sind eine oder mehrere Steuerungen **762** dahingehend veranschaulicht, dass sie mit dem Bus **760** verbunden sind. Die Steuerungen **762** sind in **Fig. 7B** dahingehend veranschaulicht, dass sie über ein E/A-Netz 763 mit verschiedenen Feldvorrichtungen oder Feld-Assets **764** verbunden sind. Es ist jedoch anzumerken, dass das E/A-Netz 763 während der Inbetriebnahme nicht mit den Steuerungen **762** verbunden werden kann, oder während das E/A-Netz 763 mit den Steuerungen **762** verbunden sein kann, kann das E/A-Netz 763 nicht konfiguriert oder zugeordnet werden, d.h., dass die Steuerungen **762** unter Umständen nicht wissen

oder keinerlei Hinweis darauf haben, wie sie auf eine bestimmte Feldvorrichtung oder ein Feld-Asset **763** über das E/A-Netz 763 zugreifen (da der Signalpfad durch das E/A-Netz 763 zu jeder derartigen Feldvorrichtung **764** noch nicht hergestellt oder zugeordnet wurde), oder dass die Steuerungen **762** unter Umständen nicht in der Lage sind, mit den Feldvorrichtungen über einen konfigurierten Signalpfad zu kommunizieren, da die Feldvorrichtungen **764** unter Umständen noch nicht physisch mit dem E/A-Netz 763 verbunden sind. Dementsprechend, während das E/A-Netz 763 und die Feldvorrichtungen **764** in **Fig. 7B** veranschaulicht sind, sind bei einigen der Inbetriebnahmetätigkeiten, die im Back-End-System **700** ausgeführt werden, das E/A-Netz 763 unter Umständen nicht wirklich mit den Steuerungen **762** verbunden und/oder eine der verschiedenen Feldvorrichtungen **764** unter Umständen nicht mit dem E/A-Netz 763 verbunden.

[0173] Zusätzlich, wie in **Fig. 7B** veranschaulicht, gehören zu den verschiedenen Systemen **710**, **712** und **714** Konfigurationsanwendungen, wie beispielsweise Steuerungsanwendungen oder Anwendungen zum Erstellen von Steuermodulen **710A**, Anwendungen zum Erstellen von Wartungsobjekten oder Schnittstellen **712A** und Simulationssystemanwendungen **714A**, die im Rahmen der Inbetriebnahme der Anlage oder zum Erstellen verschiedener der Module, Objekte, Anwendungen und/oder Benutzerschnittstellenprogramme **710B**, **712B**, **714B** verwendet werden können, die auf verschiedene Rechenvorrichtungen heruntergeladen und möglicherweise ausgeführt werden, entweder im Back-End-Netz **700**, wie beispielsweise alle, die in **Fig. 1** gezeigt sind, oder die einer der Steuerungen **762** (oder logischen Sicherheitssystemlösern, nicht abgebildet) oder anderen Vorrichtungen bereitgestellt werden können, um während dem Anlagenbetrieb ausgeführt zu werden, wenn die Anlage am Netz betrieben wird, d.h. nach der Inbetriebnahme der Anlage. Darüber hinaus können die Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** verwendet werden, um diese anderen Objekte, Module, Programme, Anwendungen usw. ebenfalls zu testen. Darüber hinaus kann ein Inbetriebnahmesystem, wie beispielsweise die Inbetriebnahmeanwendung **738**, durch die Verwendung der Vorrichtungsplatzhalterobjekte 732 und insbesondere der darin gespeicherten Konfigurationsinformationen in die Lage versetzt werden, viele verschiedene Inbetriebnahme- oder Konfigurationshandlungen auf der Grundlage des Zustandes der Objekte **732** vorzunehmen. Dementsprechend kann die Inbetriebnahmeanwendung **738** beispielsweise zunächst das Testen eines oder mehrerer Module, einer oder mehrerer Anwendungen, eines oder mehrerer Programme, einer oder mehrerer Benutzerschnittstellen usw. aktivieren und, wenn diese Tests erfolgreich waren, aktivieren, dass diese Module, Anwendungen, Programme, Benutzerschnittstellen usw. in die verschiedenen Vorrichtungen der Back-End-Umgebung instanziiert und/oder auf diese heruntergeladen werden, in denen diese Module, Anwendungen, Programme und Benutzerschnittstellen usw. im laufenden Anlagenbetrieb ausgeführt werden. Eine solche Instanziierung kann durchgeführt werden, damit die Module, Anwendungen, Programme, Benutzerschnittstellen usw. die Systemkennzeichnungen der Feldvorrichtungen zu Kommunikationszwecken verwenden können. Darüber hinaus können die Module, Anwendungen, Programme, Benutzerschnittstellen usw. auf Prozesssteuerungen, Arbeitsplatzrechner (mit denen Benutzerschnittstellen assoziiert sind), Datenbanken, Server oder beliebige andere Rechenvorrichtungen in der Back-End-Umgebung zur Ausführung heruntergeladen werden. Darüber hinaus können diese weiteren Inbetriebnahme- und Konfigurationshandlungen, wie beispielsweise die Instanziierung und das Herunterladen von Modulen, Anwendungen, Programmen und Benutzerschnittstellen usw., in oder von einer beliebigen Rechenvorrichtung in der Back-End-Umgebung **700** ausgeführt werden, wie beispielsweise ein Arbeitsplatzrechner, in dem die Inbetriebnahmeanwendung **738** ausgeführt wird, ein anderer Arbeitsplatzrechner, die Konfigurationsdatenbank, 716 usw. Darüber hinaus, wie es sich versteht, können diese weiteren oder zusätzlichen Inbetriebnahmehandlungen durchgeführt werden, wenn das Vorrichtungsplatzhalterobjekt 732 für eine Feldvorrichtung anzeigt, dass sich die Feldvorrichtung in einem Zustand E/A nicht zugeordnet befindet, d.h., dass die Feldvorrichtung nicht über ein E/A-Netz mit der Back-End-Umgebung **700** verbunden ist, oder dass das E/A-Netz nicht auf eine Weise zugeordnet ist, durch die der Feldvorrichtung ein Kommunikationspfad bereitgestellt wird, oder dass ein Benutzer, wie beispielsweise eine Person, die Inbetriebnahmehandlungen durchführt, bevorzugt, Verbindungen mit der eigentlichen Feldvorrichtung nicht zu verwenden, selbst wenn derartige Verbindungen über ein zugeordnetes E/A-Netz mit einer verbundenen Feldvorrichtung möglich wären.

[0174] Es versteht sich, dass das Asset-Objektsystem oder die Asset-Datenbank **730** die Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** für jedes der Assets der Feldvorrichtung **764** speichert, und dementsprechend Konfigurationsinformationen über diese Objekte den anderen Systemen **710**, **712**, **714** bereitstellt, wenn sich diese Platzhalterobjekte in einem Zustand E/A nicht zugewiesen der Vorrichtung befinden. Durch die Verwendung der Asset-Objektsystem-Datenbank **730** und insbesondere der Vorrichtungsplatzhalterobjekte können die anderen Anwendungen, wie beispielsweise die Programme **710A**, **712A**, **714A**, verschiedene Inbetriebnahme- und Testtätigkeiten an den Objekten, Modulen, Anwendungen und Programmen **710B**, **712B**, **714B** abschließen, bevor die Feldvorrichtungen **764** über das E/A-Netz 763 mit den verschiedenen Steuerun-

gen **762** wirklich verbunden oder diesen zugeordnet werden. Wie vorstehend erwähnt, kann die Konfigurationsanwendung **738** Benutzereingaben einzeln oder Gruppeneingaben, wie beispielsweise aus einer Tabelle, für alle oder eine Gruppe der Feld-Assets verarbeiten und empfangen, die in der Anlage zu verwenden sind, einschließlich verschiedener Informationen über diejenigen Feld-Assets, wie beispielsweise Vorrichtungstyp, Vorrichtungsname, lange oder Ausgangskennzeichnungen, E/A-Kanalinformationen usw., und die Konfigurations- und Inbetriebnahmeanwendung **738** kann anschließend die verschiedenen Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** erzeugen und/oder mit den verschiedenen Informationen darin füllen. Während diesem Prozess kann die Konfigurations- und Inbetriebnahmeanwendung **738** die Umwandlungsanwendung Ausgangskennzeichnung-Systemkennzeichnung **200** (auch als lange Kennzeichnung - kurze Kennzeichnung bezeichnet) und die verschiedenen Umwandlungsregeln **210** und die Definitionen für E/A-Zuordnung oder -Abstrahierung 740 im Zusammenhang mit den verschiedenen Feldvorrichtungen verwenden, um die Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** entsprechend der vorstehenden Definition zu erzeugen.

[0175] Sobald die Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** wenigstens einigermaßen konfiguriert sind, beispielsweise mit derartigen Informationen wie eine Systemkennzeichnung der Vorrichtung, ein Vorrichtungstyp und verschiedene Unterinformationen, die ermittelt oder auf dem Vorrichtungstyp basieren können (einschließlich derartiger Unterinformationen, die durch einen Benutzer bereitgestellt werden), und/oder mit E/A-Kanalinformationen, die zu dem E/A-Kanal gehören, der verwendet wird, um mit der Feldvorrichtung zu kommunizieren, können die verschiedenen anderen Anwendungen **710A**, **712A**, **714A** diese Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** als Vertreter zum Kommunizieren mit den eigentlichen Feldvorrichtungen oder mit Signalen in den Feldvorrichtungen **764** verwenden. Dementsprechend dienen die Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** als Vertreter für die eigentlichen Feldvorrichtungen **764** und während der Inbetriebnahme oder des Testverfahrens können die anderen Anwendungen, wie beispielsweise die Steuerungs-, Wartungs- und Simulationsanwendungen **710A**, **712A**, 714A, mit den Vorrichtungsplatzhalterobjekten **732** kommunizieren (unter Verwendung von System-, Vorrichtungs- oder Vorrichtungssignalkennzeichnungen), anstatt zu versuchen, mit den eigentlichen Vorrichtungen über das E/A-Netz 763 zu kommunizieren. Durch diese Funktion können die Anwendungen **710A**, **712A**, **714A** die durch diese erzeugten Module testen, unter Verwendung der einzigen Informationen, die sie während dem Betrieb dieser Anwendungen im verbundenen Zustand haben werden (d.h. die Systemkennzeichnung der Vorrichtung), um Testen, Konfiguration, Simulation und verschiedene andere Inbetriebnahmetätigkeiten durchzuführen, bevor die Feldvorrichtungen **764** über das E/A-Netz 763 mit dem Steuerungssystem verbunden und zugeordnet werden.

[0176] Darüber hinaus wird angemerkt, dass immer mehr Konfigurations- und Inbetriebnahmetätigkeiten im Back-End-System **700** durchgeführt werden können, wenn immer mehr Informationen in den oder über die Feldvorrichtungen in den Vorrichtungsplatzhalterobjekten **732** gespeichert sind. Dementsprechend kann die Konfigurationsanwendung **738** in einem Fall Informationen in verschiedene der Vorrichtungsplatzhalterobjekte einpflegen und anschließend das Durchführen mehrerer verschiedener und spezifischer Inbetriebnahme- oder Testtätigkeiten durch andere Anwendungen im Hinblick auf diese Objekte freigeben. Es können immer mehr derartige Inbetriebnahmetätigkeiten freigegeben oder initiiert werden, wenn immer mehr Informationen in den Vorrichtungsplatzhalterobjekten gespeichert werden (z. B. E/A-Kanalinformationen, Bereiche, Grenzwerte usw.). Das bedeutet, dass durch die Einbeziehung spezieller Arten von Konfigurationsinformationen in die Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** immer mehr spezifische Inbetriebnahmetätigkeiten durch die Konfigurationsanwendung **738** initiiert werden können. Darüber hinaus können in einigen Fällen zu derartigen Inbetriebnahmetätigkeiten das Instanziieren eines oder mehrerer Steuermodule oder einer oder mehrerer anderer Anwendungen, eines oder mehrerer anderer Programme, einer oder mehrerer anderer Benutzerschnittstellenanwendungen usw. und/oder das Herunterladen von instanziierten Modulen, Programmen, Benutzerschnittstellenanwendungen oder anderen Anwendungen auf Prozesssteuerungen, Arbeitsplatzrechner, Server oder andere Rechenvorrichtungen gehören, in denen diese Module, Programme usw. während dem Anlagenbetrieb ausgeführt werden.

[0177] Ein Beispiel für ein System oder eine Umgebung, in der die Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** während der Inbetriebnahme- und Testtätigkeiten im Back-End-System **700** als Vertreter für die eigentlichen Feldvorrichtungen **764** im Back-End-System **700** fungieren, ist in **Fig. 7C** veranschaulicht. Insbesondere veranschaulicht **Fig. 7C** ein Simulations- oder Testsystem **770**, das in Verbindung mit einer der Erstellungsanwendungen für das Steuerungssystem **710A** arbeiten kann, die dazu verwendet werden, den Betrieb von einem oder mehreren Steuermodulen **710B** zu simulieren oder zu testen, die im Rahmen der Inbetriebnahme der Anlage erzeugt werden, um hierdurch das Testen von Steuerungsobjekten oder -modulen 710B zu ermöglichen, bevor diese Module oder Objekte auf eine Steuerung **762** heruntergeladen werden (oder auf eine oder mehrere Feldvorrichtungen **764**, die mit einer Steuerung **762** verbunden werden sollen, die für das getestete Steuermodul verantwortlich ist). Insbesondere ist das System **770**

in **Fig. 7C** dahingehend veranschaulicht, dass es ein Steuermodul **710B** ausführt und testet, das aus einem Satz miteinander verbundener Funktionsblöcke **772a**, **772b**, **772c** besteht, die mit Kommunikationsverknüpfungen verbunden sind, wobei das Steuermodul **710B** ein Teil des Steuerungssystems **710** ist. Das System **770** können jedoch auch oder alternativ andere Module, Anwendungen, Programme, Objekte usw. ausführen und testen, die mit anderen Systemen im Back-End-System **700** assoziiert sind, wie beispielsweise das Asset-Management-System **712** und das Simulationssystem **714**.

[0178] Auf jeden Fall gehört zum System **770** eine Ausführungsmaschine **780**, die wiederum jeden der Funktionsblöcke **772a**-**772c** des Steuermoduls **710B** ausführt und Verbindungen zwischen diesen Funktionsblöcken **772a**-**772c** bereitstellt, wie durch die Kommunikationsverknüpfungen definiert. Es ist anzumerken, dass es sich bei der Ausführungsmaschine **780** um eine Rechenverarbeitungsvorrichtung handeln kann, die eine beliebige der Anwendungen **710A**, **712A**, **714A** implementiert, oder um die Ausführungsmaschine, die die Inbetriebnahmeanwendung **738** ausführt, einen Prozessor, der eine fest zugeordnete Simulations- oder Testanwendung ausführt, die Inbetriebnahmezwecken dient (die sich von den Simulationsanwendungen **714A** unterscheiden kann), usw. Dementsprechend kann die Ausführungsmaschine **780** ein Teil des Steuerungssystems **710**, des Asset-Management-Systems **712**, des Simulationssystems **714** usw. sein oder kann es sich bei der Ausführungsmaschine **780** um eine autarke Komponente handeln, die dafür ausgelegt oder gedacht ist, bei Anruf durch die Inbetriebnahmeanwendung 738 Test- und Inbetriebnahmetätigkeiten durchzuführen, bevor die Feldvorrichtungen **764** einer Anlage über ein E/A-Netz in der Anlage verbunden oder zugeordnet werden. Darüber hinaus kann die Ausführungsmaschine **780** an einem beliebigen Ort (in einer beliebigen gewünschten Rechenvorrichtung) im Back-End-System **700** implementiert sein, solange die Ausführungsmaschine **780** kommunikativ mit dem Asset-Objektsystem oder der -Datenbank 730 verbunden ist. Wenn die Ausführungsmaschine **780** mit der Inbetriebnahmeanwendung 738 assoziiert ist oder durch diese implementiert wird, kann die Inbetriebnahmeanwendung 738 Inbetriebnahmetests an den Steuermodulen **710B** durchführen, um beispielsweise den Betrieb dieser Module im Hinblick auf konfigurierte Verbindungen der Vorrichtung zu testen. In diesem Fall kann die Inbetriebnahmeanwendung **738** die getesteten Steuermodule 710B (oder andere Module, Anwendungen usw. 712A, 714A) aus dem Steuerungssystem **710** (oder anderen Systemen **712**, **714**) oder aus der Konfigurationsdatenbank **716** abrufen, bevor diese Module auf eine der Steuerungen **762** heruntergeladen werden.

[0179] Jedenfalls ruft die Ausführungsmaschine **780** während der Ausführung eines bestimmten Funktionsblocks **772**, der eine Kommunikation mit einer Feldvorrichtung oder einem anderen Feld-Asset erfordert, eine Kommunikationsschnittstelle **782** auf oder verwendet diese, um eine Schnittstelle mit der Feldvorrichtung beispielsweise unter Verwendung einer Systemkennzeichnung der Feldvorrichtung herzustellen (was bei Steuer-, Wartungs- und Simulationsmodulen häufig ist). Zu diesem Zeitpunkt weiß die Kommunikationsmaschine **782** nicht den Kommunikationspfad (d.h. den E/A-Netzpfad), der erforderlich ist, um die Feldvorrichtung in der Feldumgebung zu erreichen. Die Kommunikationsschnittstelle **782** greift auf die Asset-Objektsystem-Datenbank **730** zu und sucht unter Verwendung der Systemkennzeichnung der Feldvorrichtung oder des Vorrichtungssignals, wie durch das getestete Modul bereitgestellt, das bestimmte Vorrichtungsplatzhalterobjekt **732** in der Asset-Objekt-Datenbank **730** für die Feldvorrichtung.

[0180] Anschließend ermittelt die Kommunikationsschnittstelle **782** anhand des Vorrichtungsplatzhalterobjektes **732**, ob die assoziierte Feldvorrichtung (oder ein anderes Feld-Asset) sich in einem Zustand E/A nicht zugeordnet der Vorrichtung oder in einem Zustand E/A zugeordnet der Vorrichtung befindet. Zeigt das Vorrichtungsplatzhalterobjekt 732 an, dass sich die Feldvorrichtung in einem Zustand E/A zugeordnet der Vorrichtung befindet (d.h., dass der E/A-Pfad zur Feldvorrichtung konfiguriert und zugeordnet wurde), kann die Kommunikationsschnittstelle **782** eine andere Konfiguration von anderen Feldern des Vorrichtungsplatzhalterobjektes abrufen. Insbesondere kann die Kommunikationsschnittstelle **782** in diesem Fall nach dem E/A-Kommunikationspfad fragen und kann das Vorrichtungsplatzhalterobjekt **732** den E/A-Kommunikationspfad für die Vorrichtung ausgeben, wie dieser im Vorfeld für die Verbindung zugeordnet und im Vorrichtungsplatzhalterobjekt **732** gespeichert wurde, und verwendet die Kommunikationsschnittstelle **782** diesen Pfad, um Signale zur eigentlichen Feldvorrichtung in der Feldumgebung zu senden und von dieser zu empfangen, d.h. um mit der Feldvorrichtung über den zugeordneten E/A-Kommunikationspfad zu kommunizieren. In einigen Fällen kann die Kommunikationsschnittstelle **782** diese Verbindungen über die eine der Steuerungen **762** initiieren, die mit dem E/A-Netz 763 verbunden ist, an dem die Feldvorrichtung hängt.

[0181] Zeigt das Vorrichtungsplatzhalterobjekt **732** jedoch an, dass sich die Feldvorrichtung in einem Zustand E/A nicht zugeordnet der Vorrichtung befindet, kann die Kommunikationsschnittstelle **782** erneut auf andere Konfigurationsinformationen für die Vorrichtung und/oder den E/A-Kanal für die Vorrichtung zugreifen, um zu ermitteln, ob die angeforderten Informationen im Vorrichtungsplatzhalterobjekt **732** ge-

speichert sind. Ist dies der Fall, ruft die Kommunikationsschnittstelle **782** diese gewünschten oder erforderlichen Informationen ab und stellt diese Informationen wieder der Ausführungsmaschine **780** bereit. In einigen Fällen kann das Vorrichtungsplatzhalterobjekt **732** Konfigurationsinformationen speichern, die mit der eigentlichen Feldvorrichtung assoziiert sind oder diese definieren, wie beispielsweise Vorrichtungstyp, Ausgangskennzeichnung (lang), Systemkennzeichnung (kurz), Vorrichtungsbereiche, Grenzwerte, Fähigkeiten usw. In dem Fall, in dem die angefragten Informationen tatsächlich im Vorrichtungsplatzhalterobjekt **732** gespeichert sind, können diese Informationen vom Vorrichtungsplatzhalterobjekt **732** zurückgesendet werden, als wären sie von der Feldvorrichtung selbst gesendet. Darüber hinaus kann die Kommunikationsschnittstelle **782** in einigen Fällen einfach ermitteln, ob die angefragten Verbindungen vom Steuermodul **710B** mit dem richtigen Protokoll oder der richtigen Vorrichtungskonfiguration der Vorrichtung oder dem E/A-Kanal für die Vorrichtung übereinstimmen oder diesem/dieser entsprechen, das/die/der mit dem Vorrichtungsplatzhalterobjekt **732** assoziiert ist. Durch diese Ermittlung kann das Personal trotzdem ermitteln, ob das Steuermodul **710B** dahingehend richtig konfiguriert ist, dass es mit einer bestimmten Vorrichtung konfiguriert, und zwar auf der Grundlage des Vorrichtungstyps, der Konfigurationsparameter der Vorrichtung, der Konfigurationsparameter des E/A-Kanals usw., wie diese im Vorrichtungsplatzhalterobjekt 732 gespeichert sind.

[0182] In anderen Instanzen, in denen angefragte Vorrichtungsdaten (oder Vorrichtungsparameter) nicht im Vorrichtungsplatzhalterobjekt **732** gespeichert sind (da sich diese auf nicht mit der Konfiguration im Zusammenhang stehende Daten beziehen können, die durch die Feldvorrichtung auf der Grundlage des tatsächlichen Betriebs der Feldvorrichtung erfasst oder erzeugt wurden), kann die Kommunikationsschnittstelle **782** jedoch auf einen Simulationsreaktionsblock oder auf ein Simulationsreaktionsmodul **784** zugreifen, der/das eine simulierte Reaktion für die Feldvorrichtung bereitstellen kann, um den Betrieb der Feldvorrichtung zu simulieren. Der Simulationsreaktionsblock oder das Simulationsreaktionsmodul **784** kann für den Inbetriebnahmevorgang spezifisch sein und kann dementsprechend Teil der Inbetriebnahmeanwendung **738** sein oder ggf. als Teil des Asset-Objektsystems **730** bereitgestellt werden. Derartige simulierte Reaktionen können durch einen Benutzer oder ein Testsystem bereitstellt werden, können in einer Simulationsdatei gespeichert werden, die zu Test- und Inbetriebnahmezwecken erzeugt wurde, können auf die Schnelle erzeugt werden oder können auf eine andere Art und Weise bereitgestellt werden. Die simulierte Reaktion der Vorrichtung (bei der es sich um einen simulierten Wert für den Zustand einer Vorrichtung, eine Messung einer Vorrichtung, einen Vorrichtungsparameter usw. handeln kann) wird der Ausführungsmaschine **780** bereitgestellt, als wäre dieser Wert ein Wert oder Signal, der/das von der Feldvorrichtung selbst zurückgegeben wird. Diese simulierte Reaktion ermöglicht dadurch ein weiteres Testen des Steuermoduls **710B** auf der Grundlage von vorher definierten Reaktionen der Vorrichtung. Allgemein ausgedrückt, kann der Simulationsblock **784** so konfiguriert sein, dass er das Vorrichtungsplatzhalterobjekt **732** wie ein intelligentes Objekt aussehen lässt oder diesem anscheinend die Fähigkeit verleiht, tatsächliche Reaktionen der Vorrichtung an das anfragende Modul zurückzugeben (d.h. das getestete Modul). Im Normalfall verwendet die Kommunikationsschnittstelle **782** jedoch lediglich den Simulationsblock **784**, um den durch das Vorrichtungsplatzhalterobjekt definierten Betrieb der Vorrichtung auf eine Weise nachzuahmen, die lediglich zu Testzwecken dient. Darüber hinaus kann die Kommunikationsschnittstelle **782**, bei der es sich ebenfalls um einen Teil der Inbetriebnahmeanwendung **738** oder des Asset-Objektsystems **730** handeln kann, Kommunikationsanfragen von den durch die Ausführungsmaschine **780** getesteten Modulen gegen die Konfigurationsdaten, die im Vorrichtungsplatzhalterobjekt **732** gespeichert sind, auf das richtige Format, den richtigen Kontext, die richtige Syntax, die richtige E/A-Adressierung oder andere E/A-spezifische Parameter usw. testen, wie dies durch die eigentliche Vorrichtung oder den E/A-Kanal erfordert wird, der mit der Vorrichtung verbunden ist, um sicherzustellen, dass die Kommunikationsanfrage in der eigentlichen Anlage ihren beabsichtigten Zweck erfüllen würde, wenn diese Anfrage an die eigentliche Vorrichtung gesendet würde und die Vorrichtung erreichen würde, an die sie gesendet wurde. Tritt bei einer dieser Kommunikationen ein Fehler auf, beispielsweise aufgrund einer fehlenden Übereinstimmung der Konfigurationsdaten des Vorrichtungsplatzhalterobjektes mit der Anfrage vom Steuermodul **710B**, kann die Kommunikationsschnittstelle **782** oder die Ausführungsmaschine **780** natürlich eine Fehlermeldung erzeugen, aus der hervorgeht, dass ein Konfigurations- oder ein anderer Fehler bzw. ein anderes Problem im getesteten Funktionsblock oder Modul vorliegt. Eine derartige Fehlermeldung kann einem Benutzer über eine Benutzerschnittstelle bereitgestellt werden, die mit dem Testsystem oder mit der Inbetriebnahmeanwendung **738** assoziiert ist.

[0183] Bei einer anderen Ausführungsform kann das Inbetriebnahmesystem **770** Module dadurch testen, wie beispielsweise Steuermodule, indem es diese Steuermodule auf eine Prozesssteuerung **762** oder eine andere Rechenvorrichtung herunterlädt, die diese Module während dem Anlagenbetrieb tatsächlich implementiert, und diese Module anschließend in der Prozesssteuerung ausführt, um die Module zu testen. In diesem Fall kann der Prozessor der Steuerung **762** als Ausführungsmaschine **780** in **Fig. 7C** laufen. Die

Ausgabe der Steuerung **762**, die in der Regel über eine E/A-Vorrichtung im E/A-Netz 763 mit den Feldvorrichtungen verbunden ist, kann mit einer Kommunikationsschnittstelle **782** verbunden sein (physisch oder elektronisch), die sich in der Back-End-Umgebung **700** befindet, wie beispielsweise in der Inbetriebnahmeanwendung **738**. In der Regel kann die Steuerung **762** in diesem Szenario einem Prüfstandsversuch unterzogen werden oder, wenn die Steuerung 762 in der Anlage verbaut ist, kann eine separate Nebenschlussverbindung vom feldseitigen Kommunikationsanschluss der Steuerung **762** beispielsweise zum Netzwerk **760** in **Fig. 7B** oder einer Handheld-Vorrichtung bereitgestellt werden, die die Inbetriebnahmeanwendung 738 ausführen kann. Dementsprechend kann in diesem Fall der zur Feldseite zeigende Kommunikationsanschluss der Steuerung **762** zur Back-End-Umgebung **700** zurück verlegt sein, um eine Verbindung mit der Kommunikationsschnittstelle **782** herzustellen, die die Ausgabe der Steuerung **762** annimmt und diese Ausgabe verwendet, um auf das entsprechende Vorrichtungsplatzhalterobjekt **732** zuzugreifen, wie dieses im Asset-Objektsystem **730** gespeichert ist. Die Schnittstelle **782** kann die Kommunikation anschließend unter Verwendung des entsprechenden Vorrichtungsplatzhalterobjektes **732** (beispielsweise auf der Grundlage der Systemkennzeichnung der Kommunikationsanfrage) entsprechend der vorstehenden Beschreibung auf Konfiguration, Format, Syntax, E/A-Kanaleigenschaft usw. testen, und/oder kann das Simulationsobjekt **784** verwenden, um eine simulierte Reaktion der Vorrichtung zu erzeugen, die an den feldseitigen Kommunikationsanschluss der Steuerung **762** zurückgegeben werden kann, als würde diese Reaktion von einer tatsächlichen Feldvorrichtung kommen, die mit der Steuerung **762** verbunden ist. Gleichermaßen kann die Kommunikationsschnittstelle **782** bei einem Fehler oder Problem im Hinblick auf die Kommunikation, der/das durch einen Konfigurationsfehler hervorgerufen wurde, die Inbetriebnahmeanwendung **738** über das Problem informieren und dadurch den Benutzer über einen Fehler bei der Inbetriebnahme informieren. Natürlich können andere Arten von Modulen, Anwendungen, Programmen, Benutzerschnittstellen usw. instanziiert und auf andere Rechenvorrichtungen, wie beispielsweise Arbeitsplatzrechner, Datenbanken, Server usw. in der Back-End-Umgebung **700** heruntergeladen und auf dieselbe Art und Weise getestet werden.

E/A-Anbindung

[0184] Wenn die Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** vollständig ausgefüllt oder konfiguriert (sich jedoch noch in einem Zustand E/A nicht zugeordnet der Vorrichtung befinden) und die anderen Inbetriebnahmetätigkeiten durchgeführt wurden, beispielsweise haben die Anwendungen **710A**, **712A**, **714A** diese Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** verwendet, um verschiedene ihrer Module, Anwendungen, Objekte, Modelle usw. zu testen, enthalten die Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** ausreichend Informationen, um jede der Feldvorrichtungen in der Anlage eindeutig zu identifizieren. Eine der abschließenden Phasen der Inbetriebnahme besteht anschließend in der Anbindung der Feldvorrichtungen **764** in der Feldgeräteumgebung **122** an die Steuerungen **762** und andere Geräte im Back-End-System 700 durch Zuordnen oder Zuweisen der Feldvorrichtungen **764** und anderen Feldgeräte zu spezifischen Komponenten des E/A-Netzes 763. Diese Anbindung, die in der vorliegenden Schrift als „E/A-Anbindung“ bezeichnet wird, kann erfolgen, nachdem die Feldvorrichtungen 764 physisch mit dem E/A-Netz verbunden wurden. Als Teil dieser Anbindung muss das Inbetriebnahmesystem die Vorrichtungsplatzhalterobjekte **732** (im Back-End-System **700** erzeugt) mit den eigentlichen Feldvorrichtungen vergleichen, zu denen diese gehören, um einen E/A-Kommunikationspfad zu ermitteln, über den die Komponenten im Back-End-System **700** mit den eigentlichen Feldvorrichtungen und umgekehrt kommunizieren können. Es muss unbedingt bedacht werden, dass auf der Feldgeräteseite **122** des Anlagennetzes Vorrichtungsplatzhalterobjekte **300** für jede der Feldvorrichtungen und/oder Signalkennzeichnungen, die mit den Feldvorrichtungen assoziiert sind, erzeugt worden sein können, und dass diese feldgeräteseitigen Vorrichtungsplatzhalterobjekte **300** irgendwo in der Feldgeräteumgebung **122** gespeichert sind, wie beispielsweise in einer der E/A-Netzvorrichtungen, in einer der E/A-Karten, in den Feldvorrichtungen selbst usw. Zudem sollten theoretisch, da die Inbetriebnahmetätigkeiten von beiden Seiten erfolgt sind (in der Back-End-Umgebung **700** und der Feldgeräteumgebung **122**), wobei die Vorrichtungsplatzhalterobjekte auf beiden Seiten verwendet wurden, die Informationen in den jeweiligen entsprechenden Paaren von Platzhalterobjekten identisch sein (d.h. die in den beiden Platzhalterobjekten für eine bestimmte Feldvorrichtung oder ein bestimmtes Feldvorrichtungssignal gespeicherten Informationen sollten miteinander identisch sein). Anders ausgedrückt sollten die Konfigurationsinformationen der Feldvorrichtung, wie diese in den Feldvorrichtungen selbst und möglicherweise in den Vorrichtungsplatzhalterobjekten gespeichert sind, die in der Feldumgebung erzeugt werden, mit den Konfigurationsinformationen identisch sein, die in den Vorrichtungsplatzhalterobjekten **732** im Back-End-System **700** gespeichert sind. Ein solcher Zustand ist jedoch nicht garantiert, so dass es Unterschiede zwischen den Informationen in den beiden Vorrichtungsplatzhalterobjekten für eine konkrete Feldvorrichtung oder ein konkretes Feldvorrichtungssignal geben kann (in der vorliegenden Schrift als das Back-End-Vorrichtungsplatzhalterobjekt und das feldgeräteseitige Vorrichtungsplatzhalterobjekt bezeichnet). Diese Situation muss thematisiert werden, wenn die Feldvorrichtungen im E/A-Netz 763 tatsächlich verbunden und

zugeordnet werden, da die verschiedenen Inbetriebnahmetätigkeiten, die im Back-End-System **700** der Anlage und in der Feldumgebung **122** der Anlage getrennt voneinander durchgeführt werden, unter Umständen unter Verwendung verschiedener Konfigurationsinformationen für die Feldvorrichtung und den E/A-Kanal erfolgt sein können, was zu Fehlern oder Problemen im Betrieb führen könnte.

[0185] Fig. 8 veranschaulicht ein System und eine Methodik der E/A-Anbindung, z. B. Anbinden der Feldvorrichtungen **764** über das E/A-Netz 763 an die Steuerungen **762** und anderen Vorrichtungen im Back-End-System **700**, um die Inbetriebnahme der Prozessanlage abzuschließen. Allgemein ausgedrückt kann ein Anbindungswerkzeug **790** an einem beliebigen Ort im Back-End-System **700**, wie beispielsweise in einer Vorrichtung am Kommunikationsnetz **760** in **Fig. 7B**, und/oder an einem beliebigen Ort in der Feldgeräteumgebung gespeichert werden, wie beispielsweise in einer der Feldvorrichtungen 764, in einer der E/A-Netzvorrichtungen 763, in einer Handheld- oder tragbaren Vorrichtung 791, die mit einer der Feldvorrichtungen **764** oder mit einer der E/A-Netzvorrichtungen im E/A-Netz 763 verbunden ist. Allgemein ausgedrückt kann das Anbindungswerkzeug oder die Anwendung verwendet werden, um das Anbinden der Anlage oder bestimmter Feldvorrichtungen in der Anlage an die Steuerungen **762** und andere Vorrichtungen im Back-End-System **700** zu initiieren, bei dem es sich um das Back-End-System **125** in den **Fig. 2A** und **Fig. 2C** handeln kann.

[0186] Insbesondere, wie in **Fig. 8** veranschaulicht, ist das Back-End-System **700** als ein Block **795** veranschaulicht, der verschiedene dieser Computer, Datenbanken usw. enthalten kann, die im in den **Fig. 7A**-**Fig. 7C** beschriebenen Back-End-System **700** gespeichert sind. Die Vorrichtungen im Block **795** sind mit verschiedenen Steuerungen **762** verbunden, die wiederum über das zu diesem Zeitpunkt nicht zugeordnete E/A-Netz 763 mit verschiedenen der Feldvorrichtungen **764** verbunden sind. Insbesondere können zum E/A-Netz 763 verschiedene standardmäßige E/A-Vorrichtungen oder -Karten und -Terminals, CHARMbasierte E/A-Vorrichtungen oder -Module und/oder beliebige der anderen E/A-Netzvorrichtungen gehören, die hinsichtlich der **Fig. 2A** und **Fig. 2C** veranschaulicht und beschrieben sind. Es ist wichtig zu erwähnen, dass, wie in **Fig. 8** veranschaulicht, es jetzt zwei Sätze Konfigurationsinformationen für jede der Feldvorrichtungen **764** oder andere Feld-Assets gibt, einschließlich der Konfigurationsinformationen, die in den Feldvorrichtungen selbst (entsprechend der Konfiguration) und/oder in den Vorrichtungsplatzhalterobjekten für jede Feldvorrichtung und/oder in jedem Vorrichtungssignal einer Feldvorrichtung, das in der Feldumgebung der Anlage **5** gespeichert ist, gespeichert sind, und der Konfigurationsinformationen, die in den Vorrichtungsplatzhalterobjekten **732** in der Back-End-Umgebung **700** gespeichert sind. Insbesondere speichert die Asset-Objekt-Datenbank **730** im Back-End-System **700** ein Vorrichtungsplatzhalterobjekt 732_{BE} für jede der Feldvorrichtungen und Feldsignalkennzeichnungen (die mit komplexeren Feldvorrichtungen assoziiert sind), während auf der Feldgeräteseite **122** eine Vorrichtungskonfiguration (bei der es sich um ein Vorrichtungsplatzhalterobjekt handeln kann aber nicht muss) 732_{FE} in den Feldvorrichtungen selbst oder an einem beliebigen Ort in den E/A-Vorrichtungen des E/A-Netzes 763 für jede der Feldvorrichtungen und jedes der Feldvorrichtungssignale gespeichert ist. Es wird angemerkt, dass die im Back-End-System **700** erzeugten Vorrichtungsplatzhalterobjekte als Objekte 732_{BE} und die Konfigurationsinformationen oder Objekte der Feldvorrichtung, die für Feldvorrichtungen erzeugt und in der Feldgeräteumgebung **122** gespeichert wurden, als Objekte 732_{FE} bezeichnet werden.

[0187] Während der E/A-Anbindung führt die Anbindungsanwendung **790** Anbindungshandlungen durch, um das Back-End-System **700** über das E/A-Netz 763 an die Feldgeräte **764** anzubinden. Die Anbindungsanwendung **790** kann in einer Vorrichtung implementiert sein, die mit dem Back-End-System **700** verbunden ist, wie beispielsweise in einer Back-End-Benutzerschnittstellenvorrichtung, einer Steuerung **762**, einer Handheld-Vorrichtung, die mit dem Netz **760** verbunden ist, oder die Inbetriebnahmeanwendung **738**, oder die Anbindungsanwendung **790** kann in einer Vorrichtung in der Feldgeräteumgebung implementiert sein, wie beispielsweise in einer der Feldvorrichtungen **764**, einer der E/A-Netzvorrichtungen des E/A-Netzes 763 oder in einer Handheld- oder tragbaren Vorrichtung 791, die mit einer Feldvorrichtung **764** oder einer E/A-Vorrichtung im E/A-Netz 763 verbunden sein kann, wie beispielsweise eine E/A-Karte oder ein anderer Teil des E/A-Netzes 763. Diese tragbare und in der Regel entfernbare Verbindung ist in **Fig. 8** mit einer gepunkteten Linie veranschaulicht. Dementsprechend können die in der vorliegenden Schrift beschriebenen Anbindungshandlungen entweder von der Feldgeräteseite **122** oder von der Back-End-Geräteseite **700** initiiert werden, um die Feldgeräte **764** über das E/A-Netz 763 an das Back-End-System **700** anzubinden.

[0188] Zudem kann die Anbindungsanwendung **790** die Anbindung für das gesamte Anlagennetz gleichzeitig übernehmen oder begrenzte Teile der Anlage oder eines Anlagennetzes anbinden, wie beispielsweise für eine einzelne Vorrichtung, für Sätze von Vorrichtungen, die mit einer bestimmten E/A-Karte oder einem bestimmten E/A-Netz verbunden sind, für Sätze von Vorrichtungen, die mit einer bestimmten Steuerung **762** oder einer beliebigen anderen Kombination von Vorrichtungen verbunden sind. Um diese Handlung durchzuführen, kann die Anbindungsanwendung **790** eine Benutzerschnittstelle bereitstel-

len, über die ein Benutzer oder Inbetriebnahmepersonal die Anbindungshandlungen einschränken kann, die an verschiedenen der Feldvorrichtungen **764** und/oder Steuerungen 762 und/oder E/A-Vorrichtungen im E/A-Netz 763 durchgeführt werden, um die eigentliche Anbindung zu begrenzen, die an einer Teilmenge aller Feldvorrichtungen oder Feldgeräte in der Anlage durchgeführt wird. Eine begrenzte und kontrollierte Anbindung ist dann bevorzugt, wenn beispielsweise eine neue Feldvorrichtung **764** einem vorhandenen E/A-Netz 763 hinzugefügt wird, das bereits angebunden wurde, eine neue Steuerung **762** der Anlage hinzugefügt wird, oder eine neue oder andere E/A-Vorrichtung zum E/A-Netz 763 der Anlage hinzugefügt bzw. anstelle einer anderen Vorrichtung in das E/A-Netz 763 der Anlage eingebaut wird usw., damit in diesen Situationen nicht alle der anderen nicht davon betroffenen Feldvorrichtungen erneut angebunden werden müssen, die bereits an das Netz angebunden sind.

[0189] Jedenfalls kommuniziert die Anbindungsanwendung **790** während der Anbindung durch die Vorrichtung, mit der sie verbunden ist, entweder nach oben von der Feldgeräteseite zum Back-End-System **700** oder nach unten vom Back-End-System **700** (z. B. von einer Steuerung **762**), um die Vorrichtungen automatisch zu finden, mit denen diese Vorrichtung verbunden ist. Dementsprechend führt die Anbindungsanwendung **790** allgemein ausgedrückt eine Erkennung durch das E/A-Netz durch, indem sie eine erste Vorrichtung erkennt und anschließend jede der weiteren Vorrichtungen automatisch findet, die kommunikativ mit der ersten Vorrichtung verbunden sind, um einen Kommunikationspfad zu jeder der weiteren Vorrichtungen durch die erste Vorrichtung zu ermitteln, und diesen Vorgang wiederholt, bis alle der mit der ersten Vorrichtung verbundenen Vorrichtungen gefunden sind oder bis eine bestimmte Vorrichtung gefunden ist, für die die Anbindungsanwendung **790** eine Anbindung versucht. Die Anbindungsanwendung **790** kann diese Erkennung für eine beliebige Anzahl an Vorrichtungen wiederholen und kann den Vorgang in eine oder beide Richtungen durchführen (z. B. von der Steuerung durch das E/A-Netz zu den Feldvorrichtungen oder von der Seite der Feldvorrichtungen nach oben durch das E/A-Netz zu den Steuerungen). Zudem kann diese Erkennung über drahtgebundene oder drahtlose Verbindungen der Vorrichtung oder beide Arten erfolgen, und die Fähigkeiten zum automatischen Finden (Protokolle, Befehle usw.) der Vorrichtungen oder Kommunikationsprotokolle der verbundenen Vorrichtungen und Netze in der Anlage verwenden.

[0190] Insbesondere, wenn die Anbindungsanwendung **790** vom Back-End-System **700** aus implementiert ist, kann die Anbindungsanwendung **790** versuchen, über eine Steuerung 762A aus **Fig. 8** zu kommunizieren und alle mit dieser Steuerung **762A** verbundenen E/A-Karten automatisch zu finden. Bei derartigen E/A-Karten kann es sich um standardmäßige E/A-Karten oder dumme E/A-Karten, konfigurierbare E/A-Karten, wie beispielsweise CHARM-E/A-Karten usw. handeln. (Diese Kommunikation kann über drahtgebundene E/A-Netze oder drahtlose E/A-Netze erfolgen, wie schematisch in **Fig. 8** dargestellt). Zudem speichert die Anbindungsanwendung **790** eine Liste von „verbundenen“ Vorrichtungen, aus der jede der automatisch gefundenen oder erkannten E/A-Karten oder jedes der automatisch gefundenen oder erkannten anderen E/A-Geräte hervorgeht, einschließlich der verschiedenen Anschlüsse, Adressen usw., an denen diese Vorrichtungen mit der Steuerung **762A** verbunden sind. Anschließend kann die Anbindungsanwendung **790** nach unten (oder oben) zur nächsten Ebene mit Vorrichtungen im E/A-Netz 763 gehen, um die bestimmten Vorrichtungen, Anschlüsse, Adressen, Klemmleisten usw. zu erkennen, an die jede der Vorrichtungen auf der nächsthöheren Ebene angeschlossen ist, und kann jede dieser Vorrichtungen und deren konfigurierte Verbindungen automatisch finden. Dementsprechend kann die Anbindungsanwendung **790** für eine bestimmte Steuerung **762A** jede E/A-Karte erkennen, die mit der Steuerung **762A** verbunden ist, und anschließend die Vorrichtungen automatisch finden, die mit jeder Klemmleiste von jeder dieser E/A-Karten verbunden sind. Im Fall von intelligenten oder CHARM-E/A-Karten können die E/A-Karten der Steuerung 762A vorgeben, welche Vorrichtungen mit welchen Anschlüssen der Karte oder welchen Adressen der Vorrichtung oder Signalpfaden unter den Karten verbunden sind. Beispielsweise kann die Anbindungsanwendung **790** in einem typischen E/A-Fall, wie beispielsweise der im System in **Fig. 1** veranschaulichte Fall, eine Steuerung dazu veranlassen, über eine E/A-Karte zu kommunizieren und Verbindungen durch einen bestimmten Anschluss oder eine bestimmte Klemmleiste der E/A-Karte bereitzustellen, um die mit dieser Klemmleiste verbundene Vorrichtung automatisch zu finden. In diesem Fall erkennt die Anbindungsanwendung **790** beispielsweise eine Feldvorrichtung oder ein anderes Feld-Asset, die/das mit einer bestimmten Klemmleiste eines E/A-Anschlusses einer E/A-Karte verbunden ist, und erkennt die Anwendung **790** anschließend den Signalpfad, der benötigt wird, um die Feldvorrichtung zu erreichen. Die Anbindungsanwendung **790** kann anschließend mit der Feldvorrichtung kommunizieren und diese bitten, sich selbst zu identifizieren und Informationen im Hinblick auf deren Identität bereitzustellen. In anderen Fällen kann die Anbindungsanwendung **790** eine E/A-Netzvorrichtung erreichen, wie beispielsweise eine intelligente oder CHARM-E/A-Netzkarte, die unter Umständen Informationen im Hinblick auf jede der Vorrichtungen unter dieser Netzwerkkarte und die Anschlüsse bereitstellen kann, mit denen sie an der E/A-Karte mit der Anwendung **790** verbunden sind. Auf jeden Fall durchläuft die Anwendung **790** jeden der Anschlüsse und

jede der Verbindungen von jedem der E/A-Netzelemente und -unterelemente, bis die Anwendung **790** bei einem Niveau angelangt, an dem sie einige Informationen zu den Feldvorrichtungen findet, die über diesen E/A-Anschluss, diese E/A-Verbindung usw. verbunden sind.

[0191] In einigen Fällen erkennt die Anbindungsanwendung **790**, wenn sie eine Vorrichtung erreicht, die ein oder mehrere feldseitige Konfigurationsobjekte enthält (wie beispielsweise ein Vorrichtungsplatzhalterobjekt 732_{FE}, das in einer E/A-Vorrichtung gespeichert ist und Konfigurationsinformationen der Feldvorrichtung für eine Feldvorrichtung bereitstellt, die mit der E/A-Vorrichtung verbunden ist, oder Konfigurationsinformationen 732_{FE}, die in einer eigentlichen Feldvorrichtung **764** gespeichert sind), und fordert die Systemkennzeichnung der Feldvorrichtung oder andere identifizierende Informationen der Feldvorrichtung im Zusammenhang mit dem Konfigurationsobjekt oder der Konfigurationsdatei an. Das Konfigurationsobjekt oder die Informationen zur Feldgeräteseite kennzeichnen das damit assoziierte konfigurierte Feld-Asset, z. B. anhand der Systemkennzeichnung des Assets. Wie vorstehend erwähnt, können die Konfigurationsinformationen der Feldvorrichtung in den Feldvorrichtungen selbst oder in Vorrichtungsplatzhalterobjekten von Feldgeräten, die beispielsweise in einer eigentlichen Feldvorrichtung gespeichert sein können, oder in einer E/A-Karte oder einer Datenbank gespeichert sein, die im E/A-Netz gespeichert ist. Jedenfalls, wenn die Anwendung **790** derartige Konfigurationsinformationen der Feldvorrichtung erkennt, wie beispielsweise ein Vorrichtungsplatzhalterobjekt, geht die Anwendung **790** in die Datenbank **730**, um das entsprechende Vorrichtungsplatzhalterobjekt des Back-End-Systems zu finden, das derselben Systemkennzeichnung oder Feldvorrichtung entspricht, und gleicht diese beiden Sätze Konfigurationsinformationen anschließend miteinander ab. Im bevorzugten Fall stimmen die Informationen in den beiden Vorrichtungsplatzhalterobjekten genau miteinander überein, wenigstens auf den höheren Ebenen, und zu diesem Zeitpunkt kann die Anbindungsanwendung **790** Verbindungsinformationen zum E/A-Pfad, die erforderlich sind, um diese Vorrichtung zu erreichen, dem Vorrichtungsplatzhalterobjekt 732_{BE} im Back-End-System **700** bereitstellen (sowie den Konfigurationsinformationen der Feldvorrichtung in der Feldvorrichtung oder in einem Vorrichtungsplatzhalterobjekt 732_{FE} eines Feldgerätes), um dadurch künftige direkte Verbindungen mit derartigen Vorrichtungen von jeder Seite zu ermöglichen. Zusätzlich kann die Anbindungsanwendung **790** in diesem Fall die Vorrichtungsplatzhalterobjekte (beide, so zwei vorhanden sind) für eine Feldvorrichtung auf einen Zustand E/A zugeordnet der Vorrichtung setzen, d.h., dass die Informationen zum eigentlichen E/A-Netzverbindungspfad in den Vorrichtungsplatzhalterobjekten oder in der Konfiguration der Feldvorrichtung selbst gespeichert sind, und dass diese Informationen über den Kommunikationspfad anderen Objekten, Modulen, Anwendungen und Programmen bereitgestellt werden können, die mit den Vorrichtungsplatzhalterobjekten kommunizieren oder die die Vorrichtungsplatzhalterobjekte verwenden, um über die E/A-Netze in der Anlage zu kommunizieren. Diese Informationen über den Kommunikationspfad können zudem in der Konfigurationsdatenbank **716** gespeichert und anderen Objekten in der Anlage bereitgestellt werden, wie beispielsweise den Modulen, Anwendungen, Programmen usw. der Systeme **710**, **712**, **714**. Gleichermaßen, wenn die Anbindungsanwendung **790** von der Feldgeräteseite der Anlage initiiert wird, geht die Anbindungsanwendung **790** nach oben durch die Vorrichtungen im E/A-Netz 763, bis sie eine Steuerung findet 762. Die Anbindungsanwendung **790** kann dann dafür sorgen, dass die Steuerung **762** mit der Datenbank **730** kommuniziert, um das Vorrichtungsplatzhalterobjekt 732_{BE} zu finden, das mit den Vorrichtungen assoziiert ist, für die die Anbindung erfolgen soll, um dadurch der Anwendung **790** das Erkennen und Vergleichen der beiden Sätze von Konfigurationsinformationen der Vorrichtung für jede Feldvorrichtung oder jedes Feld-Asset an der Feldgeräteseite zu ermöglichen.

[0192] Natürlich können in einigen Fällen die Informationen im entsprechenden Konfigurationsspeicherpaar (z. B. zwei Vorrichtungsplatzhalterobjekte oder die Konfigurationsinformationen einer Feldvorrichtung und ein Back-End-Vorrichtungsplatzhalterobjekt 732_{BE}) verschieden oder auf irgendeine Art und Weise fehlerhaft konfiguriert sein. In diesem Fall enthält die Anbindungsanwendung **790** eine Regel- oder eine Richtliniendatenbank, mit der die Anwendung **790** die Anbindung durchführen kann, wenn die Informationen im Vorrichtungsplatzhalterobjekt 732_{BE} nicht mit den Konfigurationsinformationen für die entsprechende Feldvorrichtung auf der Feldgeräteseite der Anlage übereinstimmen, d.h. wenn die beiden Sätze von Konfigurationsinformationen für eine bestimmte Vorrichtung oder ein bestimmtes Vorrichtungssignal unterschiedlich sind. In einigen Fällen kann eine Regel oder Richtlinie in der Regel- oder Richtliniendatenbank anzeigen, dass das Back-End-Vorrichtungsplatzhalterobjekt 732_{BE} die richtigen Informationen enthält (oder das Master-Objekt sein soll), und dass die Informationen des Master-Vorrichtungsplatzhalterobjektes auf der Back-End-Seite dem Vorrichtungsplatzhalterobjekt 732_{FE} der Feldvorrichtung oder den Feldgeräten für die Feldvorrichtung bereitgestellt oder darin gespeichert werden sollen. In anderen Fällen kann die Regel oder Richtlinie anzeigen, dass die Konfigurationsinformationen der Feldgerätevorrichtung, wie beispielsweise die Konfigurationsinformationen in einer Feldvorrichtung oder in einem Vorrichtungsplatzhalterobjekt 732_{FE} das Master-Objekt steuern oder sind, und anschließend kopiert die Anbindungsanwendung **790**

die Konfigurationsinformationen der Feldgerätevorrichtung, wie diese auf der Feldgeräteseite der Anlage gespeichert sind, in das Vorrichtungsplatzhalterobjekt 732_{BE} des Back-End-Systems. In einigen Fällen kann ein Benutzer durch die Regel oder Richtlinie jedoch in den Konflikt einbezogen werden bzw. können diese dessen Beteiligung daran erfordern, und den Benutzer auffordern, zu entscheiden, welche Informationen letztlich korrekt sind und dementsprechend welche Informationen sowohl im Vorrichtungsplatzhalterobjekt 732_{BE} als auch in den Konfigurationsfeldern oder im Speicher auf der Feldgeräteseite der Anlage zu verwenden sind. Eine derartige Regel oder Richtlinie kann dazu führen, dass dem Benutzer über eine Benutzerschnittstelle ein Alarm oder eine Warnung von der Anbindungsanwendung **790** gesendet wird, der/die den Benutzer über die verschiedenen Informationen zwischen den beiden Sätzen von Konfigurationsobjekten der Vorrichtung informiert, wodurch der Benutzer eine Entscheidung treffen kann, welcher Satz die richtigen Informationen enthält, die an beiden Stellen gespeichert werden sollen. Natürlich können andere Regeln oder Richtlinien verwendet werden und kann die in einem bestimmten Fall anzuwendende Regel oder Richtlinie von System zu System konfigurierbar sein. Dementsprechend können die Abläufe zur Konfliktlösung, die durch die Anbindungsanwendung **790** durchgeführt werden, konfigurierbar sein. Darüber hinaus können in einigen Fällen leere oder nicht konfigurierte Felder von einem der Sätze von Konfigurationsinformationen auf der Grundlage der Konfigurationsinformationen im anderen Satz ausgefüllt werden. Dementsprechend, wenn ein bestimmtes Vorrichtungsplatzhalterobjekt 732_{BE} keine Werte für einige darin enthaltene Konfigurationsfelder enthält, können die Werte, die in der Feldvorrichtung oder in einem Platzhalterobjekt 732_{FE} für die Feldvorrichtung gespeichert sind, in die leeren Felder des Back-End-Vorrichtungsplatzhalterobjektes 732_{BE} kopiert werden. Natürlich können die Konfigurationsinformationen von den Platzhalterobjekten 732_{BE} der Back-End-Vorrichtungen in die Konfigurationsspeicher der Feldvorrichtung oder in ein Vorrichtungsplatzhalterobjekt 732_{FE} kopiert werden, das mit der Feldvorrichtung assoziiert ist.

[0193] Dementsprechend kann zum Abgleichen einer erkannten Differenz zwischen den Informationen, die im Back-End-Vorrichtungsplatzhalterobjekt für eine Feldvorrichtung gespeichert sind, und den Konfigurationsinformationen für die Feldvorrichtung, wie diese auf der Feldgeräteseite der Anlage gespeichert sind, das Speichern von Konfigurationsinformationen, die in einem ersten dieser Konfigurationsspeicher gespeichert sind, in den zweiten dieser Speicher gehören, wenn im zweiten dieser Speicher oder verschiedenen Feldern darin keine konfigurierten Informationen gespeichert sind. Gleichermaßen kann zum Abgleichen einer erkannten Differenz das automatische Speichern von Konfigurationsinformationen, die in einem ersten Konfigurationsfeld des Vorrichtungsplatzhalterobjektes 732_{BE} für die Feldvorrichtung gespeichert sind, das in der Back-End-Umgebung gespeichert ist, in ein erstes Konfigurationsfeld des Konfigurationsspeichers (wie beispielsweise ein Vorrichtungsplatzhalterobjekt) für die Feldvorrichtung gehören, das in der Feldumgebung gespeichert ist, wenn die Informationen in den ersten Feldern dieser Konfigurationsspeicher nicht miteinander übereinstimmen. Darüber hinaus kann zum Abgleichen einer erkannten Differenz das automatische Speichern von Konfigurationsinformationen, die in einem ersten Feld eines Konfigurationsspeichers für eine Feldvorrichtung gespeichert sind, das in der Feldumgebung gespeichert ist, in das erste Feld des Vorrichtungsplatzhalterobjektes 732_{BE} für die Feldvorrichtung gehören, das in der Back-End-Umgebung gespeichert ist, wenn die Informationen in den ersten Feldern dieser Konfigurationsspeicher nicht miteinander übereinstimmen. Zusätzlich können zum Abgleichen einer erkannten Differenz zwischen den Konfigurationsinformationen das Erzeugen einer Meldung an einen Benutzer, dass es einen Unterschied in den gespeicherten Konfigurationsinformationen zwischen den beiden Sätzen von Konfigurationsinformationen gibt, und das Befähigen des Benutzers (über eine Benutzerschnittstelle des Anbindungssystems) zum Vorgeben von Informationen im Hinblick auf die Frage gehören, wie die erkannte Differenz zwischen den beiden Sätzen von Konfigurationsinformationen aufzulösen ist. Dementsprechend kann das Anbindungssystem beispielsweise einen Speicher enthalten, der einen Satz Regeln speichert, die vorgeben, wie ein Konflikt zwischen erkannten Differenzen der Konfigurationsinformationen aufzulösen ist, und kann das Anbindungssystem einen Benutzer befähigen, zu konfigurieren, welche Regel oder Regeln angewendet werden soll/en, um einen Konflikt zwischen erkannten Differenzen in den Konfigurationsinformationen für eine bestimmte Feldvorrichtung, eine bestimmte Einheit, einen bestimmten Bereich usw. einer Anlage aufzulösen. Jedenfalls kann zum Anbinden der Feldvorrichtung an die Prozesssteuerung das Speichern des erkannten Kommunikationspfades im Zusammenhang mit der Feldvorrichtung in einem Konfigurationsspeicher gehören, indem der erkannte Kommunikationspfad in einem oder beiden Konfigurationsspeichern der Feldvorrichtung oder eines Vorrichtungsplatzhalterobjektes 732_{FE} in der Feldumgebung und im Vorrichtungsplatzhalterobjekt 732_{BE} in der Back-End-Umgebung gespeichert werden.

[0194] Wenn der Konflikt zwischen den Informationen des Vorrichtungsplatzhalterobjektes aufgelöst ist und beide Vorrichtungsplatzhalterobjekte für eine bestimmte Feldvorrichtung identisch sind, können Informationen über den E/A-Netzpfad oder Kommunikationspfad in beiden Konfigurationsspeichern gespeichert werden, wie beispielsweise in beiden der Vor-

richtungsplatzhalterobjekte für die Feldvorrichtung, und dieser Pfad kann anderen Anwendungen, Programmen usw. bereitgestellt oder durch diese verwendet werden, um zu kommunizieren. Zudem kann die Anbindungsanwendung **790** eine oder beide (sofern zwei vorliegen) der Vorrichtungsplatzhalterobjekte in den Zustand E/A zugeordnet der Vorrichtung versetzen. Dementsprechend können diese Vorrichtungsplatzhalterobjekte im Anschluss verwendet werden, um andere Einheiten, wie beispielsweise Module, Anwendungen, Programme usw. in der Back-End-Umgebung **700** über die eigentliche E/A-Zuordnung von jeder dieser Feldvorrichtungen informieren, die im Rahmen des Betriebs der Anlage verwendet werden sollen, d.h. über den Kommunikationspfad über das E/A-Netz 763. Zudem können diese Informationen in der Konfigurationsdatenbank **716** gespeichert werden. Durch das Speichern dieser Zuordnungsinformationen in die Konfigurationsdatenbank **716** und in jedes der Vorrichtungsmodule, -systeme usw., die diese Informationen benötigen, können die Netzvorrichtungen letztlich miteinander von der Back-End bis zur Feldumgebung und umgekehrt kommunizieren, unter Verwendung der tatsächlich zugeordneten E/A-Signalpfade, wie diese durch die Anbindungsanwendung **790** erkannt und konfiguriert wurden. Darüber hinaus können die Vorrichtungsplatzhalterobjekte zu diesem Zeitpunkt in den Zustand E/A zugeordnet der Vorrichtung gebracht werden, was darauf hinweist, dass die Feldvorrichtungen tatsächlich in der Anlage zugeordnet sind und die Kommunikation dementsprechend zwischen der Feldseite und der Back-End-Seite über normale Kommunikationskanäle unter Verwendung der ermittelten Vorrichtungszuordnungen und Signalpfade erfolgen kann. In einigen Fällen können die Vorrichtungsplatzhalterobjekte nach dem Anbinden verworfen, gelöscht oder einfach nicht mehr genutzt werden (d.h., wenn sie in den Zustand E/A zugeordnet der Vorrichtung gebracht werden). Darüber hinaus kann die Anbindungsanwendung oder das Anbindungssystem **790** bei Bedarf andere Anbindungshandlungen durchführen, um eine Feldvorrichtung an eine Prozesssteuerung zu binden, wie beispielsweise Instanziieren und/Herunterladen eines Steuermoduls auf die Prozesssteuerung, wobei das Steuermodul während dem Betrieb des Steuermoduls mit der Feldvorrichtung kommuniziert. Die Anbindungsanwendung oder das Anbindungssystem **790** kann ebenfalls oder anstelle dessen andere Module, Anwendungen, Programme, Benutzerschnittstellen usw. instanziieren und/oder herunterladen, die mit den angebundenen Feldvorrichtungen mit anderen Rechenvorrichtungen in der Anlage kommunizieren, wie beispielsweise Arbeitsplatzrechner, Server, Handheld- oder tragbare Vorrichtungen usw.

Automatischer Kreistest

[0195] Nach der Inbetriebnahme von Komponenten und Teilen eines Prozessregelkreises (z. B. an verschiedenen geografischen Standorten, wie beispielsweise unter Zuhilfenahme der in der vorliegenden Schrift beschriebenen Techniken), kann ein Prozessregelkreis/können Prozessregelkreise in ihrer Gesamtheit durch einen „Kreistest“ getestet werden. Zu den in der vorliegenden Schrift beschriebenen intelligenten Inbetriebnahmetechniken gehört das Durchführen eines automatischen Kreistests (in der vorliegenden Schrift manchmal auch als ein „automatisierter Kreistest“ bezeichnet), der im Gegensatz zu konventionellen Kreistests keinen Bediener in der Back-End-Umgebung **125** erfordert, der Rücksprache mit einem Bediener in der Feldumgebung **122** hält, um verschiedene Eingaben zu machen und/oder verschiedene Bedingungen und/oder Zustände am Prozessregelkreis zu erzeugen. Anstelle dessen kann ein einzelner Bediener mit Hilfe der nachstehenden Techniken einen einzelnen Vorgang durchführen (z. B. Bereitstellen eines Hinweises, dass ein automatischer Kreistest initiiert wird), um Kreistests von einigen oder allen der anderweitig in Betrieb genommenen Prozessregelkreise durchzuführen. Bei anderen Umsetzungen kann der automatische Kreistest initiiert werden, ohne dass ein Bediener eine beliebige Benutzereingabe bereitstellt, wie nachstehend weiter erörtert. Wie nachstehend näher erörtert, kann bei einigen Umsetzungen ein automatischer Kreistest zusätzlich oder alternativ zu einem beliebigen geeigneten oder gewünschten Zeitpunkt durchgeführt werden, auch nach der Inbetriebnahme und nach dem Echtzeitbetrieb des Prozessregelkreises (in manchen Fällen in der vorliegenden Schrift auch als „Laufzeit“ oder „laufender Betrieb“ bezeichnet). Beispielsweise kann ein automatischer Kreistest unregelmäßig nach Bedarf durchgeführt werden, nachdem der Prozessregelkreis in Betrieb gewesen ist, um sicherzustellen, dass der Prozessregelkreis weiterhin wunschgemäß funktioniert.

[0196] **Fig. 9A** veranschaulicht ein Blockdiagramm, das beispielhafte Prozessregelkreise 800a-800c zeigt, von denen ein oder mehrere Kreise unter Anwendung der in der vorliegenden Schrift beschriebenen automatischen Kreistesttechniken getestet werden können. Natürlich können eine beliebige Anzahl von Prozessregelkreisen **800** in der Feldumgebung **122** enthalten sein. Wie in **Fig. 9A** gezeigt, enthalten die Prozessregelkreise 800a-800c jeweilige Feldvorrichtungen **802a**-**802c**, jeweilige E/A-Vorrichtungen 804a-804c und jeweilige Steuerungen **806a**-**806c**. Anhand der Lehre und der Offenbarung in der vorliegenden Schrift versteht es sich, dass bei verschiedenen Umsetzungen ein oder mehrere der Prozessregelkreise **800** eine Komponente von einem oder mehreren der Prozessregelkreise **100** in den **Fig. 2A** und **Fig. 2C** ist/sind bzw. Komponenten davon enthält/enthalten. Bei verschiedenen Umsetzungen, wie vorstehend erörtert, gehören zu den Techniken des automatischen Kreistests, dass die Feldvorrichtungen **802a**-**802c** veranlasst werden, in verschiedenen

Testzuständen zu laufen, z. B. durch Eingeben oder Bereitstellen von Testeingangssignalen für die Feldvorrichtungen **802a**-**802c**, und das Erkennen, auf der Grundlage der resultierenden Signale, die durch die Steuerungen **806a**-**806c** erzeugt wurden, und/oder der anderen resultierenden Verhaltensweisen der Prozessregelkreise **800a**-**800c**, ob jeder der Prozessregelkreise **800a**-**800c** wunschgemäß und/oder erwartungsgemäß arbeitet oder nicht.

[0197] Bei jeder der Feldvorrichtungen **802a**-**802c** kann es sich um eine beliebige geeignete intelligente oder alte Feldvorrichtung handeln und jede der E/A-Vorrichtungen 804a-804c kann eine beliebige geeignete E/A-Komponente oder beliebige geeignete E/A-Komponenten sein oder diese enthalten, wie beispielsweise eine alte E/A-Karte, CIOC und CHARM, WIOC, logischer Auflöser des Sicherheitsinformationssystems usw., wie vorstehend in der vorliegenden Schrift näher beschrieben. Wie in **Fig. 9A** gezeigt, werden der Prozessregelkreis **800a** und Komponenten davon als „Kreis A“ oder als Komponenten von „Kreis A“ bezeichnet. „Kreis B“ und „Kreis C“ beziehen sich gleichermaßen auf die Prozessregelkreise **800b** bzw. **800c** und auf Komponenten dieser. Dementsprechend veranschaulicht beispielsweise **Fig. 9A** die E/A-Vorrichtung 804a als „E/A-Vorrichtung Kreis A“.

[0198] **Fig. 9A** veranschaulicht zudem eine oder mehrere Back-End-Rechenvorrichtungen 808, die in der Back-End-Umgebung **125** angeordnet sind und für automatische Kreistests verwendet werden können. Zur einfachen Lesbarkeit werden die eine oder mehreren Back-End-Rechenvorrichtungen **808** in der vorliegenden Schrift zuweilen im Singular als „die Back-End-Rechenvorrichtung 808“ bezeichnet, es versteht sich jedoch, dass eine beliebige geeignete Anzahl von Back-End-Rechenvorrichtungen **808** implementiert sein kann. In verschiedenen Beispielen, wie nachstehend näher beschrieben, wird die Back-End-Rechenvorrichtung **808** für automatische Kreistests verwendet, indem sie unter anderem die Feldvorrichtungen **802a**-**802c** dazu veranlasst, in jeweiligen Vielzahlen von Testzuständen zu laufen, wie nachstehend beschrieben, und indem sie jeweilige resultierende Verhaltensweisen der Prozessregelkreise **800a**-**800c** bewertet. Wie in **Fig. 9A** gezeigt, ist die Back-End-Rechenvorrichtung **808** über die Steuerungen **806a**-**806c** kommunikativ mit jedem der Prozessregelkreise **800a**-**800c** verbunden. Zusätzlich oder alternativ kann die Back-End-Rechenvorrichtung **808** direkt kommunikativ mit den Feldvorrichtungen **802a**-**802c** gekoppelt sein (nicht als solche in **Fig. 9A** dargestellt, um die Veranschaulichung zu vereinfachen), so dass die Back-End-Rechenvorrichtung **808** die Feldvorrichtungen **802a**-802c dazu veranlasst, während der automatischen Kreistests in verschiedenen Testzuständen zu arbeiten, wie in der vorliegenden Schrift beschrieben. Wenigstens ein Teil der Back-End-Rechenvorrichtung **808** kann in dem/den Bedienarbeitsplatz/Bedienarbeitsplätzen **71**, im AMS-System **132**, einem oder mehreren der Back-End-Inbetriebnahmewerkzeuge **138a** oder 138b (das/die, wie vorstehend erwähnt, ein Teil des AMS-Systems **132** darstellen kann/können), und/oder einer beliebigen anderen geeigneten Rechenvorrichtung oder beliebigen anderen geeigneten Rechenvorrichtungen enthalten oder implementiert sein, die in der Back-End-Umgebung **125** der Anlage **5** angeordnet ist/sind und im Rahmen der Durchführung der in der vorliegenden Schrift beschriebenen Techniken zum automatischen Kreistest verwendet wird/werden.

[0199] Wie in **Fig. 9A** gezeigt, gehören zur Back-End-Umgebung **125** zudem ein oder mehrere Back-End-Speicher **810**, die mit der Back-End-Rechenvorrichtung **808** gekoppelt sind. In einigen Anordnungen, wie beispielsweise die in **Fig. 9A** veranschaulichte Anordnung, sind der eine oder die mehreren Back-End-Speicher **810** kommunikativ mit jeder der Steuerungen **806a**-**806c** gekoppelt. Der eine oder die mehreren Back-End-Speicher **810** speichern beispielsweise Informationen, die auf Testzustände, die im Rahmen der automatischen Kreistests zu verwenden sind (z. B. Informationen, die auf Eingangsteststsignale hindeuten, die der Feldvorrichtung **802a** bereitzustellen sind, wie in der vorliegenden Schrift beschrieben), Ergebnisse der automatischen Kreistests (wie nachstehend näher beschrieben) und/oder Informationen hinweisen, die auf annehmbare und/oder erwartete resultierende Verhaltensweisen des Prozessregelkreises **800a** hindeuten, die jeweils jedem Eingangstestsignal entsprechen, z. B. erzeugte Signale und deren erwartete Werte und/oder Wertebereiche usw. Bei einer Umsetzung gehört zur zentralisierten Datenbank **128** wenigstens ein Teil des einen oder der mehreren Back-End-Speicher.

[0200] Näher Bezug nehmend auf die Ausführung eines automatischen Kreistests, zeigt **Fig. 9B** ein beispielhaftes Verfahren **820** zum automatischen Testen eines Prozessregelkreises, wie beispielsweise der Prozessregelkreis **800a** der Prozessregelanlage **5**. Bei einigen Umsetzungen führen eine oder mehrere vorstehend beschriebene Rechenvorrichtungen (z. B. die Back-End-Rechenvorrichtung **808** oder eine andere geeignete Rechenvorrichtung oder ein Prozessor) das Verfahren **820** oder wenigstens Teile davon durch.

[0201] Bei einem Block **822** gehört zum Verfahren **820** das Empfangen eines Hinweises darauf, dass ein automatischer Test des Prozessregelkreises **800a** durchgeführt werden soll. In einem Beispiel handelt es sich bei dem Hinweis um eine beliebige geeignete Benutzereingabe, die über eine Benutzerschnittstelle der Back-End-Rechenvorrichtung **808** oder eine andere Benutzerschnittstelle empfangen wurde.

In einem anderen Beispiel empfängt die Back-End-Rechenvorrichtung **808** einen Hinweis darauf, dass der automatische Test des Prozessregelkreises **800a** ohne Benutzereingabe durchgeführt werden soll. Beispielsweise wird der Hinweis, dass der automatische Test des Prozessregelkreises **800a** durchgeführt werden soll, automatisch durch eine andere Vorrichtung oder Anwendung erzeugt (z. B. ein anderer Prozessor oder eine andere geeignete Vorrichtung, wie beispielsweise eine der in der vorliegenden Schrift beschriebenen Rechenvorrichtungen), nachdem die Feldvorrichtung **802a** so zugeordnet wurde, dass sie über die E/A-Vorrichtung 804a und/oder einen bestimmten Kanal der E/A-Vorrichtung 804a kommuniziert. Bei einer Umsetzung empfängt die Back-End-Rechenvorrichtung **808** anschließend den Hinweis darauf, dass der automatische Test des Prozessregelkreises **800a** von der Vorrichtung oder Anwendung aus durchgeführt werden soll.

[0202] Zum Verfahren **820** gehört zudem, als Reaktion auf das Empfangen des Hinweises darauf, dass der automatische Kreistest durchgeführt werden soll, das automatische Veranlassen, in Abwesenheit eine Benutzereingabe, der Feldvorrichtung **802a**, in jedem einer Vielzahl von Testzuständen zu laufen. Insbesondere gehört bei Block **825** zum Verfahren 820 das Abrufen eines Hinweises auf einen Testzustand für die Feldvorrichtung **802a** (z. B. ein erster Testzustand der Vielzahl von Testzuständen für die Feldvorrichtung **802a**). Bei einer Umsetzung wird der Hinweis des Testzustandes durch die Back-End-Rechenvorrichtung **808** von dem einen oder den mehreren Back-End-Speichern **810** abgerufen.

[0203] Bei einem Block **828** gehört zum Verfahren **820** das automatische Einführen oder Bereitstellen eines Eingangstestsignals in/für die Feldvorrichtung **802a** (z. B. durch die Back-End-Rechenvorrichtung **808**), um die Feldvorrichtung **802a** zu veranlassen, im angezeigten Testzustand zu laufen. Beispielsweise sendet bei einigen Umsetzungen, wie beispielsweise, wenn es sich bei der Feldvorrichtung **802a** um eine HART®-Feldvorrichtung handelt, die Back-End-Rechenvorrichtung **808** einen oder mehrere Befehle entsprechend dem HART®-Kommunikationsprotokoll an die Feldvorrichtung **802a**, um das Eingangstestsignal bereitzustellen, oder zeigt an, dass das Eingangstestsignal bereitgestellt werden soll und die Feldvorrichtung **802a** dadurch dazu veranlasst wird, im angezeigten Testzustand zu arbeiten. Gleichermaßen, wenn die Feldvorrichtung **802a** nach einem anderen Industrieprotokoll arbeitet, sendet die Back-End-Rechenvorrichtung **808** den einen oder die mehreren Befehle an die Feldvorrichtung **802a** in Übereinstimmung mit dem Industriekommunikationsprotokoll der Feldvorrichtung **802a**.

[0204] Fortfahrend mit Block **828**, handelt es sich bei manchen Umsetzungen beim Eingangstestsignal um ein Signal das eine Signalstärke aufweist oder diese anzeigt (in der vorliegenden Schrift auch als „Signalniveau“ bezeichnet), die als prozentuale Signalstärke ausgedrückt wird. Beispielsweise hat das Eingangstestsignal eine Signalstärke, die als 0 %, 25 %, 50 %, 75 % oder 100 % einer vollständigen Signalstärke an der Feldvorrichtung **802a** ausgedrückt wird (z. B. über Verbindungen zwischen der Feldvorrichtung **802a** und der entsprechenden E/A-Vorrichtung 804a). Als solches gehören bei einer Umsetzung zur Vielzahl von Eingangstestsignalen, von denen jedes der Feldvorrichtung **802a** als Ergebnis der Durchführung des Verfahrens **820** bereitgestellt wird, wie in der vorliegenden Schrift näher beschrieben, Signale mit Signalstärken, die als 0 %, 25 %, 50 %, 75 % und 100 % der vollständigen Signalstärke an der Feldvorrichtung **802a** ausgedrückt werden. Die vollständige Signalstärke an der Feldvorrichtung **802a** ist beispielsweise eine maximale Signalstärke an der Feldvorrichtung **802a** (z. B. eine maximale Signalstärke an einem Sensor) im Normalbetrieb der Feldvorrichtung **802a**, eine maximale Signalstärke an der Feldvorrichtung **802a** während vorher ermittelter Bedingungen, die dem Übersteigen des Signals an der Feldvorrichtung **802a** der maximalen Signalstärke im Normalbetrieb oder einer beliebigen anderen geeigneten Signalstärke entsprechen.

[0205] Weiter Bezug nehmend auf Block **828**, handelt es sich bei einigen Umsetzungen beim Eingangstestsignal um ein Signal, das eine Signalstärke aufweist oder auf eine Signalstärke hinweist, die in technischen Einheiten ausgedrückt wird. Beispielsweise handelt es sich bei dem Eingangstestsignal um ein Signal mit einer in Einheiten von Grad Celsius, Pfund pro Quadratzoll (PSI) oder beliebigen anderen geeigneten technischen Einheiten ausgedrückten Signalstärke. Bei einem Eingangstestsignal mit einer Signalstärke, die in technischen Einheiten ausgedrückt ist, kann die Back-End-Rechenvorrichtung **808** durch die kommunikative Verbindung der Back-End-Rechenvorrichtung **808** mit dem Prozessregelkreis **800a** (z. B. mit der Feldvorrichtung **802a**, wie vorstehend beschrieben) einen oder mehrere Hinweise des Eingangstestsignals in einen oder mehrere Hinweise auf technische Einheiten angemessen umwandeln oder formatieren. Folglich hat das Eingangstestsignal in einem Beispiel eine Signalstärke, bei der es sich um einen bestimmten prozentualen Wert einer maximalen Signalstärke handelt, wobei der bestimmte prozentuale Wert wiederum den angezeigten technischen Einheiten entspricht. Bei verschiedenen Umsetzungen wird der Hinweis (oder werden die Hinweise) auf die technischen Einheiten, in denen die Signalstärke des Eingangstestsignals ausgedrückt wird, dem Prozessregelkreis **800a** kommuniziert, um die Feldvorrichtung **802a** dazu zu veranlassen, in dem bei Block **825** angezeigten Testzustand zu laufen.

[0206] Bei einem Block **830** gehört zum Verfahren **820** das Ermitteln, für den bei Block 825 angezeigten Testzustand, ob ein resultierendes Verhalten des Prozessregelkreises **800a** durch einen Satz von erwarteten Bedingungen für die Feldvorrichtung **802a** abgedeckt ist, die dem Testzustand entsprechen. Bei einer Umsetzung basiert die im Hinblick auf Block **830** beschriebene Ermittlung auf Informationen, die in einem oder mehreren Back-End-Speicher 810 gespeichert sind. In verschiedenen Beispielen entspricht jeder der Vielzahl von Testzuständen, in denen die Feldvorrichtung **802a** dazu veranlasst wird, während dem Betrieb des Verfahrens **820** zu laufen (wie in der vorliegenden Schrift näher beschrieben), einem entsprechenden Satz an Verhaltensweisen des Prozessregelkreises **800a**. Dementsprechend folgt daraus, dass bei einigen Umsetzungen jedes einzelne der Vielzahl von Eingangstestsignalen einem entsprechenden der jeweiligen Sätze von erwarteten Verhaltensweisen des Prozessregelkreises **800a** entspricht. Allgemein ausgedrückt gehört zu einem jeweiligen Satz von erwarteten Verhaltensweisen in einigen Fällen eine einzelne erwartete Verhaltensweise und in einigen Fällen mehr als eine einzelne erwartete Verhaltensweise, von der erwartet werden kann, dass sie alternativ oder in Kombination auftritt.

[0207] Beispielsweise kann bei einer Umsetzung das resultierende Verhalten des Prozessregelkreises **800a** ein jeweiliges Signal umfassen, das durch die Steuerung **806a** als Reaktion auf das Eingangstestsignal erzeugt wird, das der Feldvorrichtung **802a** bereitgestellt wurde. Wird der Feldvorrichtung **802a** beispielsweise ein Eingangstestsignal bereitgestellt, das eine Signalstärke aufweist, die als 25 % einer maximalen Betriebssignalstärke an der Feldvorrichtung **802a** ausgedrückt wird, erzeugt die Steuerung **806a** ein entsprechendes Signal, das 25 % einer durch die Steuerung **806a** bereitgestellten maximalen Ausgangssignalstärke beträgt. Das durch die Steuerung **806a** in einem derartigen Fall erzeugte Signal wird als im jeweiligen Satz von erwarteten Verhaltensweisen enthalten betrachtet, die dem bei Block **825** angezeigten Testzustand entsprechen, wobei der Testzustand, der bei Block **825** angezeigt ist, 25 % einer maximalen Signalstärke entspricht.

[0208] Zusätzlich oder alternativ ist das resultierende Verhalten des Prozessregelkreises 800a oder gehört zu diesem ein jeweiliges Ausgangssignal, das durch die Feldvorrichtung 802a erzeugt wurde (z. B. als Reaktion auf ein Eingangstestsignal, das der Feldvorrichtung 802a bereitgestellt wurde, wodurch die Steuerung **806a** dazu veranlasst wurde, ein jeweiliges Eingangssignal zu erzeugen, das der Feldvorrichtung **802a** durch die E/A-Vorrichtung 804a bereitgestellt wird).

[0209] Unter weiterer Bezugnahme auf den Block **830** wird bei verschiedenen Umsetzungen ein jeweiliges resultierendes Verhalten des Prozessregelkreises **800a** dahingehend ermittelt, dass es in einem jeweiligen Satz von erwarteten Verhaltensweisen enthalten ist, der einem der Vielzahl von Testzuständen entspricht, wenn ein jeweiliges durch die Steuerung **806a** (wie vorstehend beschrieben) erzeugtes Signal einen erwarteten Wert aufweist (z. B. erwartete prozentuale Signalstärke), in einem erwarteten Wertebereich liegt (z. B. ein durch einen Bediener an der Steuerung **806a**, an der Back-End-Rechenvorrichtung 808 oder einer anderen geeigneten Rechenvorrichtung vorgegebener Bereich), und/oder einige der erwarteten Kriterien erfüllt usw. Zusätzlich oder alternativ wird bei einer anderen Umsetzung das jeweilige resultierende Verhalten des Prozessregelkreises **800a** dahingehend ermittelt, dass es in einem jeweiligen Satz von erwarteten Verhaltensweisen enthalten ist, der einem der Vielzahl von Testzuständen entspricht, wenn ein jeweiliges durch die Feldvorrichtung **802a** als Reaktion auf ein jeweiliges Eingangstestsignal (wie vorstehend beschrieben) erzeugtes Ausgangssignal einen erwarteten Wert aufweist, in einem erwarteten Wertebereich liegt, einige andere erwartete Kriterien erfüllt usw.

[0210] Es wird zudem angemerkt, dass ein einzelner Testzustand der Feldvorrichtung 802a (z. B. der Testzustand, der bei Block **825** angezeigt wird) zu einer einzelnen oder mehreren resultierenden Verhaltensweisen des Kreises **800a** führen kann. Gleichermaßen kann ein erwarteter Satz von Verhaltensweisen, die dem einzelnen Testzustand der Feldvorrichtung **802a** entsprechen, eine einzelne oder mehrere erwartete Verhaltensweisen des Kreises **800a** umfassen.

[0211] Bei einem Block **832** gehört zum Verfahren **820** das Speichern des Ergebnisses des automatischen Kreistests für den Prozessregelkreis **800a** und des angezeigten Testzustandes (d.h. der bei Block **825** angezeigte Testzustand). In einem Beispiel wird das Ergebnis des automatischen Kreistests, wie dies bei Block **832** erzeugt wurde, in dem einen oder mehreren Back-End-Speicher **810** gespeichert. In verschiedenen Beispielen ist das oder gehört zu dem Ergebnis des automatischen Kreistests, wie dies bei Block **832** erzeugt wurde, ein Hinweis darauf, ob die resultierende Verhaltensweise des Prozessregelkreises **800a** in einem Satz von erwarteten Verhaltensweisen enthalten ist, die dem bei Block **825** angezeigten Testzustand entsprechen. In einem Beispiel, wenn die resultierende Verhaltensweise des Prozessregelkreises **800a** im Satz von erwarteten Verhaltensweisen enthalten ist, zeigt das Ergebnis des automatischen Kreistests des Prozessregelkreises **800a** einen „Erfolg“ (z. B. ordnungsgemäßer Betrieb des Prozessregelkreises **800a**) für den bei Block **825** angezeigten Testzustand an. Dementsprechend, wenn die resultierende Verhaltensweise des Prozessregelkreises **800a** nicht im Satz von erwarte-

ten Verhaltensweisen enthalten ist, zeigt das Ergebnis des automatischen Kreistests in einem Beispiel ein „Nicht im Bereich“ oder „Fehlgeschlagen“ (z. B., dass der Prozessregelkreis **800a** nicht ordnungsgemäß arbeitet) für den bei Block **825** angezeigten Testzustand an. Tatsächlich ausgegebene Daten (z. B. tatsächlich ausgegebene Werte) können ggf. ebenfalls in Verbindung mit den Hinweisen gespeichert werden.

[0212] Bei einem Block **835** gehört zum Verfahren **820** das Ermitteln, ob der Prozessregelkreis **800a** veranlasst werden soll, in einem anderen Testzustand zu laufen (z. B. ob beliebige Testzustände der Vielzahl von Testzuständen, deren Hinweis in dem einen oder mehreren Back-End-Speicher **810** gespeichert sind, noch nicht durchgeführt wurden, wie unter Bezugnahme auf die Blöcke **825**-**832** beschrieben). Wenn der Prozessregelkreis **800a** veranlasst werden soll, in einem anderen Testzustand zu laufen, werden die Blöcke **825**-**835** wiederholt.

[0213] Wenn der Prozessregelkreis **800a** nicht veranlasst werden soll, in einem anderen Testzustand zu laufen (z. B. wird ermittelt, dass die Feldvorrichtung **802a** veranlasst wurde, in allen gewünschten Testzuständen der Vielzahl von Testzuständen zu laufen), gehört bei Block **838** zum Verfahren **820** das Erzeugen eines Ergebnisses eines automatischen Kreistests des Prozessregelkreises **800a** (z. B. für alle der Vielzahl von gewünschten Testzuständen). Beispielsweise gibt das Ergebnis des automatischen Kreistests (i) einen ersten Satz von Testzuständen (z. B. einen oder mehrere der Vielzahl von Testzuständen) der Feldvorrichtung **802a** an, für den jeweilige resultierende Verhaltensweisen des Prozessregelkreises **800a** in einem oder mehreren jeweiligen Sätzen von erwarteten Verhaltensweisen enthalten sind, die den Testzuständen des ersten Satzes von Testzuständen entsprechen, und/oder (ii) einen zweiten Satz von Testzuständen (z. B. einen oder mehrere der Vielzahl von Testzuständen) der Feldvorrichtung **802a** an, für den jeweilige resultierende Verhaltensweisen des Prozessregelkreises **800a** nicht in einem oder mehreren jeweiligen Sätzen von erwarteten Verhaltensweisen enthalten sind, die den Testzuständen des zweiten Satzes von Testzuständen entsprechen. Anhand der Lehre und der Offenbarung in der vorliegenden Schrift versteht es sich, dass der vorstehend erörterte zweite Satz von Testzuständen Testzustände enthält, für die der automatische Kreistest ein „Nicht im Bereich“ oder „Fehlgeschlagen“ anzeigt, z. B. Testzustände, für die jeweilige resultierende Verhaltensweisen (z. B. Ausgaben der Steuerung, Ausgaben der Feldvorrichtung usw., wie vorstehend erörtert) nicht den Erwartungen entsprachen. Das Ergebnis des automatischen Kreistests kann bei Bedarf zudem Ausgangsdaten (z. B. tatsächlich ausgegebene Werte) für jeden Testzustand enthalten.

[0214] Unter weiterer Bezugnahme auf den Block **838** wird das Ergebnis des automatischen Kreistests in einem Beispiel so erzeugt, dass Informationen, die das Ergebnis des automatischen Kreistests ausmachen (z. B. Hinweise auf den/die ersten und/oder zweiten Satz/Sätze von Testzuständen, wie vorstehend erörtert), über eine Benutzerschnittstelle einer beliebigen geeigneten Rechenvorrichtung dargestellt werden. Beispielsweise werden die Informationen, die das Ergebnis des automatischen Kreistests ausmachen, einem Bediener oder anderen Benutzer über einen Anzeigebildschirm von einer oder mehreren der Back-End-Rechenvorrichtung **808** angezeigt. Zusätzlich oder alternativ kann das Ergebnis des automatischen Kreistests an eine beliebige gewünschte Rechenvorrichtung übertragen werden, die mit der Anlage **5** assoziiert ist (wie beispielsweise der Bedienarbeitsplatz **71** oder die Back-End-Inbetriebnahmewerkzeuge **138**), und/oder in einem beliebigen gewünschten Dateispeicher gespeichert werden, wie beispielsweise der eine oder die mehreren Speicher 810 oder die zentralisierte Datenbank **128**.

[0215] Anhand der Lehre und der Offenbarung in der vorliegenden Schrift versteht es sich, dass bei verschiedenen Umsetzungen zum automatischen Veranlassen der Feldvorrichtung **802a**, in jedem der Vielzahl von Testzuständen zu laufen, in Abwesenheit jedweder Eingaben durch den Benutzer, nach Abschluss des Zeitraums, in dem die Feldvorrichtung **802a** in einem ersten Testzustand der Vielzahl von Testzuständen läuft, das automatische Veranlassen der Feldvorrichtung gehört, zwischen anschließenden Testzuständen zu wechseln, indem die Blöcke **825**-**835** ohne jedwede Benutzereingabe automatisch wiederholt werden. Beispielsweise wiederholt die Back-End-Rechenvorrichtung 808 die Blöcke **825**-**835**, bis bei Block **835** ermittelt wird, dass keine zusätzlichen Testzustände verbleiben, in denen die Feldvorrichtung **802a** laufen kann. Bei einer Umsetzung läuft die Feldvorrichtung **802a** als Reaktion auf eine Benutzereingabe an der Back-End-Rechenvorrichtung **808** im ersten Testzustand, wobei die Benutzereingabe der Back-End-Rechenvorrichtung **808** den Hinweis bereitstellt, dass der automatische Test des Prozessregelkreises **800a** durchgeführt werden soll. Es versteht sich jedoch auf der Grundlage der vorstehenden Erörterung, dass die Feldvorrichtung **802a** anschließend und automatisch zu einem Betrieb in jedem der anderen Testzustände übergeht, ohne dass die Feldvorrichtung **802a** dazu durch einen Benutzer angewiesen wird.

[0216] Zudem versteht es sich auf der Grundlage der vorstehenden Erörterung, dass ein automatischer Kreistest durchgeführt werden kann und ein Ergebnis des automatischen Kreistests für den Prozessregelkreis **800a** erzeugt werden kann. Es sollte sich verstehen, dass die Beschreibungen des automatischen Kreistests des Prozessregelkreises **800a** und

die Beschreibungen von Handlungen, an denen die Feldvorrichtung **802a**, die E/A-Vorrichtung 804a und die Steuerung **806a** beteiligt sind, ebenfalls oder alternativ auf andere Prozessregelkreise der Prozessregelanlage **5** anwendbar sind. Unter weiterer Bezugnahme auf **Fig. 9A** gehört zum automatischen Kreistest in verschiedenen Beispielen zudem beispielsweise das jeweilige Testen von jedem der Prozessregelkreise **800b** und **800c**. Bei einer Umsetzung wird das Testen der Prozessregelkreise **800b** und **800c** gleichzeitig mit dem Testen des Prozessregelkreises **800a** durchgeführt. Natürlich werden bei verschiedenen Umsetzungen eine beliebige geeignete Anzahl von Prozessregelkreisen (einschließlich beispielsweise zusätzliche Prozessregelkreise, die in **Fig. 9A** nicht gezeigt sind) gleichzeitig mit dem, anschließend an oder zu einem anderen Zeitpunkt als das automatische Testen anderer Prozessregelkreise automatisch getestet, und in einigen Beispielen wird jeder Prozessregelkreis ohne jedwede Benutzereingabe, durch die eine jeweilige Feldvorrichtung veranlasst wird, in einer jeweiligen Vielzahl von Testzuständen zu laufen, oder ohne jedwede Benutzereingabe überhaupt automatisch getestet (wie an anderer Stelle in der vorliegenden Schrift beschrieben).

[0217] Unter besonderer Bezugnahme auf das gleichzeitige automatische Testen der Prozessregelkreise **800a**-**800c** zeigt **Fig. 9C** ein beispielhaftes Verfahren **850** zum automatischen Testen mehrerer Prozessregelkreise, wie beispielsweise die Prozessregelkreise 800a-800c. Bei einigen Umsetzungen führen eine oder mehrere vorstehend beschriebene Rechenvorrichtungen (z. B. die Back-End-Rechenvorrichtung **808** oder eine andere geeignete Rechenvorrichtung oder ein Prozessor) das Verfahren **850** oder wenigstens Teile davon durch.

[0218] Bei einem Block **852** gehört zum Verfahren **850** das Empfangen eines Hinweises darauf, dass ein automatischer Test eines zusätzlichen Prozessregelkreises (z. B. der Prozessregelkreis **800b**) durchgeführt werden soll. In einem Beispiel handelt es sich bei dem Hinweis um eine beliebige geeignete Benutzereingabe, die über eine Benutzerschnittstelle der Back-End-Rechenvorrichtung **808** oder eine andere Benutzerschnittstelle empfangen wurde. In einem anderen Beispiel empfängt die Back-End-Rechenvorrichtung **808** eine Benutzereingabe, die, allgemein ausgedrückt, anzeigen soll, dass ein automatischer Kreistest durchgeführt werden soll (wie beispielsweise vorstehend unter Bezugnahme auf **Fig. 9B** beschrieben), wobei der Hinweis, dass der automatische Test des Prozessregelkreises **800b** durchgeführt werden soll, ohne jedwede Benutzereingabe empfangen wird. Beispielsweise kann der Hinweis, dass der automatische Test des Prozessregelkreises **800b** durchgeführt werden soll, in dem einen oder den mehreren Back-End-Speichern **810** gespeichert werden, zusammen mit Hinweisen auf beliebige andere Prozessregelkreise (z. B. der Prozessregelkreis **800c**), für die ein automatischer Test durchgeführt werden soll. Der gespeicherte Hinweis, dass der automatische Test des Prozessregelkreises **800b** durchgeführt werden soll, kann als Reaktion auf das oder gleichzeitig mit dem Empfangen des Hinweises empfangen werden, dass ein automatischer Kreistest durchgeführt werden soll, wie unter Bezugnahme auf den Block **822** beschrieben.

[0219] Bei einem Block **855** gehört zum Verfahren **850** das automatische Veranlassen (z. B. durch die Back-End-Rechenvorrichtung **808**), dass eine jeweilige Feldvorrichtung des zusätzlichen Prozessregelkreises (z. B. die Feldvorrichtung **802b**) in einer jeweiligen Vielzahl von Testzuständen läuft, wie beispielsweise auf die unter Bezugnahme auf **Fig. 9B** beschriebene Art und Weise. Bei einigen Umsetzungen ist die jeweilige Vielzahl von Testzuständen eine andere Vielzahl von Testzuständen im Vergleich mit der Vielzahl von Testzuständen für die Feldvorrichtung **802a**. Bei derartigen Umsetzungen sind jeweilige Sätze von erwarteten Verhaltensweisen des Prozessregelkreises **800b** dementsprechend ebenfalls anders als die jeweiligen Sätze von erwarteten Verhaltensweisen des Prozessregelkreises **800a**, und als solche, wenn die Prozessregelkreise **800a** und **800b** erfolgreich getestet wurden, sind die jeweiligen resultierenden Verhaltensweisen dieser ebenfalls unter den Prozessregelkreisen **800a** und **800b** verschieden.

[0220] Bei einem Block **858** gehört zum Verfahren **850** das Ermitteln, für den zusätzlichen Prozessregelkreis (z. B. der Prozessregelkreis **800b**), ob jeweilige resultierende Verhaltensweisen erwarteten Verhaltensweisen entsprechen (z. B. in den jeweiligen Sätzen von erwarteten Verhaltensweisen enthalten), und zwar auf die gleiche oder eine ähnliche Art und Weise, wie unter Bezugnahme auf den Prozessregelkreis **800a** beschrieben, wie unter Bezugnahme auf **Fig. 9B** beschrieben.

[0221] Bei einem Block **860** gehört zum Verfahren **850** das Speichern der Ergebnisse des automatischen Kreistests für den zusätzlichen Prozessregelkreis (z. B. der Prozessregelkreis 800b) auf die gleiche oder eine ähnliche Art und Weise wie die Ergebnisse des automatischen Kreistests für jeden der Testzustände unter Bezugnahme auf den Prozessregelkreis **800a** gespeichert sind, wie unter Bezugnahme auf **Fig. 9B** beschrieben. Beispielsweise werden die Ergebnisse des automatischen Kreistests für den Prozessregelkreis **800b** in dem einen oder den mehreren Back-End-Speichern **810** gespeichert.

[0222] Bei einem Block **862** gehört zum Verfahren **850** das Ermitteln, ob ein anderer automatischer Test für einen anderen Prozessregelkreis durchgeführt werden soll (z. B. der Prozessregelkreis **800c**).

In einem Beispiel basiert die Ermittlung, ob ein anderer automatischer Test durchgeführt werden soll, auf einem oder mehreren Hinweisen, die in dem einen oder den mehreren Back-End-Speichern **810** gespeichert sind. Soll ein anderer automatischer Test durchgeführt werden, können die Blöcke **855**-**862** wiederholt werden.

[0223] Wird ermittelt, dass kein anderer automatischer Test durchgeführt werden soll (z. B. alle Prozessregelkreise der Prozessregelanlage **5**, die automatisch getestet werden sollen, wurden getestet), kann bei Block **865** zum Verfahren das Erzeugen eines Ergebnisses des automatischen Kreistests gehören, das Informationen enthält, die den (z. B. Ergebnissen für die) Prozessregelkreise(n) 800b und 800c entsprechen, neben Informationen, die dem Prozessregelkreis **800a** entsprechen. Bei einer Umsetzung werden die Informationen, die das Ergebnis des automatischen Kreistests für die Prozessregelkreise **800a**-**800c** ausmachen, über eine beliebige geeignete Benutzerschnittstelle angezeigt, wie beispielsweise ein Anzeigenbildschirm der Back-End-Rechenvorrichtung **808**. Zusätzlich oder alternativ kann das Ergebnis des automatischen Kreistests für die Kreise **800a**-**800c** an eine beliebige gewünschte Rechenvorrichtung übertragen werden, die mit der Anlage **5** assoziiert ist (wie beispielsweise der Bedienarbeitsplatz **71** oder die Back-End-Inbetriebnahmewerkzeuge **138**), und/oder in einem beliebigen gewünschten Dateispeicher gespeichert werden, wie beispielsweise der eine oder die mehreren Speicher **810** oder die zentralisierte Datenbank 128.

[0224] Unter weiterer Bezugnahme auf Block **865** zeigt bei einer Umsetzung das Ergebnis des automatischen Kreistests für jeden der Prozessregelkreise **800a**-**800c** (i) einen ersten Satz der jeweiligen Vielzahl von Testzuständen (z. B. einen oder mehrere Testzustände der jeweiligen Vielzahl von Testzuständen), für die jeweilige resultierende Verhaltensweisen in einem oder mehreren jeweiligen Sätzen von erwarteten Verhaltensweisen enthalten sind, die dem ersten Satz der jeweiligen Vielzahl von Testzuständen entsprechen, und/oder (ii) einen zweiten Satz der jeweiligen Vielzahl von Testzuständen an, für die jeweilige resultierende Verhaltensweisen nicht in einem oder mehreren jeweiligen Sätzen von erwarteten Verhaltensweisen enthalten sind, die dem zweiten Satz der jeweiligen Vielzahl von Testzuständen entsprechen.

[0225] Es wird angemerkt, dass, während **Fig. 9C** aufeinanderfolgende Ermittlungen veranschaulicht, ob automatische Kreistests der Prozessregelkreise **800b** und **800c** durchgeführt werden sollen, es sich anhand der Lehre und Offenbarung in der vorliegenden Schrift verstehen wird, dass bei verschiedenen Umsetzungen die Ermittlungen, ob derartige automatische Kreistests durchgeführt werden sollen, und die anschließende Durchführung der Handlungen, die unter Bezugnahme auf **Fig. 9C** beschrieben sind, gleichzeitig unter den Prozessregelkreisen **800a**-**800c** ausgeführt werden. Das heißt, dass bei einigen Umsetzungen die automatischen Kreistests und das erzeugen des Ergebnisses des automatischen Kreistests (und in einigen Fällen das Bereitstellen des Ergebnisses des automatischen Kreistests, wie vorstehend beschrieben) für mehrere Prozessregelkreise zeitgleich durchgeführt werden (z. B. die Prozessregelkreise **800a**-**800c**).

[0226] Wenngleich automatisierte Kreistests vorstehend unter Bezugnahme auf die Back-End-Rechenvorrichtung **808** und den einen oder die mehreren Back-End-Speicher **810** beschrieben sind, die in der Back-End-Umgebung **125** der Prozessanlage **5** angeordnet sind, werden in einigen Szenarien automatisierte Kreistests zusätzlich oder alternativ zudem unter Verwendung von Rechenvorrichtungen **870** und Speichern **872** durchgeführt, die in der Feldumgebung **122** angeordnet sind. Insbesondere, wie in **Fig. 9A** weiter gezeigt, gehören zur Feldumgebung **122** ein oder mehrere Feldspeicher **872**, die Informationen speichern, die auf Testzustände, die im Rahmen der automatischen Kreistests zu verwenden sind (z. B. Informationen, die auf Eingangstestsignale hinweisen, die der Feldvorrichtung **802a** bereitzustellen sind, wie in der vorliegenden Schrift beschrieben), das Ergebnis der automatischen Kreistests und/oder Informationen hinweisen, die auf annehmbare und/oder erwartete resultierende Verhaltensweisen des Prozessregelkreises **800a** hindeuten, die jeweils jedem Eingangstestsignal entsprechen, z. B. erzeugte Signale und deren erwartete Werte und/oder Wertebereiche usw. Bei verschiedenen Umsetzungen werden derartige Informationen in dem einen oder den mehreren Feldspeichern **872** gespeichert, anstatt oder zusätzlich zum Speichern in dem einen oder den mehreren Back-End-Speichern **810**. Bei einer Umsetzung gehört zu den Datendateien oder Datenspeichern **342** wenigstens ein Teil des einen oder der mehreren Feldspeicher **872**.

[0227] **Fig. 9A** zeigt zudem eine oder mehrere Feldrechenvorrichtungen **870**, die in der Feldumgebung **122** angeordnet sind und anstelle der oder zusätzlich zur Back-End-Rechenvorrichtung **808** für automatische Kreistests verwendet werden können, die für automatische Kreistests verwendet wird (z. B. die eine oder die mehreren Feldrechenvorrichtungen **870** führen wenigstens einige der Handlungen durch, die an anderer Stelle in der vorliegenden Schrift als durch die Back-End-Rechenvorrichtung **808** durchgeführt beschrieben werden). Wenigstens ein Teil der einen oder mehreren Feldrechenvorrichtungen **870** kann im AMS-System **132**, einem oder mehreren der Feldinbetriebnahmewerkzeuge **135a** oder **135b** (das/die, wie vorstehend erwähnt, ein Teil des AMS-Systems **132** darstellen kann/können), und/oder ei-

ner beliebigen anderen geeigneten Rechenvorrichtung oder beliebigen anderen geeigneten Rechenvorrichtungen enthalten oder implementiert sein, die in der Feldumgebung **122** angeordnet ist/sind. Wie in **Fig. 9A** gezeigt, sind die eine oder die mehreren Feldrechenvorrichtungen **870** über die Feldvorrichtungen **802a**-**802c** kommunikativ mit jedem der Prozessregelkreise **800a**-**800c** gekoppelt, so dass die eine oder die mehreren Feldrechenvorrichtungen **870** die Feldvorrichtungen **802a**-**802c** dazu veranlassen können, während der automatischen Kreistests entsprechend der Beschreibung in der vorliegenden Schrift zu arbeiten. Wie zudem in **Fig. 9A** gezeigt, sind die eine oder die mehreren Feldrechenvorrichtungen **870** kommunikativ mit dem einen oder den mehreren Feldspeichern **872** gekoppelt. In einigen Konfigurationen sind die einen oder die mehreren Feldrechenvorrichtungen **870** zusätzlich oder alternativ zur kommunikativen Kopplung mit jedem der Prozessregelkreise **800a**-**800c** über die Feldvorrichtungen **802a**-**802c** über die Steuerungen **806a**-**806c** direkt kommunikativ mit jedem der Prozessregelkreise **800a**-**800c** verbunden (nicht als solche in **Fig. 9A** gezeigt, um die Veranschaulichung zu vereinfachen).

[0228] Bei einigen Umsetzungen in der Feldumgebung **122** können anstelle der oder zusätzlich zur Verwendung der einen oder der mehreren Feldrechenvorrichtungen **870** und/oder des einen oder der mehreren Feldspeicher **872** für automatische Kreistests zu einer oder mehreren der Feldvorrichtungen **802a**-**802c** ein oder mehrere Prozessoren und/oder ein oder mehrere Speicher gehören, die für automatische Kreistests verwendet werden. Beispielsweise gehören bei der Darstellung in **Fig. 9A** zur Feldvorrichtung **802a** ein Prozessor **874** und ein Speicher **876**, die so konfiguriert sind, dass sie automatische Kreistests unterstützen (z. B. um wenigstens einige der Handlungen durchzuführen, die an anderer Stelle in der vorliegenden Schrift als durch die Back-End-Rechenvorrichtung **808** durchgeführt beschrieben werden). In verschiedenen Beispielen handelt es sich bei der Feldvorrichtung **802a** um einen beliebigen Typ einer intelligenten Feldvorrichtung, wie beispielsweise eine HART®-Feldvorrichtung. Zusätzlich oder alternativ speichern in verschiedenen Beispielen ein oder beide (i) des einen oder der mehreren Feldspeicher **872** oder (ii) des Speichers **876** Informationen, die auf Testzustände, die im Rahmen der automatischen Kreistests zu verwenden sind, das Ergebnis der automatischen Kreistests und/oder Informationen hinweisen, die auf annehmbare und/oder erwartete resultierende Verhaltensweisen des Prozessregelkreises **800a** hindeuten, die jeweils jedem Eingangstestsignal entsprechen, z. B. erzeugte Signale und deren erwartete Werte und/oder Wertebereiche usw. Bei verschiedenen Umsetzungen werden derartige Informationen in dem einen oder den mehreren Feldspeichern **872** und/oder dem Speicher **876** gespeichert, anstatt oder zusätzlich zum Speichern in dem einen oder den mehreren Back-End-Speichern **810**.

[0229] Dementsprechend, wie vorstehend erörtert, erfordert die Durchführung eines automatischen Kreistests vorteilhafterweise nicht, dass ein Bediener in der Back-End-Umgebung **125** Rücksprache mit einem Bediener in der Feldumgebung **122** hält, um verschiedene Eingaben zu tätigen (z. B. bereitzustellen) und/oder verschiedene Bedingungen und/oder Zustände an einem Prozessregelkreis zu erzeugen. Anstelle dessen führt bei einigen Umsetzungen ein einzelner Bediener mit Hilfe der nachstehenden Techniken einen einzelnen Vorgang durch (z. B. Bereitstellen eines Hinweises, dass ein automatischer Kreistest/automatische Kreistests initiiert wird/werden), um automatische Kreistests von einigen oder allen der in Betrieb genommenen Prozessregelkreise durchzuführen. Bei anderen Umsetzungen wird der/werden die automatische/n Kreistest/s initiiert, ohne dass ein Bediener eine Benutzereingabe bereitstellt, wie vorstehend erörtert.

Andere Überlegungen

[0230] Wie vorstehend erörtert, führen die in der vorliegenden Schrift beschriebenen intelligenten Inbetriebnahmetechniken zu einer signifikanten Verkürzung der Zeit, Verringerung des Personalaufwands und Senkung der Kosten für die Inbetriebnahme einer Prozessanlage **5**. **Fig. 10** veranschaulicht eine Tabelle 900, in der die Zeit und die Ressourcen verglichen werden, die erforderlich sind, um eine beispielhafte Feldvorrichtung (z. B. die Feldvorrichtung **102**) und/oder einen beispielhaften Prozessregelkreis, in dem die Feldvorrichtung enthalten ist (z. B. der Prozessregelkreis **100**) unter Verwendung traditioneller Inbetriebnahmetechniken **902** und unter Verwendung wenigstens einiger der in der vorliegenden Schrift beschriebenen intelligenten Inbetriebnahmetechniken **905** lokal in Betrieb zu nehmen. Die in der Tabelle 900 dargestellten Daten wurden während der Entwicklung und Versuchstestphase der in der vorliegenden Schrift beschriebenen intelligenten Inbetriebnahmetechniken erfasst.

[0231] Wie in **Fig. 10** gezeigt, gehören zu den Aufgaben **908a**-**908g**, die in der Regel durch einen Benutzer durchgeführt werden, um eine Feldvorrichtung lokal in Betrieb zu nehmen, das Laufen bis zur physikalischen Feldvorrichtung (Referenz **908a**); das Bestätigen, dass es sich bei der physikalischen Feldvorrichtung um die erwartete Vorrichtung handelt, und das Überprüfen deren Kabelanschlüsse (Referenz **908b**); das Überprüfen der Identität der Feldvorrichtung, z. B. über eine in einem Speicher der Feldvorrichtung gespeicherte Vorrichtungskennzeichnung, und das Freigeben der Vorrichtungskennzeichnung für andere Systeme der Prozessanlage **5**, wie beispielsweise Prozesssteuerungssysteme, Asset-Management-

Systeme, Sicherheitssysteme usw. (Referenz **908c**); das Konfigurieren von Vorrichtungsparametern **908d**; das Herunterladen eines Steuermoduls, das der Vorrichtung entspricht (Referenz **908e**); das Durchführen einer Inbetriebnahmeprüfung oder eines Inbetriebnahmetests der Vorrichtung (Referenz **908f**); und das Erzeugen von Bestandsinformationen zum Regelkreis, aus denen die Feldvorrichtung hervorgeht (Referenz 908g). Natürlich können während der Inbetriebnahme der Vorrichtung mehr, weniger, andere und/oder alternative Inbetriebnahmehandlungen durchgeführt werden, bei denen es sich nicht um die in **Fig. 10** gezeigten Handlungen **908a**-**908g** handelt.

[0232] Wie ebenfalls in **Fig. 10** gezeigt, ist die Zeit in Mannstunden, die zum Durchführen einer traditionellen Inbetriebnahme **902** einer Feldvorrichtung erforderlich ist, in Tabelle 900 für jede Inbetriebnahmehandlung **908a**-**908g** dargestellt, wobei die Mannstunden, die insgesamt bei der traditionellen Inbetriebnahme einer Feldvorrichtung aufgewendet werden müssen, zwei Stunden und 20 Minuten betragen. Die Zeit in Mannstunden, die zum Durchführen einer intelligenten Inbetriebnahme **905** einer Feldvorrichtung erforderlich ist, wird in Tabelle 900 für jede Inbetriebnahmehandlung **908a**-908g angegeben, wobei die Mannstunden, die insgesamt bei der intelligenten Inbetriebnahme aufgewendet werden müssen, lediglich 10 Minuten betragen - eine Senkung um 93 % im Hinblick auf die Mannstunden, die zum Konfigurieren einer einzelnen Feldvorrichtung erforderlich sind. Da eine Prozessanlage hunderte, tausende und sogar zehntausende Feldvorrichtungen enthalten kann, von denen jede vor Aufnahme des Betriebs der Anlage in Betrieb genommen werden muss, sind die im Hinblick auf die Mannstunden erzielten (und dementsprechend die finanziellen) Ressourceneinsparungen enorm. Da wenigstens einige der intelligenten Inbetriebnahmetechniken automatisch durchgeführt werden, sind sie darüber hinaus weniger anfällig für Benutzerfehler und deshalb genauer als traditionelle Inbetriebnahmetechniken.

[0233] Es wird angemerkt, dass, wenngleich die in der vorliegenden Schrift beschriebenen intelligenten Inbetriebnahmetechniken unter Bezugnahme auf ein Prozesssteuerungssystem **5** beschrieben sind, eine oder mehrere beliebige der in der vorliegenden Schrift beschriebenen intelligenten Inbetriebnahmetechniken gleichermaßen auf ein Prozesssteuerungssicherheitsinformationssystem einer Prozessregelanlage anwendbar sind, wie beispielsweise das durch Emerson Process Management vertriebene Produkt DeltaV SIS ™. Beispielsweise kann ein unabhängiges Prozessleitsicherheitssystem oder ein integriertes Steuerungs- und Sicherheitssystem („ICSS“) unter Verwendung einer oder mehrerer beliebiger der in der vorliegenden Schrift beschriebenen intelligenten Inbetriebnahmetechniken in Betrieb genommen werden.

[0234] Zusätzlich, wenn sie in einer Software umgesetzt werden, können beliebige der hierin beschriebenen Anwendungen, Dienste und Maschinen in einem greifbaren, nichttransitorischen computerlesbaren Speicher gespeichert werden, wie auf einer Magnetdiskette, einer Laserdiskette, einer Solid-State-Speichervorrichtung, einer molekularen Speichervorrichtung oder einem anderen Speichermedium, in einem RAM oder ROM eines Computers oder Prozessors usw. Obwohl die hierin offenbarten exemplarischen Systeme als, neben anderen Komponenten, Software und/oder Firmware umfassend, die auf Hardware ausgeführt wird, dargestellt werden, wird vermerkt, dass derartige Systeme lediglich der Veranschaulichung dienen und nicht als einschränkend betrachtet werden sollen. Es wird beispielsweise erwogen, dass beliebige oder alle dieser Hardware-, Software- und Firmwarekomponenten ausschließlich als Hardware, ausschließlich als Software oder als eine Kombination von Hardware und Software ausgeführt werden könnten. Dementsprechend, während die hierin beschriebenen beispielhaften Systeme als in einer Software ausgeführt beschrieben werden, die an einem Prozessor von einer oder mehreren Computervorrichtungen ausgeführt wird, wird es ein gewöhnlicher Fachmann bereitwillig würdigen, dass die gelieferten Beispiele nicht die einzige Möglichkeit sind, um solche Systeme zu implementieren.

[0235] Demnach, während die vorliegende Erfindung in Bezug auf spezifische Beispiele beschrieben wurde, die lediglich der Veranschaulichung dienen und die Erfindung nicht einschränken sollen, wird es für einen gewöhnlichen Fachmann deutlich, dass an den offenbarten Ausführungsformen Veränderungen, Hinzufügungen und Streichungen vorgenommen werden können, ohne dass von dem Geist und dem Umfang der Erfindung abgewichen wird. Zwar ist im vorangehenden Text eine detaillierte Beschreibung zahlreicher verschiedener Ausführungsformen aufgeführt, es versteht sich jedoch zudem, dass der Umfang des Patents durch die Formulierungen der am Ende dieses Patents beigefügten Ansprüche und deren Äquivalente definiert ist. Die detaillierte Beschreibung ist rein beispielhaft zu verstehen und beschreibt nicht jede mögliche Ausführungsform, da eine Beschreibung jeder möglichen Ausführungsform nicht machbar, wenn nicht unmöglich wäre. Es könnten zahlreiche alternative Ausführungsformen unter Verwendung von entweder derzeitiger Technik oder von nach dem Anmeldedatum dieses Patents entwickelter Technik umgesetzt werden, die dennoch in den Umfang der Ansprüche und aller Äquivalente davon fallen würden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- US 62240084 [0001]
- US 14605304 [0002]
- US 15/291200 [0002]
- US 15291200 [0121]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Inbetriebnahme einer Prozessanlage, wobei die Prozessanlage eine Feldumgebung und eine Back-End-Umgebung aufweist, das Verfahren umfassend:
Konfigurieren, unter Verwendung einer oder mehrerer Rechenvorrichtungen, die sich in der Feldumgebung der Prozessanlage befinden, einer Instanz eines Vorrichtungsplatzhalterobjektes für eine Feldvorrichtung, während sich die Feldvorrichtung in einem Zustand Eingang-Ausgang (E/A) nicht zugeordnet befindet, wobei die konfigurierte Instanz des Vorrichtungsplatzhalterobjektes eine E/A abstrahierte Konfiguration für die Feldvorrichtung definiert,
wobei die Feldvorrichtung während der Laufzeit der Prozessanlage eine physikalische Funktion in der Feldumgebung der Prozessanlage ausführt und wenigstens über einen Anschluss, der kommunikativ mit einer E/A-Vorrichtung verbunden ist, Daten sendet und/oder empfängt, die der physikalischen Funktion entsprechen, um einen Prozess zu steuern, der in der Prozessanlage ausgeführt werden soll, und
wobei der Zustand E/A nicht zugeordnet der Feldvorrichtung darauf hindeutet, dass die Feldvorrichtung nicht zur Kommunikation über eine beliebige E/A-Vorrichtung zugeordnet ist; und
Initiieren, durch die eine oder die mehreren Rechenvorrichtungen, während sich die Feldvorrichtung im Zustand E/A nicht zugeordnet befindet, einer oder mehrerer Inbetriebnahmehandlungen an der Feldvorrichtung auf der Grundlage der E/A abstrahierten Konfiguration der Feldvorrichtung.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Konfigurieren der Instanz des Vorrichtungsplatzhalterobjektes für die Feldvorrichtung das Speichern von entsprechenden Werten von einer oder mehreren Eigenschaften des Vorrichtungsplatzhalterobjektes umfasst, wobei jeder entsprechende Wert auf eine jeweilige Kategorie oder einen Typ hinweist, die/der die Feldvorrichtung beschreibt.

3. Verfahren nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche, wobei das Speichern der entsprechenden Werte, die die jeweiligen Kategorien oder Typen anzeigen, die die Feldvorrichtung beschreiben, das Speichern von einem oder mehreren Werten umfasst, von denen jeder jeweils einen E/A-Schnittstellentyp, einen Vorrichtungstyp, eine Charakteristik des Vorrichtungstyps, einen E/A-Konfigurationstyp, eine Eigenschaft des E/A-Konfigurationsparametertyps oder einen Kanalparameter des E/A-Konfigurationstyps anzeigt.

4. Verfahren nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche, ferner umfassend wenigstens eines der Folgenden:
Empfangen von wenigstens einem jeweiligen Wert von der einen oder den mehreren Eigenschaften über eine Benutzerschnittstelle, die in der Feldumgebung der Prozessanlage angeordnet ist;
Abrufen, durch die eine oder die mehreren Rechenvorrichtungen, von wenigstens einem entsprechenden Wert der einen oder mehreren Eigenschaften von einem Datenspeicher; oder
Abrufen, durch die eine oder die mehreren Rechenvorrichtungen, von wenigstens einem entsprechenden Wert der einen oder mehreren Eigenschaften von einer Anwendung, die in der Feldumgebung der Prozessanlage ausgeführt wird.

5. Verfahren nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche, wobei das Vorrichtungsplatzhalterobjekt eine Vielzahl von Eigenschaften umfasst und das Verfahren ferner das Sichtbarmachen einer ersten Eigenschaft der Instanz des Vorrichtungsplatzhalterobjektes der Feldvorrichtung auf der Grundlage eines für eine zweite Eigenschaft der Instanz des Vorrichtungsplatzhalterobjektes der Feldvorrichtung gespeicherten Wertes umfasst.

6. Verfahren nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche, ferner umfassend das Ermitteln einer Assoziierung zwischen dem für die zweite Eigenschaft gespeicherten Wert und dem Sichtbarmachen der ersten Eigenschaft.

7. Verfahren nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche, wobei das Initiieren der einen oder mehreren Inbetriebnahmehandlungen an der Feldvorrichtung das Initiieren einer Inbetriebnahmehandlung unter Verwendung der E/A abstrahierten Konfiguration der Feldvorrichtung umfasst.

8. Verfahren nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche, wobei das Definieren der E/A abstrahierten Konfiguration der Feldvorrichtung das Abrufen einer Systemkennzeichnung umfasst, die die Feldvorrichtung anzeigt, wobei die Systemkennzeichnung durch die eine oder die mehreren Rechenvorrichtungen unter Verwendung eines Satzes von Syntaxanalyseregeln automatisch von einer Ausgangskennzeichnung abgeleitet ist, mit der die Feldvorrichtung eindeutig gekennzeichnet wird.

9. Verfahren nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche, ferner umfassend das Erkennen, dass sich die Feldvorrichtung im Zustand E/A nicht zugeordnet befindet, und wobei das Initiieren der einen oder mehreren Inbetriebnahmehandlungen darauf basiert, dass erkannt wird, dass sich die Feldvorrichtung im Zustand E/A nicht zugeordnet befindet.

10. Verfahren nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche, ferner umfassend:
Erkennen, dass sich die Feldvorrichtung in einem Zustand E/A zugeordnet befindet, wobei der Zustand E/A zugeordnet anzeigt, dass die Feldvorrichtung einer

bestimmten E/A-Vorrichtung zugeordnet ist, die sich in der Feldumgebung befindet; und
Initiieren einer oder mehrerer zusätzlicher Inbetriebnahmehandlungen auf der Grundlage des Erkennens, dass sich die Feldvorrichtung im Zustand E/A zugeordnet befindet, wobei die eine oder mehreren zusätzlichen Inbetriebnahmehandlungen auf der Zuordnung der Feldvorrichtung zur bestimmten E/A-Vorrichtung basieren.

11. Verfahren nach einem beliebigen der vorstehenden Ansprüche, wobei wenigstens ein Teil des Verfahrens in wenigstens einem eines Gerüstbereiches der Feldumgebung der Prozessanlage oder eines Aufbaubereiches der Feldumgebung der Prozessanlage durchgeführt wird.

12. System zur Inbetriebnahme einer Prozessanlage mit einer Feldumgebung und einer Back-End-Umgebung, das System umfassend:
ein Vorrichtungsplatzhalterobjekt, das in der Feldumgebung angeordnet ist; und
eine in der Feldumgebung angeordnete Anwendung, wobei die Anwendung computerausführbare Anweisungen enthält, die in einem oder mehreren Speichern gespeichert sind und bei Ausführung durch einen oder mehrere Prozessoren das System dazu veranlassen:
eine Instanz des Vorrichtungsplatzhalterobjektes für eine Feldvorrichtung zu konfigurieren, während sich die Feldvorrichtung in einem Zustand Eingang-Ausgang (E/A) nicht zugeordnet befindet, wobei die konfigurierte Instanz des Vorrichtungsplatzhalterobjektes eine E/A abstrahierte Konfiguration für die Feldvorrichtung definiert,
wobei die Feldvorrichtung während der Laufzeit der Prozessanlage eine physikalische Funktion in der Feldumgebung der Prozessanlage ausführt und wenigstens über einen Anschluss, der kommunikativ mit einer E/A-Vorrichtung verbunden ist, Daten sendet und/oder empfängt, die der physikalischen Funktion entsprechen, um einen Prozess zu steuern, der in der Prozessanlage ausgeführt werden soll, und
wobei der Zustand E/A nicht zugeordnet der Feldvorrichtung darauf hindeutet, dass die Feldvorrichtung nicht zur Kommunikation über eine beliebige E/A-Vorrichtung zugeordnet ist; und
die E/A abstrahierte Konfiguration der Feldvorrichtung für eine Verwendung durch eine oder mehrere Inbetriebnahmehandlungen an der Feldvorrichtung in dem einen oder den mehreren Speichern zu speichern, während sich die Feldvorrichtung im Zustand E/A nicht zugeordnet befindet.

13. System nach Anspruch 12, wobei die konfigurierte Instanz des Vorrichtungsplatzhalterobjektes der Feldvorrichtung entsprechende Werte von einer oder mehreren Eigenschaften des Vorrichtungsplatzhalterobjektes enthält und jeder entsprechende Wert auf eine jeweilige Kategorie oder einen Typ hinweist, die/der die Feldvorrichtung beschreibt.

14. System nach einem beliebigen der Ansprüche 12-13, wobei es sich wenigstens bei einer der einen oder Eigenschaften um eine sichtbare Eigenschaft handelt.

15. System nach einem beliebigen der Ansprüche 12-14, wobei es sich wenigstens bei einer der einen oder mehreren Eigenschaften um eine versteckte Eigenschaft handelt.

16. System nach einem beliebigen der Ansprüche 12-15, wobei die entsprechenden Werte, die die jeweiligen Kategorien oder Typen anzeigen, die die Feldvorrichtung beschreiben, einen oder mehrere Werten umfassen, von denen jeder jeweils einen E/A-Schnittstellentyp, einen Vorrichtungstyp, eine Charakteristik des Vorrichtungstyps, einen E/A-Konfigurationstyp, eine Eigenschaft des E/A-Konfigurationsparametertyps oder einen Kanalparameter des E/A-Konfigurationstyps anzeigt.

17. System nach einem beliebigen der Ansprüche 12-16, ferner umfassend eine Benutzerschnittstelle, die in der Feldumgebung der Prozessanlage angeordnet ist, und wobei wenigstens ein entsprechender Wert der einen oder mehreren Eigenschaften über die Benutzerschnittstelle abgerufen wird.

18. System nach einem beliebigen der Ansprüche 12-17, ferner umfassend einen Datenspeicher, auf dessen Inhalte die Anwendung zugreifen kann, und wobei wenigstens ein entsprechender Wert der einen oder mehreren Eigenschaften von der Anwendung aus dem Datenspeicher abgerufen wird.

19. System nach einem beliebigen der Ansprüche 12-18, ferner umfassend eine andere Anwendung, die in der Feldumgebung der Prozessanlage läuft, und wobei wenigstens ein entsprechender Wert der einen oder mehreren Eigenschaften von der anderen Anwendung abgerufen wird.

20. System nach einem beliebigen der Ansprüche 12-19, wobei das Vorrichtungsplatzhalterobjekt eine Vielzahl von Eigenschaften umfasst und wobei eine erste Eigenschaft der Instanz des Vorrichtungsplatzhalterobjektes für die Feldvorrichtung auf der Grundlage eines für eine zweite Eigenschaft der Instanz des Vorrichtungsplatzhalterobjektes der Feldvorrichtung gespeicherten Wertes sichtbar gemacht wird.

21. System nach einem beliebigen der Ansprüche 12-20, ferner umfassend das Abbilden von Assoziierungen zwischen Eigenschaften, wobei das Abbilden die Assoziierung zwischen dem für die zweite Eigenschaft gespeicherten Wert und dem Sichtbarmachen der ersten Eigenschaft anzeigt.

22. System nach einem beliebigen der Ansprüche 12-21, wobei die Anwendung ferner das System dazu veranlasst, eine Inbetriebnahmehandlung zu initiieren, die die E/A abstrahierte Konfiguration der Feldvorrichtung verwendet, während sich die Feldvorrichtung im Zustand E/A nicht zugeordnet befindet.

23. System nach einem beliebigen der Ansprüche 12-22, wobei:
die in der Feldumgebung angeordnete und die computerausführbaren Anweisungen enthaltende Anwendung eine erste Anwendung ist, die einen ersten Satz computerausführbarer Anweisungen umfasst;
zum System ferner eine zweite Anwendung gehört, die in der Feldumgebung angeordnet ist und einen zweiten Satz computerausführbarer Anweisungen umfasst; und
zur E/A abstrahierten Konfiguration der Feldvorrichtung eine Systemkennzeichnung gehört, die die Feldvorrichtung anzeigt, wobei die Systemkennzeichnung automatisch durch die zweite Anwendung von einer Ausgangskennzeichnung abgeleitet ist, mit der die Feldvorrichtung eindeutig gekennzeichnet wird.

24. System nach einem beliebigen der Ansprüche 12-23, wobei die Anwendung in wenigstens einem eines Asset-Management-Systems, das in der Feldumgebung angeordnet ist, oder eines Feldinbetriebnahmewerkzeuges ausgeführt wird, das in der Feldumgebung angeordnet ist.

25. System nach einem beliebigen der Ansprüche 12-24, wobei ein Wert einer Eigenschaft der konfigurierten Instanz des Vorrichtungsplatzhalterobjektes der Feldvorrichtung darauf hindeutet, dass sich die Feldvorrichtung im Zustand E/A nicht zugeordnet befindet.

26. System nach einem beliebigen der Ansprüche 12-25, wobei die Anwendung das System ferner dazu veranlasst, eine Vielzahl von Instanzen des Vorrichtungsplatzhalterobjektes für eine Vielzahl von Feldvorrichtungen in großen Mengen zu konfigurieren und dadurch eine Vielzahl von E/A abstrahierten Konfigurationen für die Vielzahl von Feldvorrichtungen definiert.

27. System nach einem beliebigen der Ansprüche 12-26, wobei die Konfiguration in großen Mengen für die Vielzahl von Feldvorrichtungen auf einer Abbildung von Assoziierungen zwischen Eigenschaften basiert.

28. Ein beliebiger der vorstehenden Ansprüche in Kombination mit einem beliebigen anderen der vorstehenden Ansprüche.

Es folgen 18 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

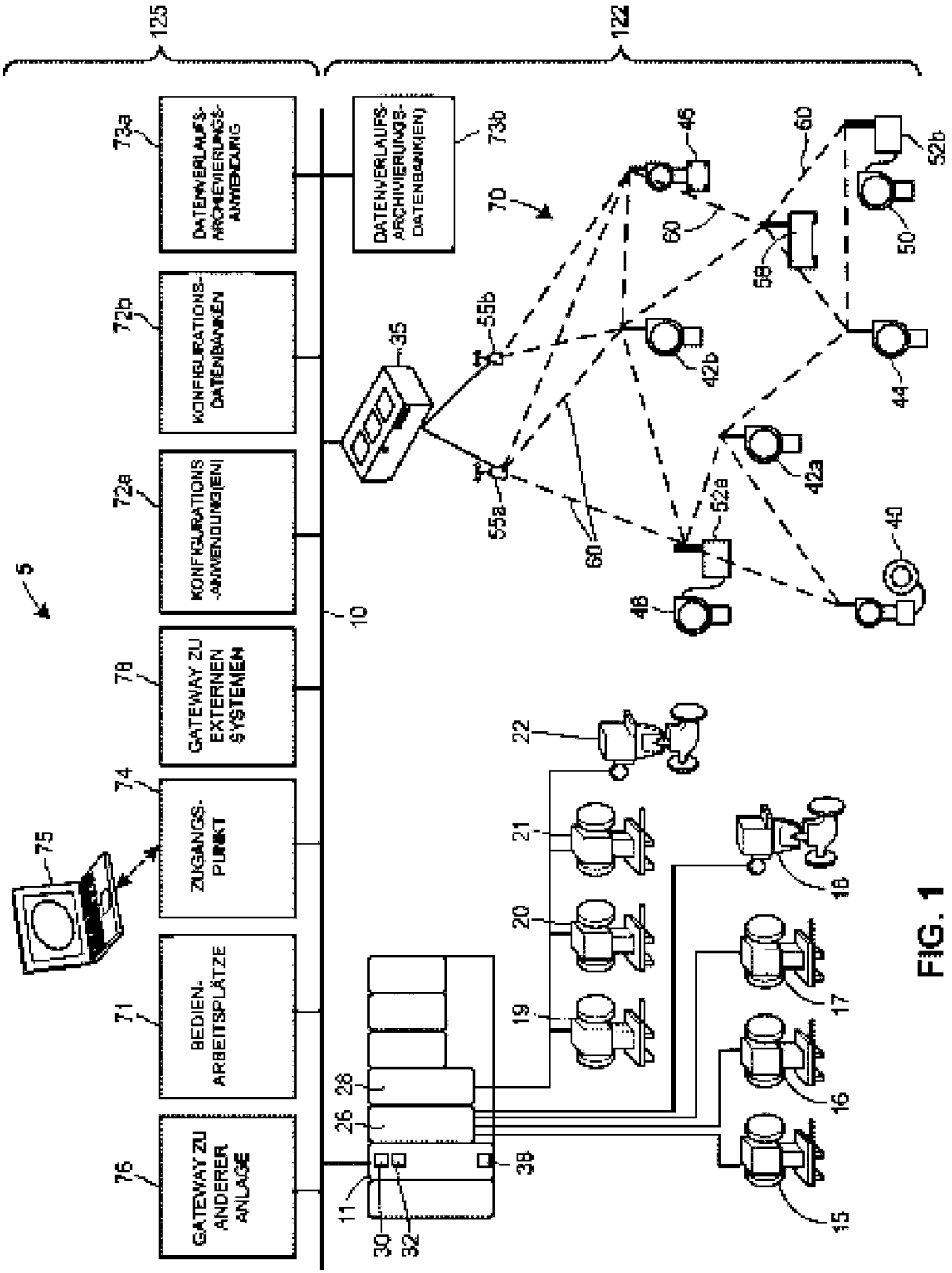


FIG. 1

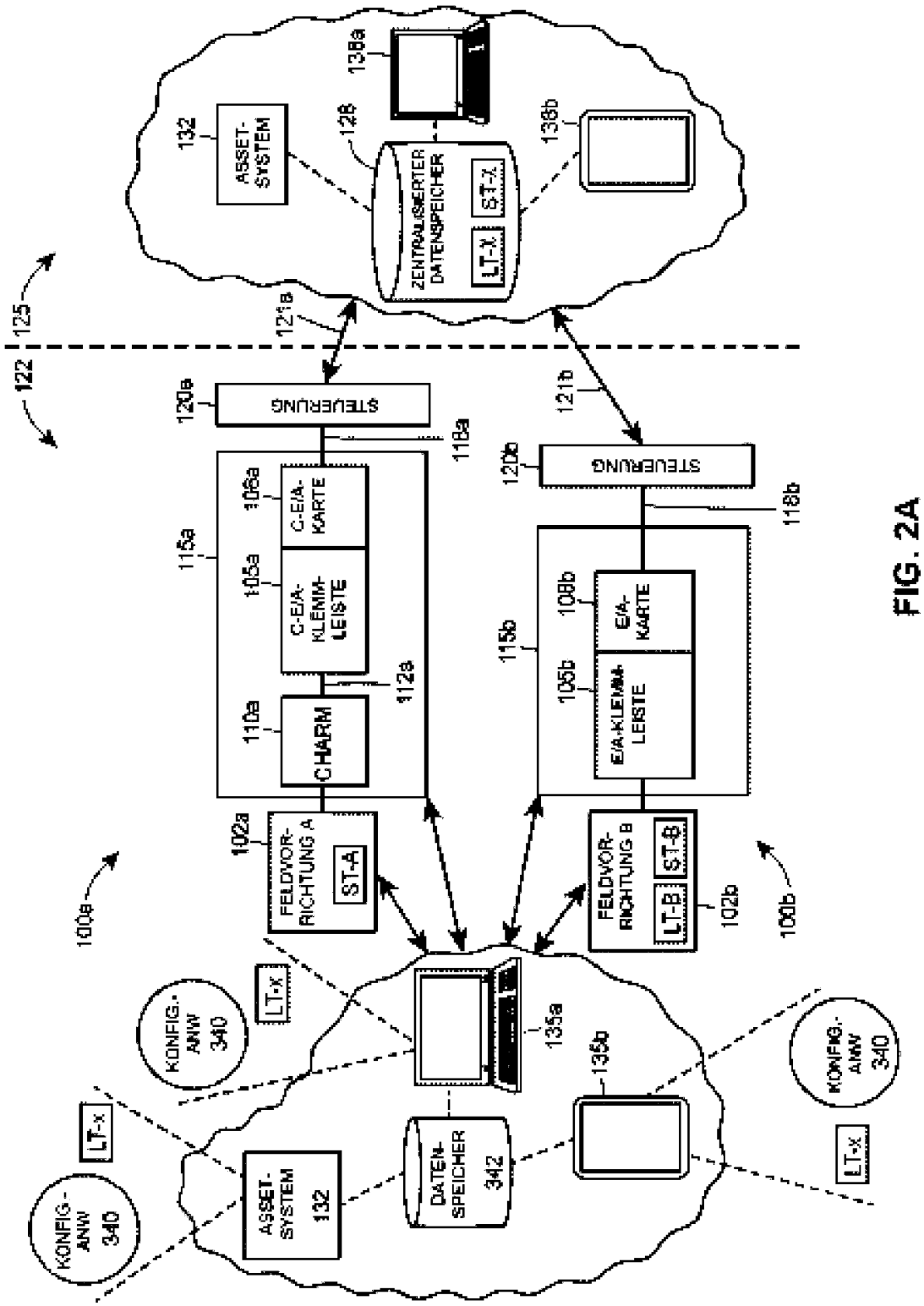

125
122
121a
121b
138a
138b
132
ASSET-SYSTEM
128
ZENTRALISIERTER DATENSPEICHER
ST-x
LT-x
STEUERUNG
120a
120b
118a
118b
106a
C-EIA-KARTE
105a
C-EIA-KLEMM-LEISTE
115a
110a
CHARM
112a
108b
EIA-KARTE
105b
EIA-KLEMM-LEISTE
115b
102a
FELDVOR-RICHTUNG A
ST-A
FELDVOR-RICHTUNG B
ST-B
LT-B
102b
100a
100b
KONFIG.-ANW 340
135a
135b
DATEN-SPEICHER 342

FIG. 2A

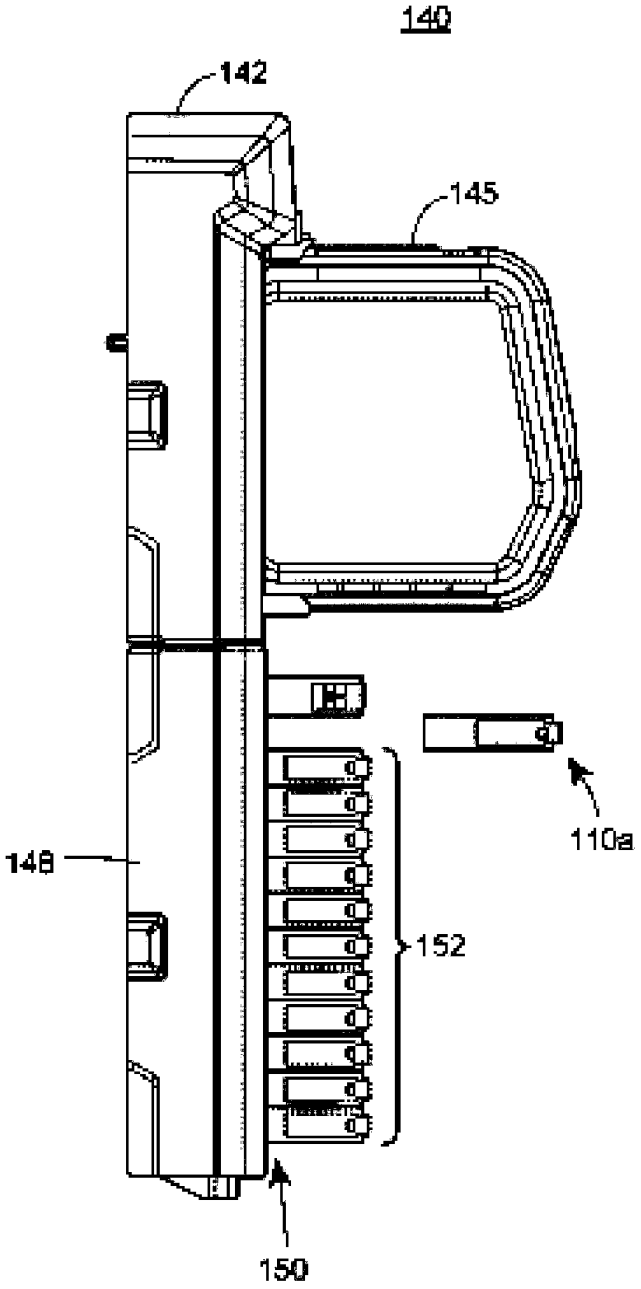


FIG. 2B

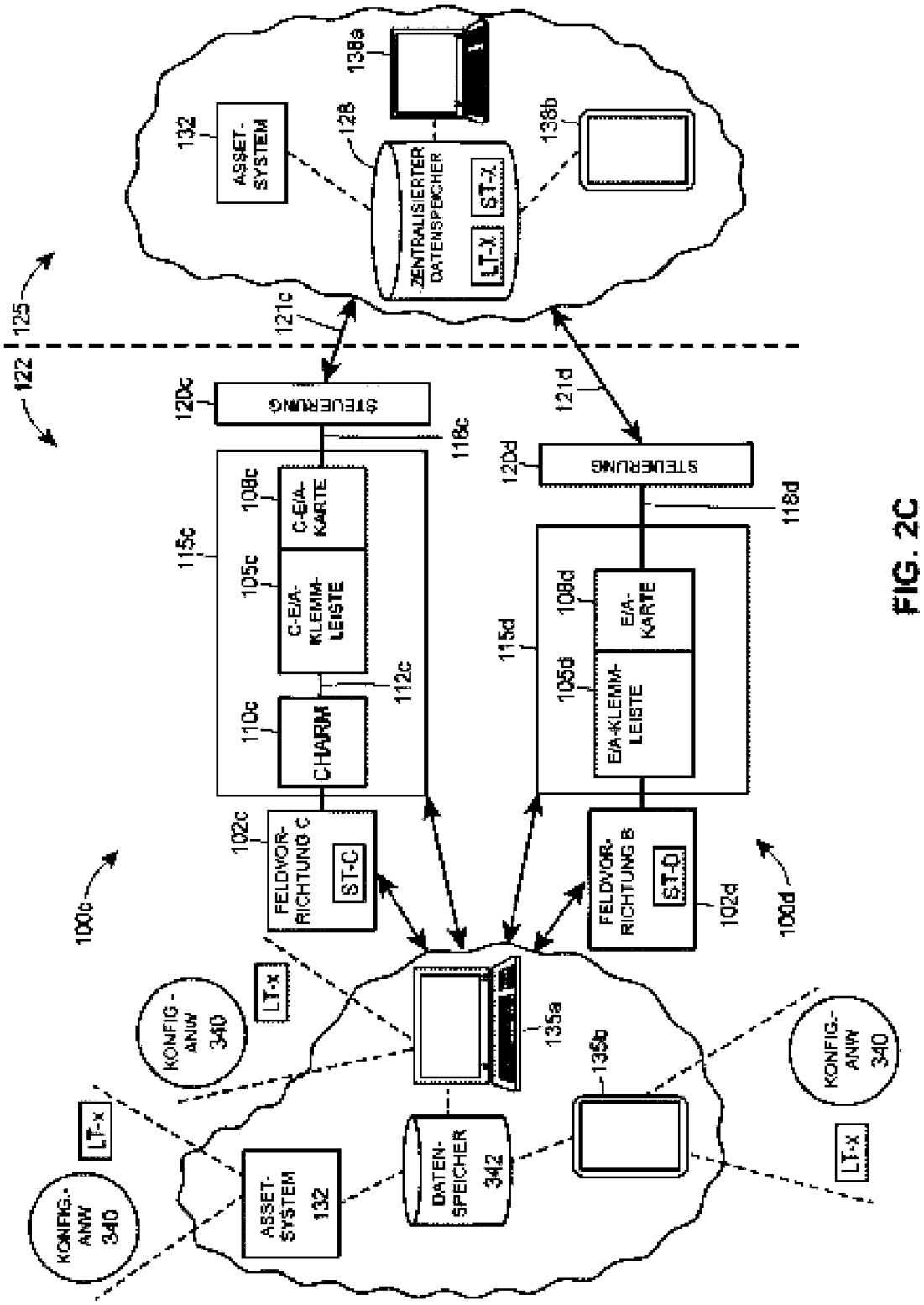

138a
138b
132
ASSET-SYSTEM
128
ZENTRALISIERTER DATENSPEICHER
LT-x
ST-x
125
122
121c
121d
120c
STEUERUNG
120d
STEUERUNG
118c
118d
115c
115d
108c
C-E/A-KARTE
105c
C-E/A-KLEMM-LEISTE
112c
110c
CHARM
108d
E/A-KARTE
105d
E/A-KLEMM-LEISTE
102c
FELDVOR-RICHTUNG C
ST-C
FELDVOR-RICHTUNG B
ST-D
102d
100c
100d
LT-x
KONFIG-ANW 340
135a
135b
KONFIG.-ANW 340
LT-x
LT-x
KONFIG.-ANW 340
ASSET-SYSTEM 132
DATEN-SPEICHER 342

FIG. 2C

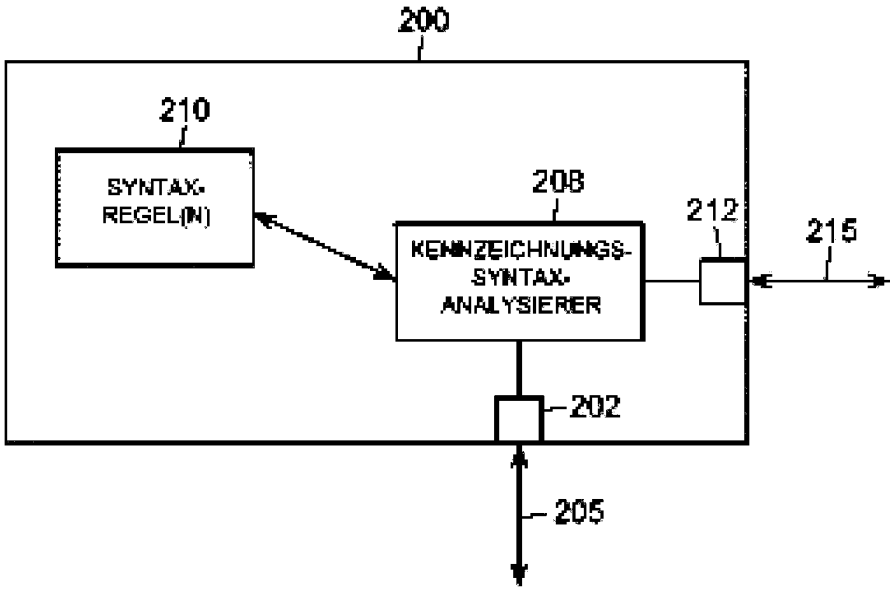

200
210
SYNTAX-REGEL(N)
208
KENNZEICHNUNGS-SYNTAX-ANALYSIERER
212
215
202
205

FIG. 3A

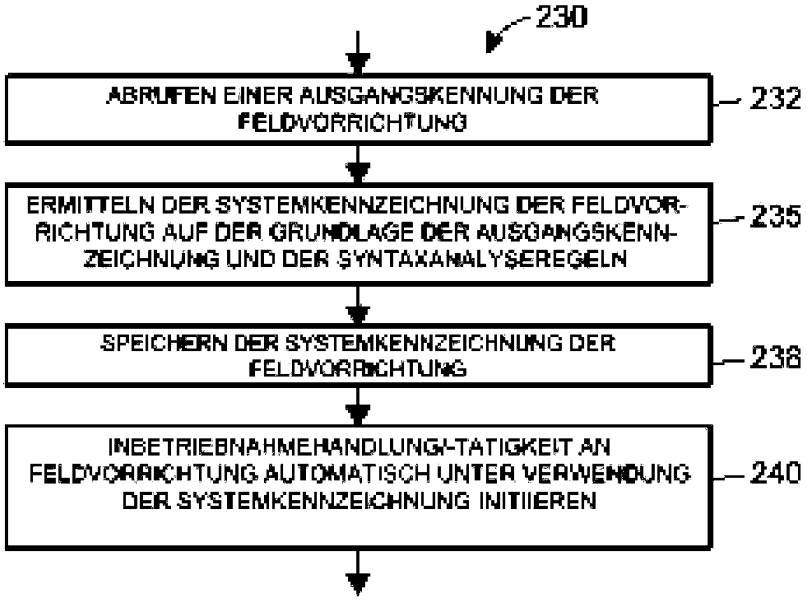

230
ABRUFEN EINER AUSGANGSKENNUNG DER FELDVORRICHTUNG
232
ERMITTELN DER SYSTEMKENNZEICHNUNG DER FELDVORRICHTUNG AUF DER GRUNDLAGE DER AUSGANGSKENNZEICHNUNG UND DER SYNTAXANALYSEREGELN
235
SPEICHERN DER SYSTEMKENNZEICHNUNG DER FELDVORRICHTUNG
238
INBETRIEBNAHMEHANDLUNG-TATIGKEIT AN FELDVORRICHTUNG AUTOMATISCH UNTER VERWENDUNG DER SYSTEMKENNZEICHNUNG INITIIEREN
240

FIG. 3B

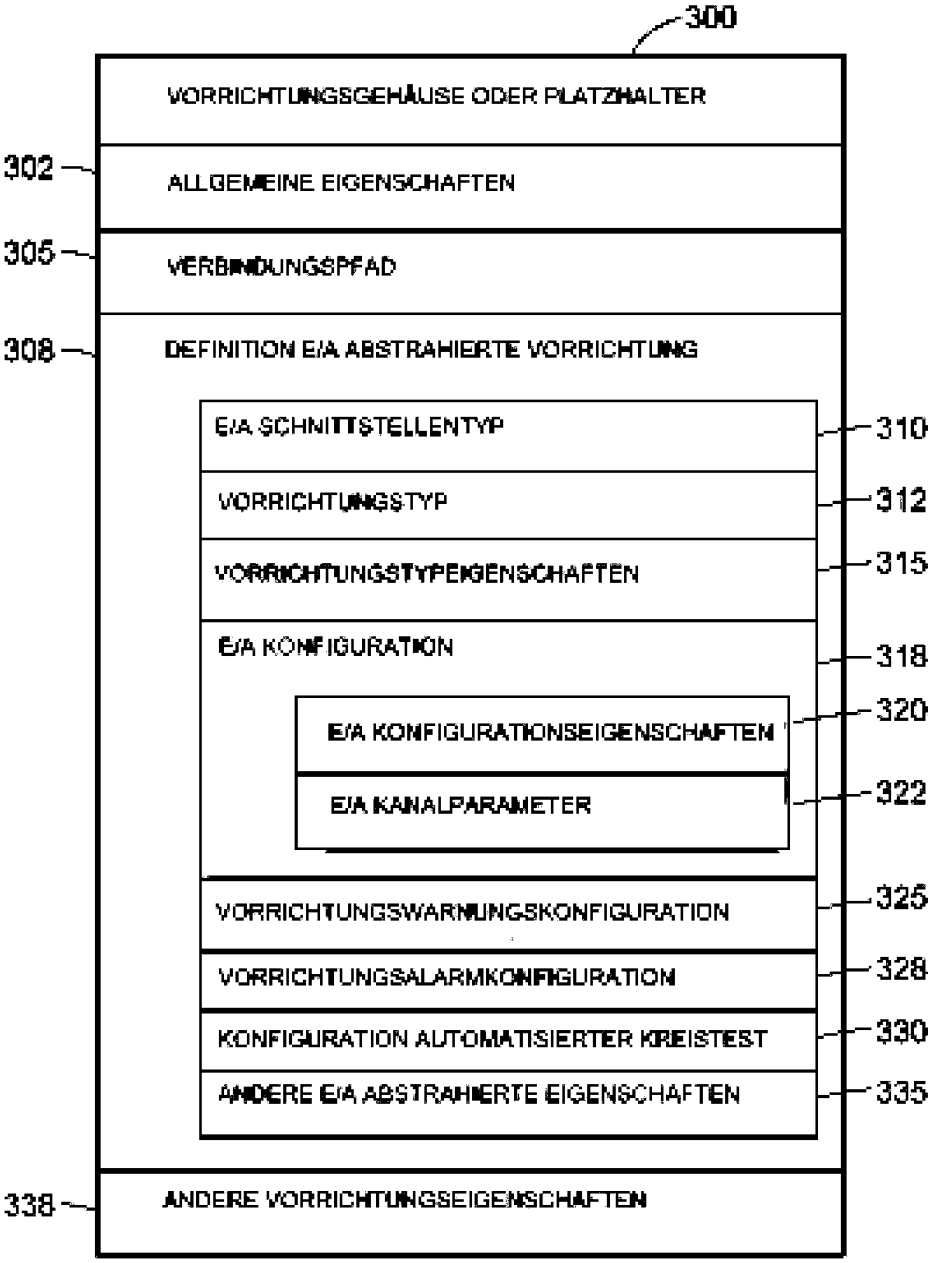

300
VORRICHTUNGSGEHÄUSE ODER PLATZHALTER
302
ALLGEMEINE EIGENSCHAFTEN
305
VERBINDUNGSPFAD
308
DEFINITION E/A ABSTRAHIERTE VORRICHTUNG
E/A SCHNITTSTELLENTYP
310
VORRICHTUNGSTYP
312
VORRICHTUNGSTYPEIGENSCHAFTEN
315
E/A KONFIGURATION
318
E/A KONFIGURATIONSEIGENSCHAFTEN
320
E/A KANALPARAMETER
322
VORRICHTUNGSWARNUNGSKONFIGURATION
325
VORRICHTUNGSALARMKONFIGURATION
328
KONFIGURATION AUTOMATISIERTER KREISTEST
330
ANDERE E/A ABSTRAHIERTE EIGENSCHAFTEN
335
338
ANDERE VORRICHTUNGSEIGENSCHAFTEN

FIG. 4A

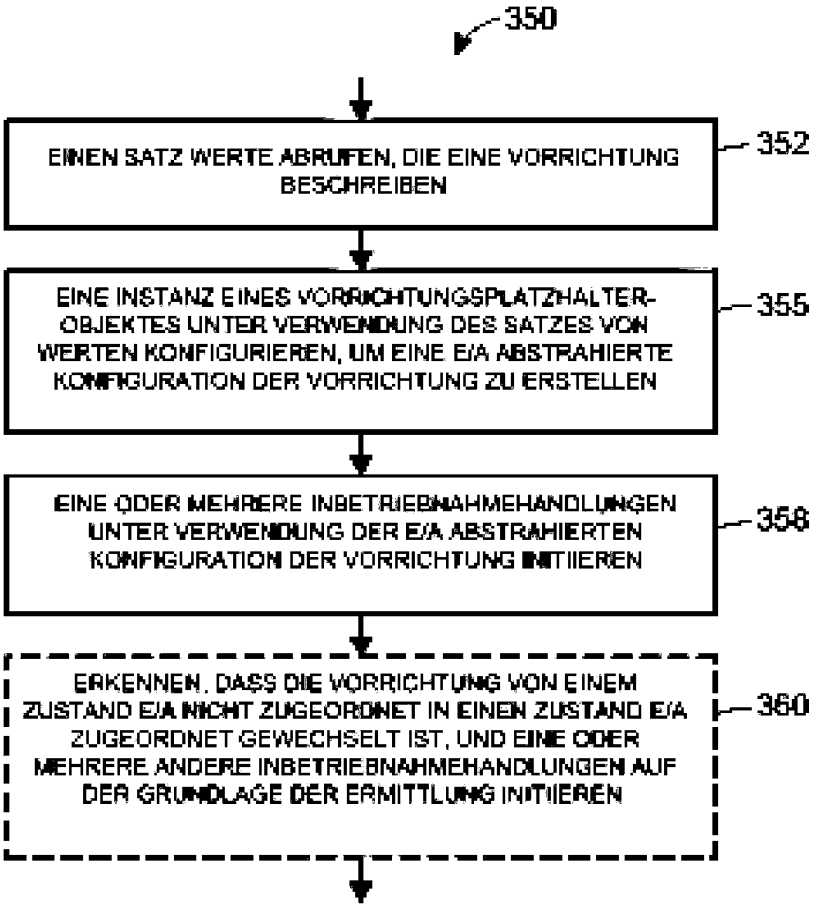

350
EINEN SATZ WERTE ABRUFEN, DIE EINE VORRICHTUNG BESCHREIBEN
352
EINE INSTANZ EINES VORRICHTUNGSPLATZHALTER-OBJEKTES UNTER VERWENDUNG DES SATZES VON WERTEN KONFIGURIEREN, UM EINE E/A ABSTRAHIERTE KONFIGURATION DER VORRICHTUNG ZU ERSTELLEN
355
EINE ODER MEHRERE INBETRIEBNAHMEHANDLUNGEN UNTER VERWENDUNG DER E/A ABSTRAHIERTEN KONFIGURATION DER VORRICHTUNG INITIIEREN
358
ERKENNEN, DASS DIE VORRICHTUNG VON EINEM ZUSTAND E/A NICHT ZUGEORDNET IN EINEN ZUSTAND E/A ZUGEORDNET GEWECHSELT IST, UND EINE ODER MEHRERE ANDERE INBETRIEBNAHMEHANDLUNGEN AUF DER GRUNDLAGE DER ERMITTLUNG INITIIEREN
360

FIG. 4B

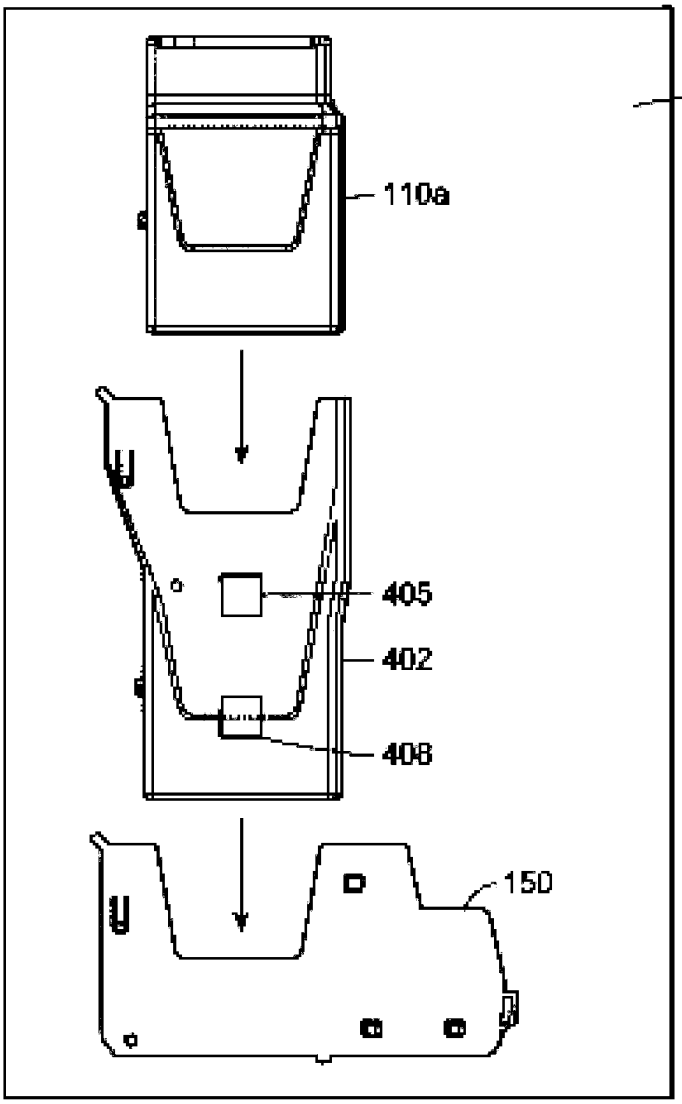

400
110a
405
402
408
150

FIG. 5A

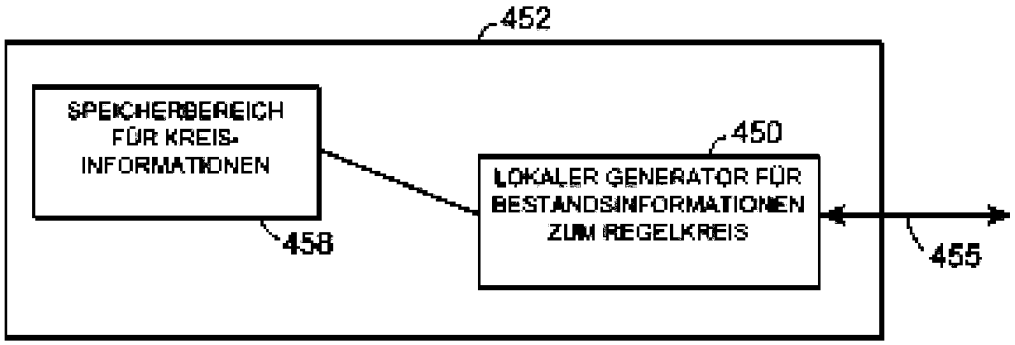

452
SPEICHERBEREICH FÜR KREIS-INFORMATIONEN
458
450
LOKALER GENERATOR FÜR BESTANDSINFORMATIONEN ZUM REGELKREIS
455

FIG. 5C

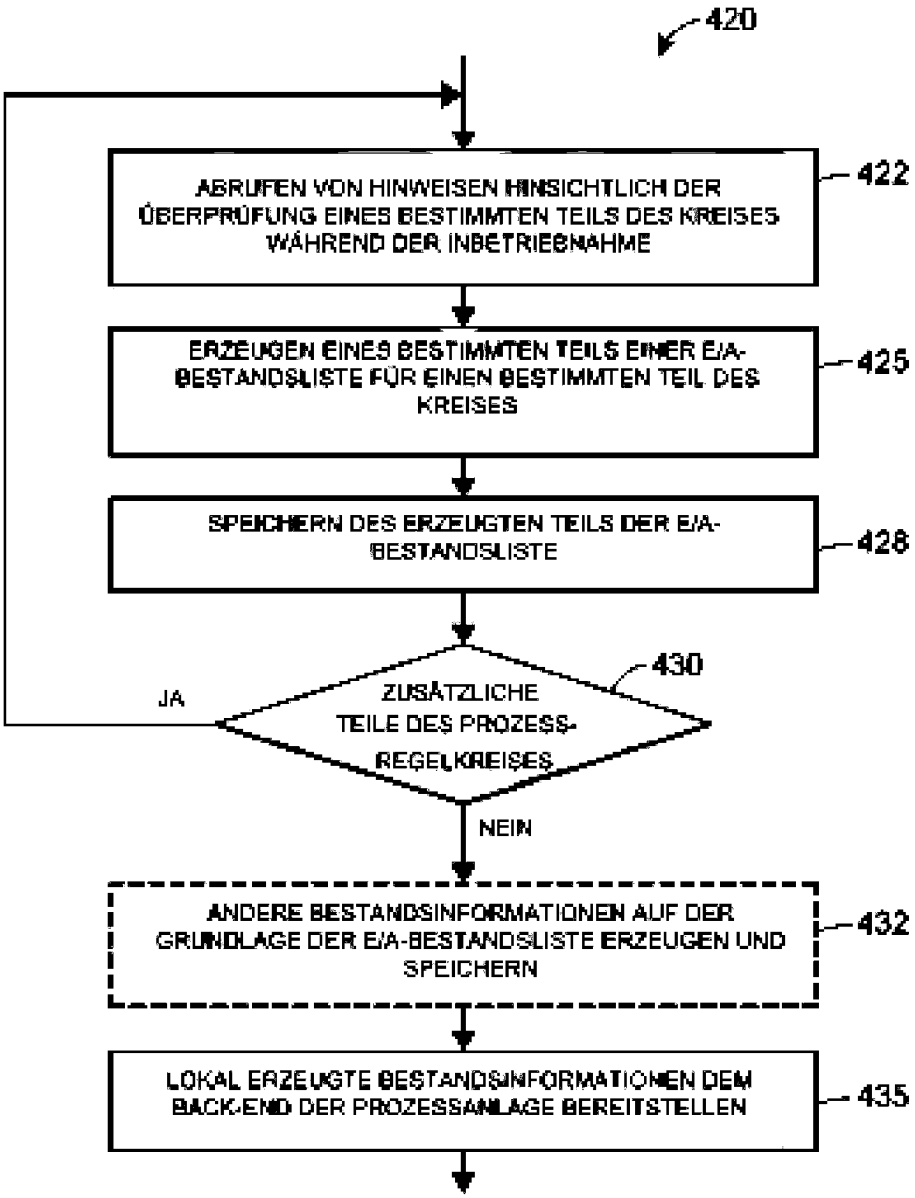

420
ABRUFEN VON HINWEISEN HINSICHTLICH DER ÜBERPRÜFUNG EINES BESTIMMTEN TEILS DES KREISES WÄHREND DER INBETRIEBNAHME
422
ERZEUGEN EINES BESTIMMTEN TEILS EINER E/A-BESTANDSLISTE FÜR EINEN BESTIMMTEN TEIL DES KREISES
425
SPEICHERN DES ERZEUGTEN TEILS DER E/A-BESTANDSLISTE
428
ZUSÄTZLICHE TEILE DES PROZESS-REGELKREISES
430
JA
NEIN
ANDERE BESTANDSINFORMATIONEN AUF DER GRUNDLAGE DER E/A-BESTANDSLISTE ERZEUGEN UND SPEICHERN
432
LOKAL ERZEUGTE BESTANDSINFORMATIONEN DEM BACK-END DER PROZESSANLAGE BEREITSTELLEN
435

FIG. 5B

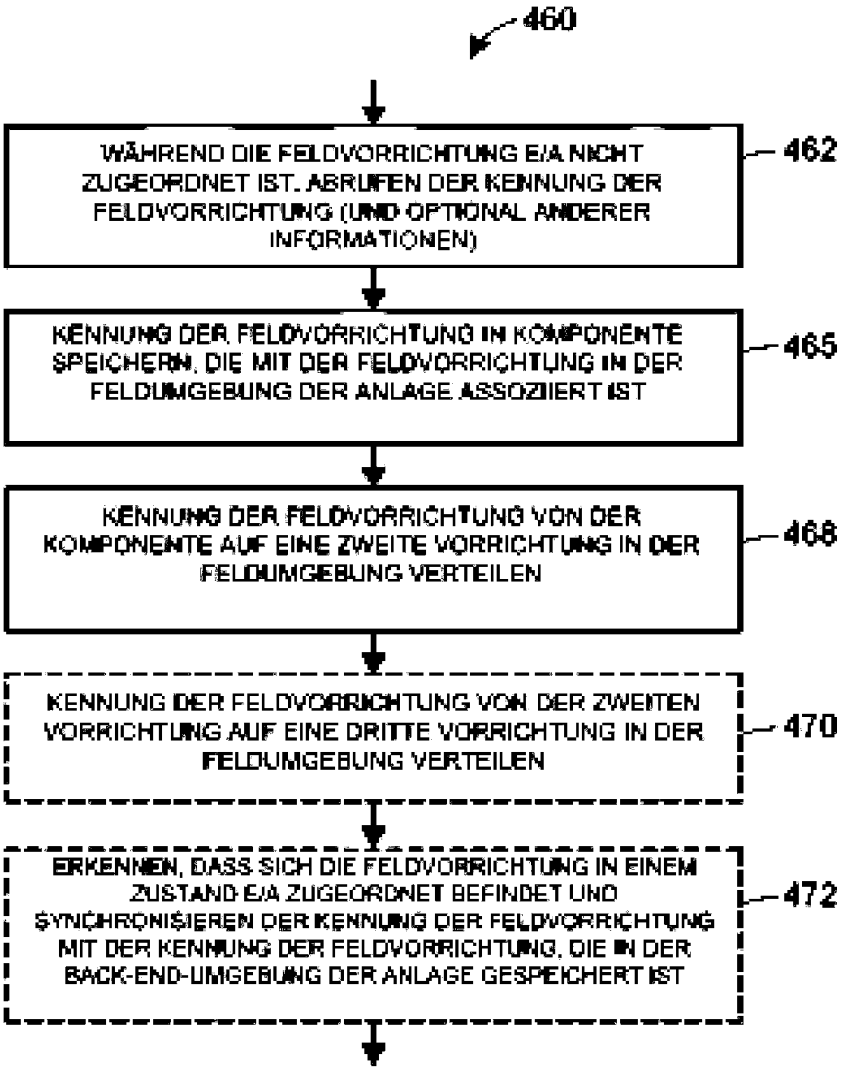

460
WÄHREND DIE FELDVORRICHTUNG E/A NICHT ZUGEORDNET IST, ABRUFEN DER KENNUNG DER FELDVORRICHTUNG (UND OPTIONAL ANDERER INFORMATIONEN)
462
KENNUNG DER FELDVORRICHTUNG IN KOMPONENTE SPEICHERN, DIE MIT DER FELDVORRICHTUNG IN DER FELDUMGEBUNG DER ANLAGE ASSOZIIERT IST
465
KENNUNG DER FELDVORRICHTUNG VON DER KOMPONENTE AUF EINE ZWEITE VORRICHTUNG IN DER FELDUMGEBUNG VERTEILEN
468
KENNUNG DER FELDVORRICHTUNG VON DER ZWEITEN VORRICHTUNG AUF EINE DRITTE VORRICHTUNG IN DER FELDUMGEBUNG VERTEILEN
470
ERKENNEN, DASS SICH DIE FELDVORRICHTUNG IN EINEM ZUSTAND E/A ZUGEORDNET BEFINDET UND SYNCHRONISIEREN DER KENNUNG DER FELDVORRICHTUNG MIT DER KENNUNG DER FELDVORRICHTUNG, DIE IN DER BACK-END-UMGEBUNG DER ANLAGE GESPEICHERT IST
472

FIG. 6

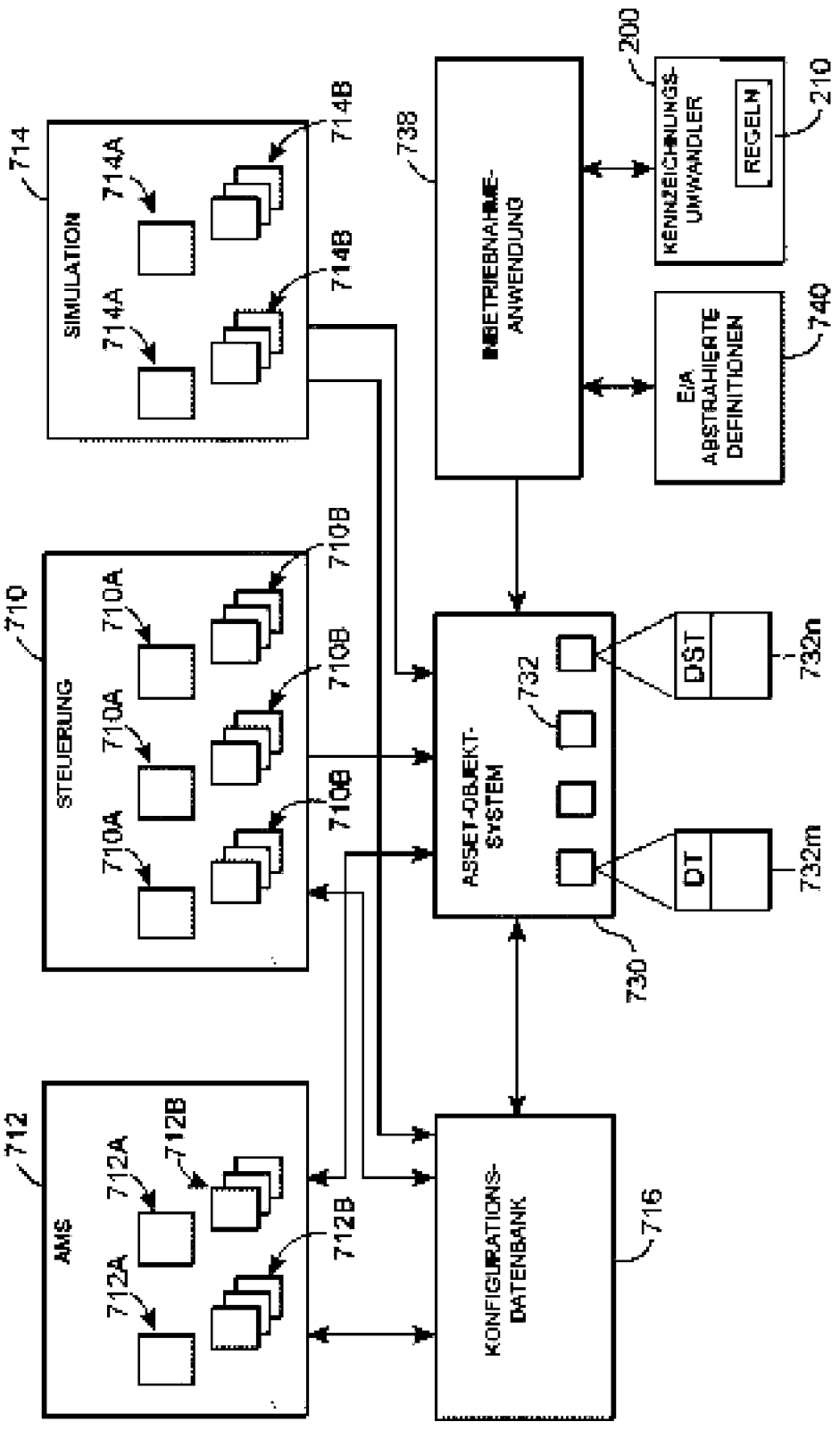

714
SIMULATION
714A
714B
738
INBETRIEBNAHME-ANWENDUNG
200
KENNZEICHNUNGS-UMWANDLER
REGELN
210
740
EIA ABSTRAHIERTE DEFINITIONEN
710
STEUERUNG
710A
710B
710B
730
ASSET-OBJEKT-SYSTEM
732
DST
732n
DT
732m
712
AMS
712A
712B
712B
716
KONFIGURATIONS-DATENBANK

FIG. 7A

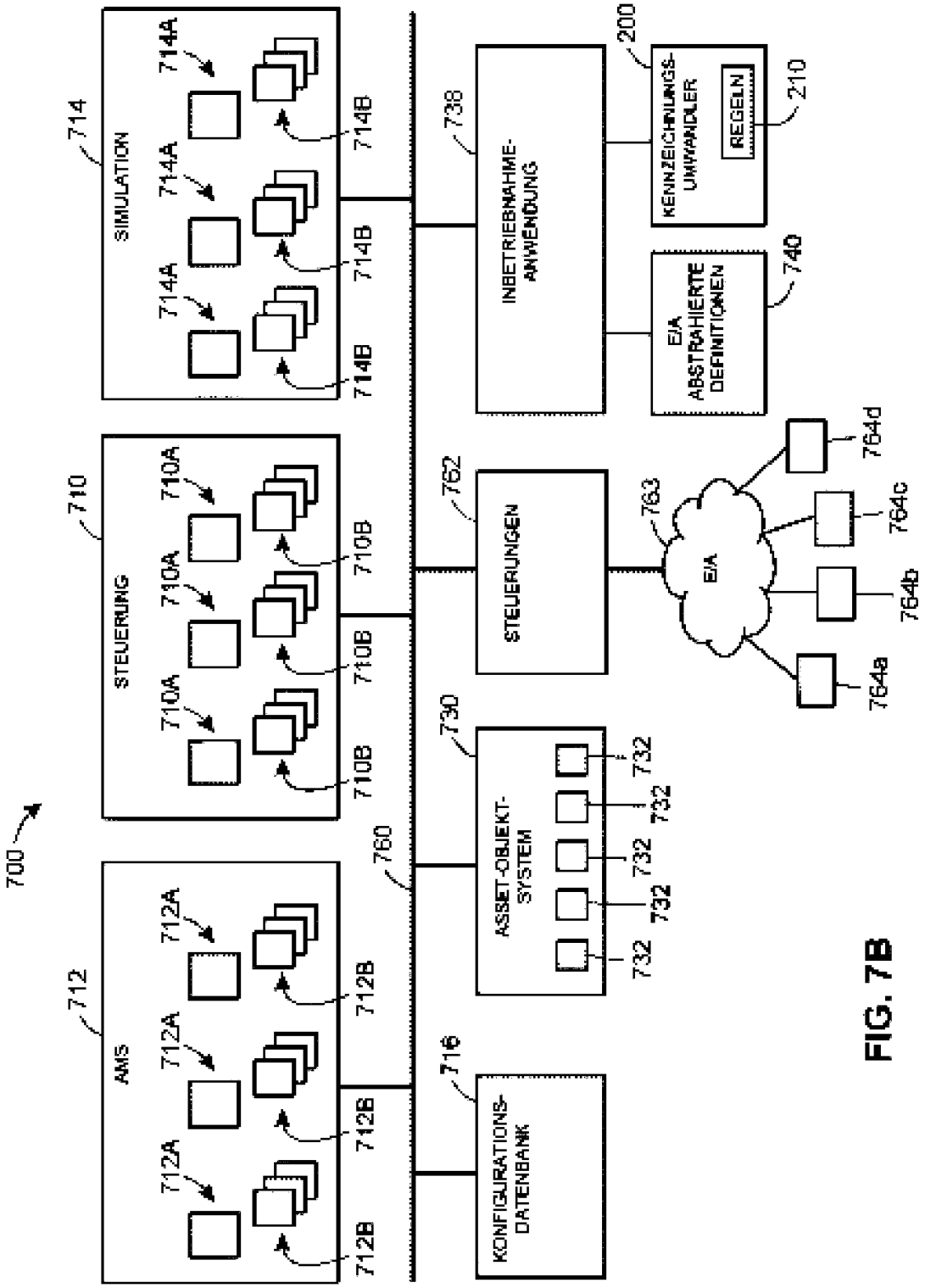

700
712
AMS
712A
712B
714
SIMULATION
714A
714B
710
STEUERUNG
710A
710B
716
KONFIGURATIONS-DATENBANK
760
730
ASSET-OBJEKT-SYSTEM
732
762
STEUERUNGEN
763
EIA
764a
764b
764c
764d
738
INBETRIEBNAHME-ANWENDUNG
200
KENNZEICHNUNGS-UMWANDLER
REGELN
210
740
EIA ABSTRAHIERTE DEFINITIONEN

FIG. 7B

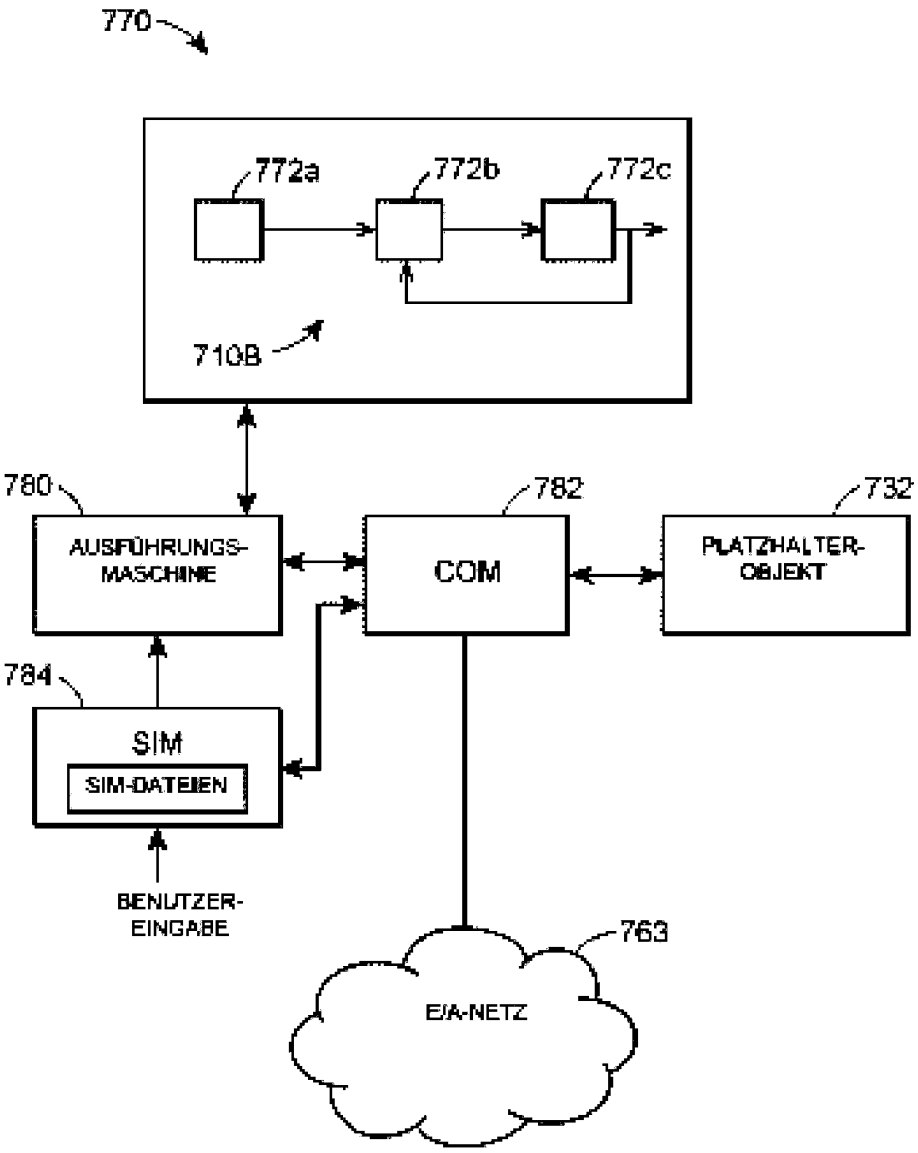

770
772a
772b
772c
710B
780
AUSFÜHRUNGS-MASCHINE
782
COM
732
PLATZHALTER-OBJEKT
784
SIM
SIM-DATEIEN
BENUTZER-EINGABE
763
E/A-NETZ

FIG. 7C

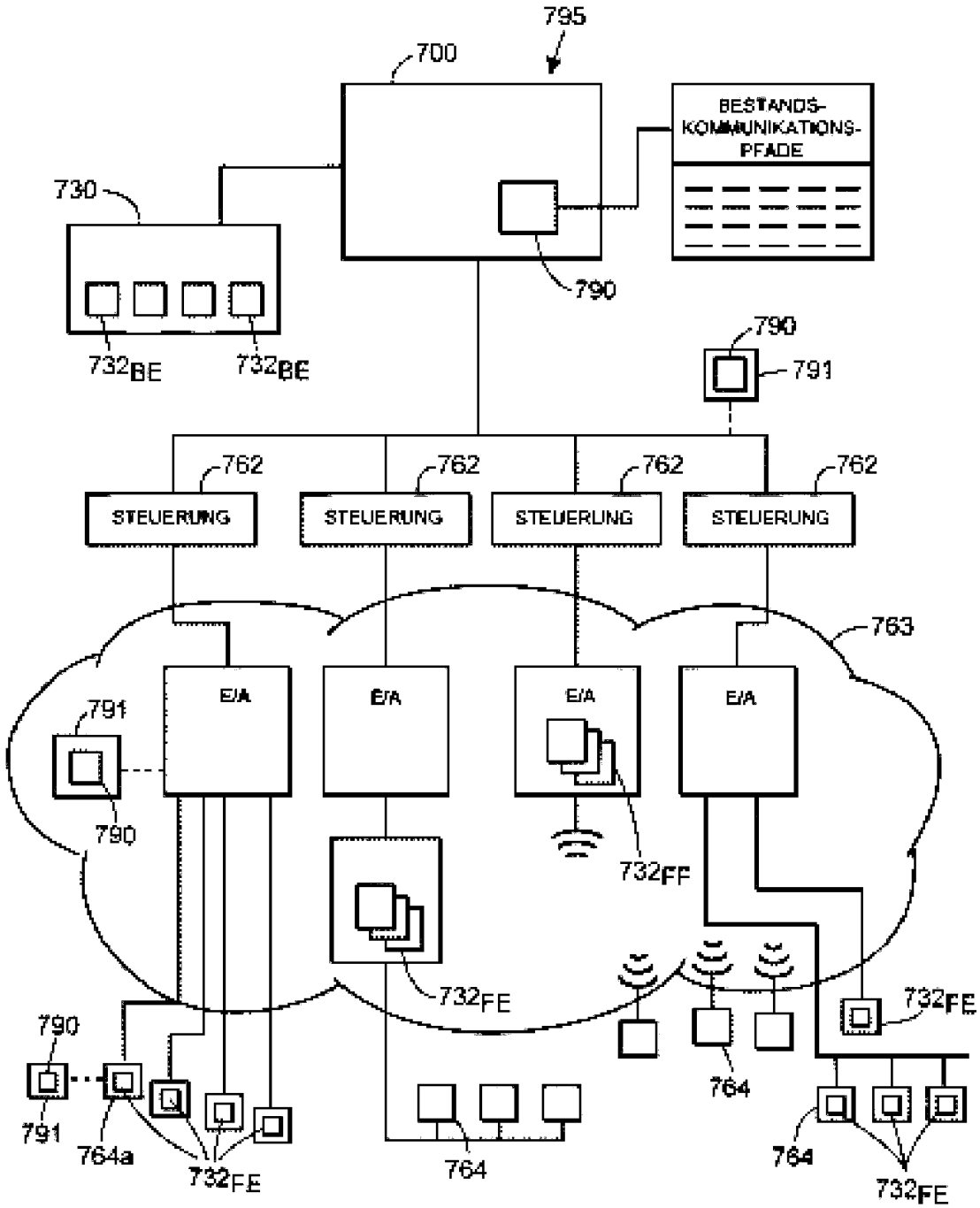

795
700
BESTANDS-
KOMMUNIKATIONS-
PFADE
730
790
732BE
732BE
790
791
762
762
762
762
STEUERUNG
STEUERUNG
STEUERUNG
STEUERUNG
763
E/A
E/A
E/A
E/A
791
790
732FF
732FE
790
791
764a
732FE
764
764
732FE
732FE

FIG. 8

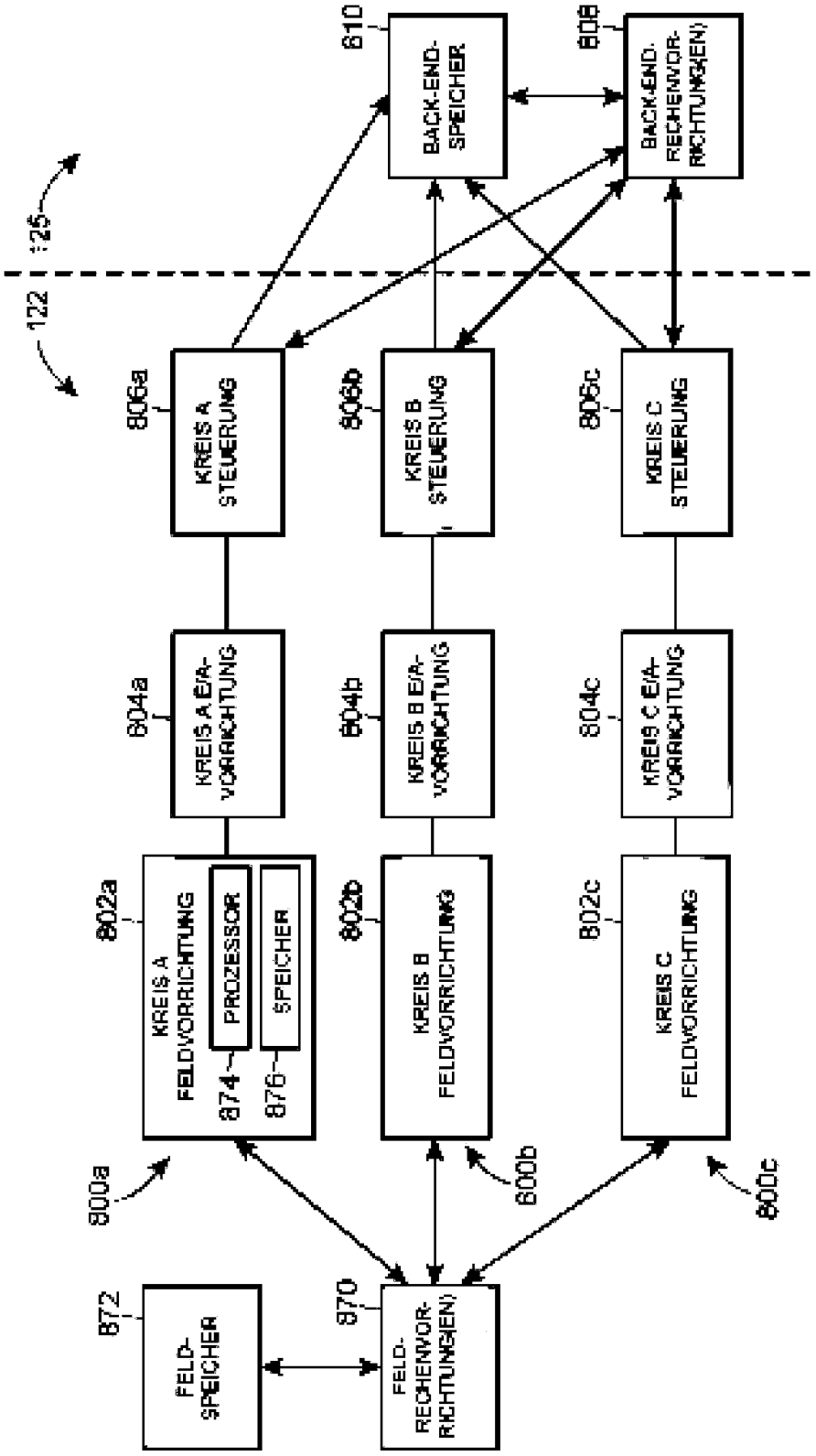

125
122
810
BACK-END-SPEICHER
808
BACK-END-RECHENVORRICHTUNG(EN)
806a
KREIS A STEUERUNG
806b
KREIS B STEUERUNG
806c
KREIS C STEUERUNG
804a
KREIS A E/A-VORRICHTUNG
804b
KREIS B E/A-VORRICHTUNG
804c
KREIS C E/A-VORRICHTUNG
802a
KREIS A FELDVORRICHTUNG
PROZESSOR
874
SPEICHER
876
802b
KREIS B FELDVORRICHTUNG
802c
KREIS C FELDVORRICHTUNG
800a
600b
800c
872
FELD-SPEICHER
870
FELD-RECHENVORRICHTUNG(EN)

FIG. 9A

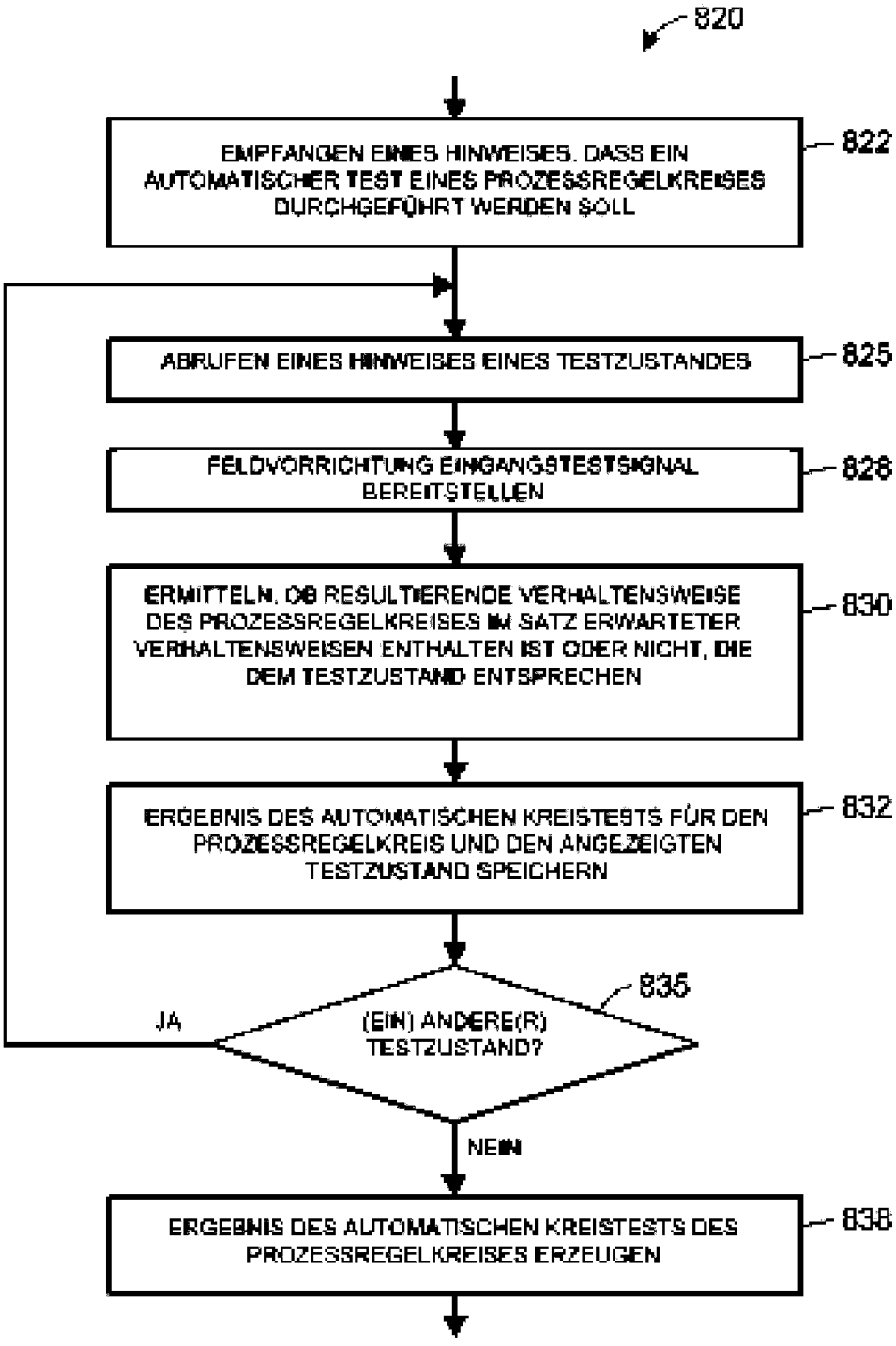

820
EMPFANGEN EINES HINWEISES, DASS EIN AUTOMATISCHER TEST EINES PROZESSREGELKREISES DURCHGEFÜHRT WERDEN SOLL
822
ABRUFEN EINES HINWEISES EINES TESTZUSTANDES
825
FELDVORRICHTUNG EINGANGSTESTSIGNAL BEREITSTELLEN
828
ERMITTELN, OB RESULTIERENDE VERHALTENSWEISE DES PROZESSREGELKREISES IM SATZ ERWARTETER VERHALTENSWEISEN ENTHALTEN IST ODER NICHT, DIE DEM TESTZUSTAND ENTSPRECHEN
830
ERGEBNIS DES AUTOMATISCHEN KREISTESTS FÜR DEN PROZESSREGELKREIS UND DEN ANGEZEIGTEN TESTZUSTAND SPEICHERN
832
(EIN) ANDERE(R) TESTZUSTAND?
835
JA
NEIN
ERGEBNIS DES AUTOMATISCHEN KREISTESTS DES PROZESSREGELKREISES ERZEUGEN
838

FIG. 9B

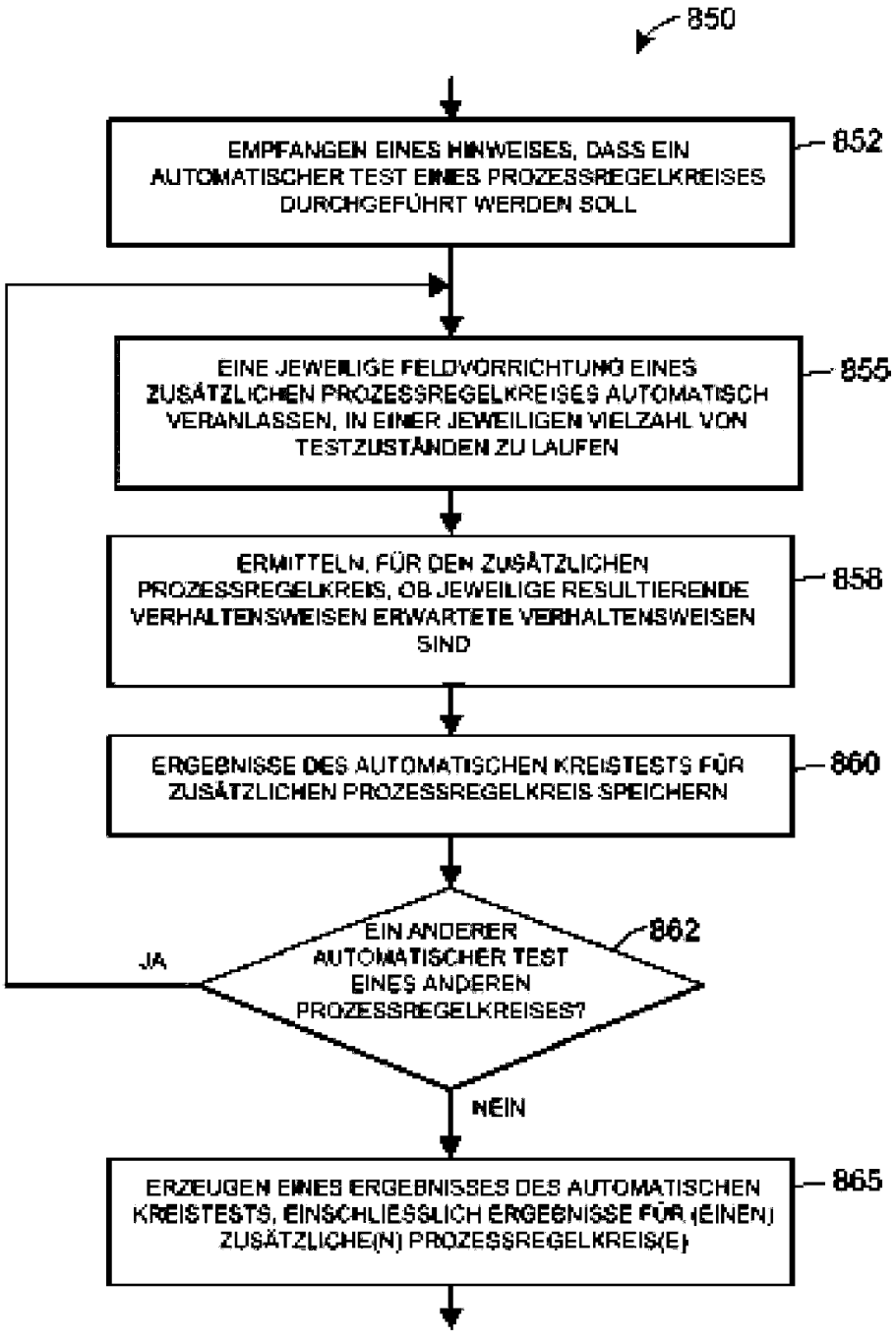

850
EMPFANGEN EINES HINWEISES, DASS EIN AUTOMATISCHER TEST EINES PROZESSREGELKREISES DURCHGEFÜHRT WERDEN SOLL
852
EINE JEWEILIGE FELDVORRICHTUNG EINES ZUSÄTZLICHEN PROZESSREGELKREISES AUTOMATISCH VERANLASSEN, IN EINER JEWEILIGEN VIELZAHL VON TESTZUSTÄNDEN ZU LAUFEN
855
ERMITTELN, FÜR DEN ZUSÄTZLICHEN PROZESSREGELKREIS, OB JEWEILIGE RESULTIERENDE VERHALTENSWEISEN ERWARTETE VERHALTENSWEISEN SIND
858
ERGEBNISSE DES AUTOMATISCHEN KREISTESTS FÜR ZUSÄTZLICHEN PROZESSREGELKREIS SPEICHERN
860
EIN ANDERER AUTOMATISCHER TEST EINES ANDEREN PROZESSREGELKREISES?
862
JA
NEIN
ERZEUGEN EINES ERGEBNISSES DES AUTOMATISCHEN KREISTESTS, EINSCHLIESSLICH ERGEBNISSE FÜR (EINEN) ZUSÄTZLICHE(N) PROZESSREGELKREIS(E)
865

FIG. 9C

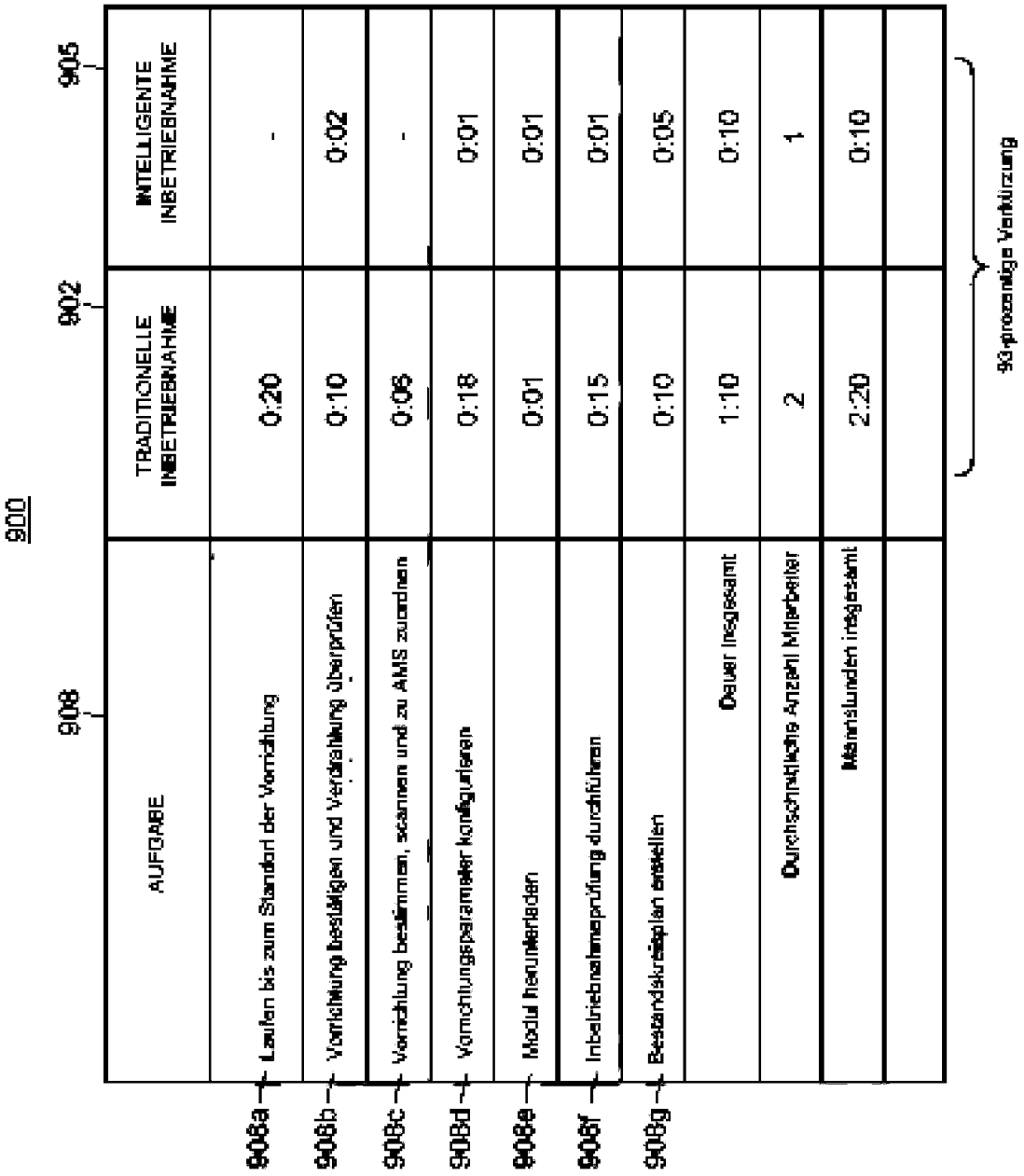

900
908
902
905
AUFGABE
TRADITIONELLE INBETRIEBNAHME
INTELLIGENTE INBETRIEBNAHME
908a Laufen bis zum Standort der Vorrichtung
0:20
-
908b Vorrichtung bestätigen und Verdrahtung überprüfen
0:10
0:02
908c Vorrichtung bestimmen, scannen und zu AMS zuordnen
0:08
-
908d Vorrichtungsparameter konfigurieren
0:18
0:01
908e Modul herunterladen
0:01
0:01
908f Inbetriebnahmeprüfung durchführen
0:15
0:01
908g Bestandskurstäglan erstellen
0:10
0:05
Dauer insgesamt
1:10
0:10
Durchschnittliche Anzahl Mitarbeiter
2
1
Mannstunden insgesamt
2:20
0:10
93-prozentige Verkürzung

FIG. 10