



(10) **DE 10 2018 115 681 A1** 2019.01.03

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 115 681.2**

(22) Anmeldetag: **28.06.2018**

(43) Offenlegungstag: **03.01.2019**

(51) Int Cl.: **G05B 19/048** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**15/635,793**                      **28.06.2017**      **US**

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

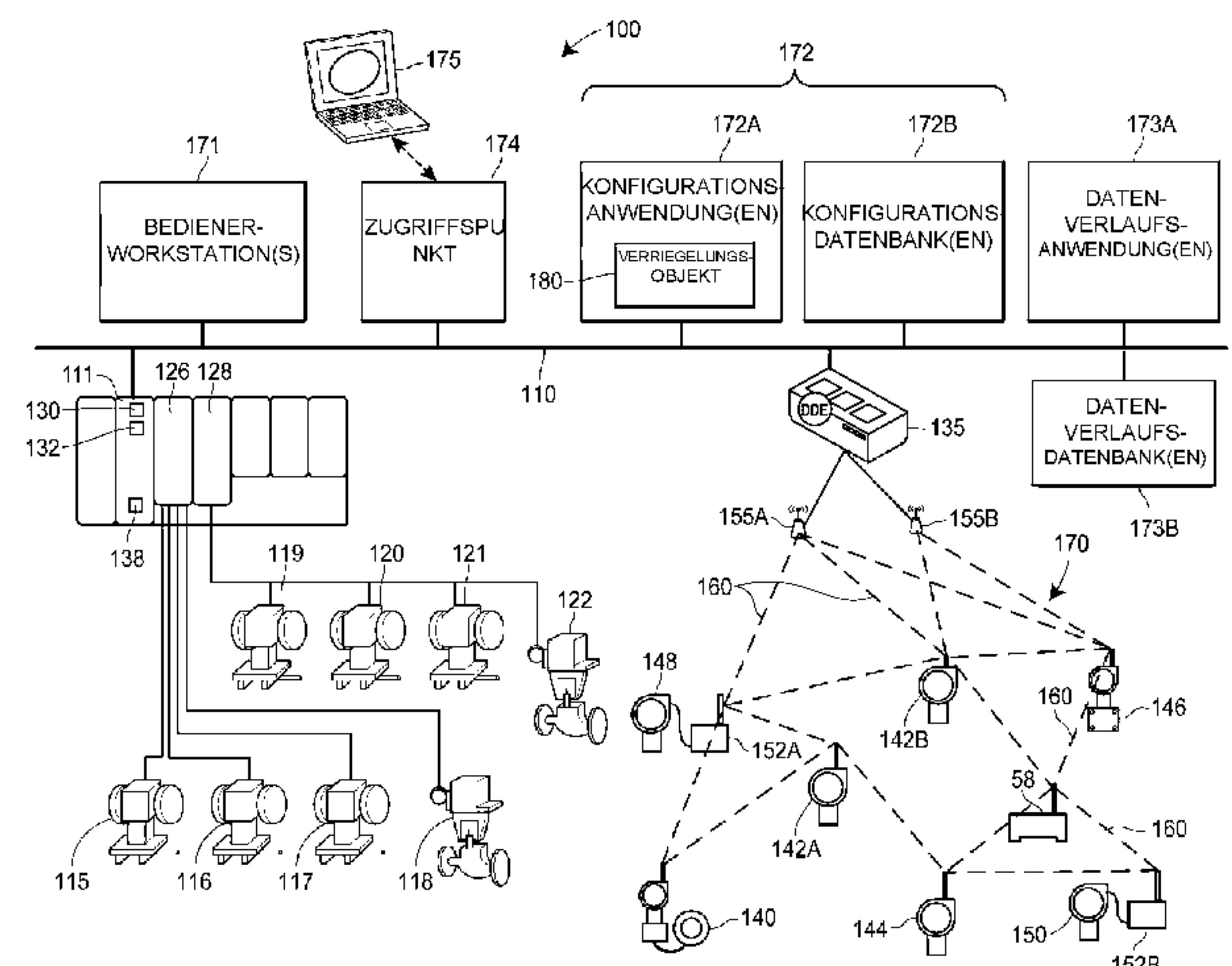
(74) Vertreter:  
**Meissner Bolte Patentanwälte Rechtsanwälte  
Partnerschaft mbB, 80538 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Joshi, Prashant, Leicester, GB; Naidoo, Julian K.,  
Cedar Park, Tex., US; Strinden, Daniel R., Austin,  
Tex., US; Uy, Cristopher Ian S., Valenzuela, PH**

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

(54) Bezeichnung: **Verriegelungsketten-Visualisierung**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zur Visualisierung einer oder mehrerer Verriegelungsketten in einem Prozesssteuersystem umfasst das Detektieren eines Verriegelungsereignisses, das Erhalten vorkonfigurierter Verriegelungslogik-Daten, die mit Feldkomponenten in dem Prozesssteuersystem verknüpft sind, und das automatische Erzeugen mindestens einer ersten Verriegelungsketten-Visualisierung durch Analysieren der vorkonfigurierten Verriegelungslogik-Daten. Die Visualisierung zeigt grafisch Verriegelungsabhängigkeiten unter mindestens einer Teilmenge der Feldkomponenten an. Das Verfahren umfasst auch das Bewirken, dass die erste Verriegelungsketten-Visualisierung und möglicherweise andere, verwandte Ketten-Visualisierungen für einen Nutzer über eine Nutzerschnittstelle dargestellt werden, alleine oder mit verwandten Steuerungen (z. B. zum Zurücksetzen aller Komponenten in der visualisierten Kette).





**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Offenbarung betrifft allgemein Prozesssteuersysteme und insbesondere Verfahren und Systeme, die es dem Nutzer ermöglichen, verriegelte Feldkomponentenkettens in Prozesssteuersystemen zu visualisieren.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0002]** Dezentralisierte Prozesssteuersysteme, wie sie in chemischen, petrochemischen, Industrie- oder anderen prozesstechnischen Anlagen verwendet werden, um physische Materialien oder Produkte zu fertigen, zu raffinieren, umzuwandeln, zu erzeugen oder zu produzieren, umfassen typischerweise einen oder mehrere Prozesscontroller, die mit einem oder mehreren Feldgeräten über analoge, digitale oder kombinierte analog-digitale Busse oder über einen drahtlosen Kommunikationslink oder ein solches Netzwerk kommunikativ verbunden sind. Die Feldgeräte, die z. B. Ventile, Ventilstellungsregler, Schalter und Transmitter, Sensoren etc. sein können, sind in der Prozesssteuerumgebung angeordnet und führen allgemein physikalische oder Prozesssteuerfunktionen aus, wie das Öffnen oder Schließen von Ventilen, Messen von Prozess- und/oder Umgebungsparametern (z. B. Temperatur oder Druck) etc., um einen oder mehrere Prozesse zu steuern, die in der prozesstechnischen Anlage oder dem System ausgeführt werden. Smart-Feldgeräte, wie Feldgeräte gemäß dem bekannten Feldbus-Protokoll, können auch Steuerberechnungen, Alarmfunktionen und/oder andere Steuerfunktionen ausführen, die allgemein in dem Controller implementiert sind. Die Prozesscontroller, die ebenfalls typischerweise in der Anlagenumgebung angeordnet sind, empfangen Signale, die Prozessmessungen anzeigen, die von den Feldgeräten vorgenommen wurden, und/oder andere Informationen, die die Feldgeräte betreffen, und führen eine Controller-Anwendung aus, die z. B. verschiedene Steuermodule ausführt. Die Steuermodule treffen Prozesssteuerentscheidungen, erzeugen Steuersignale basierend auf den empfangenen Informationen und koordinieren mit den Steuermodulen oder Steuerblöcken, die in den Feldgeräten ausgeführt werden, wie HART<sup>®</sup>-, WirelessHART<sup>®</sup>- oder FOUNDATION<sup>®</sup>-Feldbus-Feldgeräte. Die Steuermodule, die in dem Controller implementiert sind, senden die Steuersignale über die Kommunikationsleitungen oder -links an die Feldgeräte, um damit den Betrieb mindestens eines Teils der prozesstechnischen Anlage oder Systems zu steuern, um z. B. mindestens einen Teil eines oder mehrerer Industrieprozesse zu steuern, die in der Anlage oder dem System laufen oder ausgeführt werden. I/O-Geräte, die ebenfalls typischerweise in der Anlagenumgebung angeordnet sind, sind typischerweise zwischen ei-

nem Controller und einem oder mehreren Feldgeräten angeordnet, um Kommunikationen z. B. durch Wandlung elektrischer Signale in digitale Werte und umgekehrt zu ermöglichen.

**[0003]** Informationen von den Feldgeräten und dem Controller werden typischerweise über ein Kommunikationsnetzwerk für ein oder mehrere weitere Hardware-Geräte verfügbar, wie Bediener-Workstations, PCs oder Rechnervorrichtungen, Datenverläufe, Berichtserzeuger, zentralisierte Datenbanken oder andere zentralisierte administrative Rechnervorrichtungen, die typischerweise in Steuerräumen oder anderen Orten angeordnet sind, die entfernt von der rauen Feldumgebung der Anlage liegen. Diese Hardware-Geräte steuern Anwendungen, die z. B. ermöglichen, dass ein Bediener Funktionen in Bezug auf das Steuern eines Prozesses und/oder das Betreiben und Überwachen der prozesstechnischen Anlage ausführt (wie z. B. das Ändern von Einstellungen der Prozesssteueroutine, Modifizieren des Betriebs der Steuermodule in den Controllern oder den Feldgeräten, Anzeigen des aktuellen Prozessstatus, Anzeigen von Alarmen, die von Feldgeräten und Controllern erzeugt wurden, Simulieren des Betriebs des Prozesses zum Schulen von Personal oder Testen der Prozesssteuer-Software, Erhalten und Aktualisieren einer Konfigurationsdatenbank etc.). Die von den Hardware-Geräten, Controllern und Feldgeräten genutzten Kommunikationsnetzwerke können einen verdrahteten Kommunikationspfad, einen drahtlosen Kommunikationspfad oder eine Kombination aus verdrahteten und drahtlosen Kommunikationspfaden umfassen.

**[0004]** So umfasst z. B. das DeltaV<sup>™</sup>-Steuersystem, vertrieben von Emerson Process Management, mehrere Anwendungen, die in verschiedenen Geräten gespeichert und ausgeführt werden, die an verschiedenen Orten in einer prozesstechnischen Anlage angeordnet sind. Eine Konfigurationsanwendung, die in einer oder mehreren Workstations oder Rechnervorrichtungen in einer Backend-Umgebung einem Prozesssteuersystem oder einer Anlage angeordnet ist, ermöglicht es, dass Nutzer Prozesssteuermodule erzeugen oder ändern und diese Prozesssteuermodule über das Kommunikationsnetzwerk an zugeordnete dezentrale Controller herunterladen.

**[0005]** Typischerweise sind diese Steuermodule aus kommunikativ untereinander verbundenen Funktionsblöcken aufgebaut, die Objekte in einem objektorientierten Programmierprotokoll sind, die Funktionen in dem Steuerschema basierend auf Eingaben da hinein ausführen und die Ausgaben an andere Funktionsblöcke in dem Steuerschema bereitstellt. Die Konfigurationsanwendung kann auch ermöglichen, dass ein Konfigurationsentwickler Bedienerchnittstellen erzeugt oder ändert, die von einer Anzeigeanwendung verwendet werden, um Da-



ten für einen Bediener darzustellen und dem Bediener das Ändern von Einstellungen, wie Sollwerten, in Prozesssteuer Routinen zu ermöglichen. Jeder der zugeordneten Controller und in einigen Fällen ein oder mehrere Feldgeräte speichern eine entsprechende Steueranwendung, die die dort zugeordneten und dort hin heruntergeladenen Steuermodule steuert und ausführt, um aktuelle Prozesssteuerfunktionalität zu implementieren. Die Anzeigeanwendungen, die an einer oder mehreren Bediener-Workstations (oder an einem oder mehreren entfernten Rechnervorrichtungen in kommunikativer Verbindung mit den Bediener-Workstations und dem Kommunikationsnetzwerk) ausführbar sind, empfangen Daten von der Controller-Anwendung über das Kommunikationsnetzwerk und zeigen diese Daten an Prozesssteuersystem-Entwickler, Bediener oder Nutzer, die die Nutzerschnittstellen verwenden, und können eine beliebige Anzahl verschiedener Anzeigen bereitstellen, wie z. B. eine Bediener-Ansicht, eine Ingenieur-Ansicht, eine Techniker-Ansicht etc. Eine Datenverlaufsanwendung speichert typischerweise die aktuelle Prozesssteuer Routine-Konfiguration und die damit verknüpften Daten.

**[0006]** Allgemein umfasst eine prozesstechnische Anlage oder ein prozesstechnisches System Feldgeräte, Ausrüstung und andere Komponenten, die auf stark voneinander abhängige Weise arbeiten. Ein fehlerhafter Betrieb einer Komponente kann also den Stillstand einer oder mehrerer Komponenten erfordern, um eine gefährliche oder anderweitig unerwünschte Situation zu verhindern. Als ein einfaches Beispiel, wenn ein vorgelagertes Transportband Materialien an ein anderes, nachgelagertes Transportband speist, kann ein Betriebsausfall des nachgelagerten Transportbandes erfordern, dass das vorgelagerte Transportband gestoppt wird, um eine Überfüllung der Materialien auf dem nachgelagerten Transportband zu verhindern. Obwohl nicht erforderlich, kann es auch erwünscht sein, das nachgelagerte Transportband zu stoppen, wenn das vorgelagerte Transportband den Betrieb einstellt. Zur Automatisierung solcher Stillstände kann ein Systementwickler spezielle Steuerblöcke, Feldgeräte etc. gemäß einer geeigneten „Verriegelungslogik“ konfigurieren. So kann z. B. ein Steuermodul konfiguriert werden, um automatisch einen Motor eines vorgelagerten Transportbands zu stoppen, wenn das nachgelagerte Transportband einen Stillstand oder einen anderen Fehler erfährt. Es können auch beliebige weitere Förderbandmotoren oder weitere Komponenten, die weiter vorgelagert sind (und optional alle weiteren Förderbandmotoren oder weiteren Komponenten, die weiter vorgelagert sind) ebenfalls automatisch gestoppt werden.

**[0007]** In weiteren Szenarien kann es erforderlich oder erwünscht sein, weitere Komponenten automatisch zu stoppen, umfassend solche, die nicht phy-

sich vorgelagert oder nachgelagert zu einer ausgefallenen Komponente liegen. Eine Verriegelungsbeziehung kann also allgemeiner mit den Begriffen „Vorgänger“ und „Nachfolger“ beschrieben werden, wobei ein Nachfolger-Element automatisch gestoppt wird, wenn das Vorgänger-Element ausfällt (z. B. liegenbleibt, oder nicht innerhalb festgelegter Fehler toleranzen arbeitet etc.). Eine Reihe mehrerer Vorgänger-Nachfolger-Elementpaare wird hier als „Verriegelungskette“ bezeichnet. So kann z. B. der Ausfall eines Ausgangsventils den automatischen Stillstand einer ersten Pumpe bewirken, die physisch dem Ventil vorgelagert ist, was wiederum den automatischen Stillstand einer zweiten Pumpe bewirken kann, die physisch der ersten Pumpe vorgelagert ist usw. Weiterhin können mehrere Verriegelungsketten eine oder mehrere Komponenten gemeinsam haben, wobei in einem solchen Fall Komponenten in zwei oder mehr überschneidenden Ketten verriegelt sein können, wenn eine Komponente in einer der Ketten ausfällt.

**[0008]** Typischerweise können „Ansichtsanzeigen“ für Feldgeräte konfiguriert werden, um benachbarte vorgelagerte und/oder nachgelagerte Geräte anzuzeigen. Zum Aufklären der primären Quelle bzw. Ursache für eine Verriegelung muss der Bediener diese Informationen verwenden, um den Gerätepfad aufwärts oder abwärts zu verfolgen (z. B. durch Navigieren zwischen den Ansichtsanzeigen verschiedener Geräte). In der Praxis können jedoch Verriegelungsketten viele Feldgeräte und/oder weitere Komponenten umfassen, und/oder einzelne Ketten können sich mit einer erheblichen Anzahl anderer Ketten überschneiden. Es kann also ziemlich schwierig für einen menschlichen Bediener sein, zu bestimmen, welches Feldgerät oder welche andere Komponente letztlich den Stillstand der Komponenten in einer Verriegelungskette verursacht hat. Weiterhin, nachdem die Ursache für die Verriegelung entdeckt und behoben wurde, muss der Bediener erneut entlang den verschiedenen Ansichtsanzeigen für alle Feldgeräte in der Verriegelungskette navigieren, um jedes Gerät zurückzusetzen. Diese Aktionen können zu einer erheblichen zusätzlichen Ausfallzeit führen, die in vielen Fällen sehr kostenintensiv sein kann. Weiterhin sind in aktuellen Systemen die Anzeigen für vorgelagerte und nachgelagerte Geräte in einer Ansichtsanzeige für ein gegebenes Feldgerät (d.h., die Anzeigen, die von dem Bediener zum Navigieren zwischen den Geräten verwendet werden) manuell konfiguriert. Wenn sich also eine Verriegelungskette aufgrund einer Neukonfiguration des Systems ändert, müssen auch die Ansichtsanzeigen manuell neukonfiguriert werden.

#### KURZDARSTELLUNG

**[0009]** Es werden hier Techniken, Systeme, Apparate und Verfahren zum Bereitstellen Verriegelungsket-



ten-Visualisierungen offenbart. Die Techniken, Systeme, Apparate und Verfahren können Industrie-Prozesssteuersysteme, -umgebungen und/oder -anlagen betreffen, die hier austauschbar als „Industriesteuer-“, „Prozesssteuer-“ oder „Prozess-“ Systeme, -Umgebungen und/oder -Anlagen bezeichnet werden. Typischerweise stellen solche Systeme Steuerung dezentral von einem oder mehreren Prozessen (hier auch als „Industrieprozesse“ bezeichnet) bereit, die arbeiten, um physikalische Rohmaterialien zu fertigen, zu raffinieren oder anderweitig umzuwandeln, um Produkte zu erzeugen oder herzustellen.

**[0010]** Eine Verriegelungskette oder ein Satz verwandter Verriegelungsketten ist mittels eines Diagramms visualisierbar, das einige oder alle Feldkomponenten in der bzw. den Verriegelungsketten umfasst und ihre jeweiligen gegenseitigen Verbindungen und Abhängigkeiten darstellt. Wie hier verwendet, kann eine „Feldkomponente“ (oder einfach „Komponente“) ein Feldgerät, ein Ausrüstungsteil, einen Teil eines Feldgeräts oder einen Teil einer Ausrüstung oder ein System oder Untersystem, das mehrere Feldgeräte und/oder Teile von Ausrüstung umfasst, betreffen. Jede Feldkomponente ist typischerweise in einer Feldumgebung eines Prozesssteuersystems oder einer prozesstechnischen Anlage angeordnet oder installiert, und wenn ein objektorientiertes Programmierprotokoll verwendet wird, kann jede Feldkomponente einer jeweiligen Instanz eines Komponentenobjekts entsprechen. Das Diagramm oder die Visualisierung kann an einer grafischen Nutzerschnittstelle gezeigt oder dort hochgeladen werden, die dargestellt wird, wenn eine bestimmte gesperrte Komponente ausgewählt wurde oder anderweitig angezeigt wurde (z. B. wenn ein menschlicher Bediener Informationen ansieht, die mit einer gesperrten Komponente verknüpft sind), und kann einem Bediener ermöglichen, die Quelle einer Verriegelung schneller zu identifizieren, und/oder den Satz Komponenten schneller zu identifizieren, die von der Verriegelung betroffen sind. Weiterhin kann das Diagramm eine virtuelle, interaktive Steuerung umfassen, die dem Nutzer ermöglicht, alle Komponenten in der visualisierten Verriegelungskette mit nur einer einzigen Eingabe (oder mehreren Eingaben, z. B. wenn der Bediener den ausgewählten Reset-Befehl bestätigen muss) zurückzusetzen, und/oder eine Steuerung, die dem Nutzer ermöglicht, die Verriegelung für die visualisierte Kette zu überbrücken.

**[0011]** Um die Notwendigkeit zu umgehen (oder zu reduzieren), die Anzeige eines Verriegelungsketten-Diagramms manuell zu konfigurieren, kann das Diagramm durch Analysieren/Interpretieren des aktuellen Status einer vorkonfigurierten Verriegelungslogik automatisch erzeugt werden. In einigen Ausführungsformen ist die einzelne Verriegelung oder Verkettung zwischen verschiedenen Komponenten unter Verwendung eines Verriegelungskonfigurations-

objekts vorkonfiguriert, das für Systementwickler in einem Steuermodul gebrauchsfertig verfügbar ist. Ein Systementwickler kann die Verriegelungslogik durch Erzeugen von Instanzen des Verriegelungskonfigurationsobjekts erzeugen, wenn das Prozesssteuersystem konfiguriert wird, und das Verriegelungsketten-Diagramm kann durch Analysieren der resultierenden Verriegelungskonfigurationsobjektinstanzen automatisch erzeugt werden. Demzufolge, wenn die Verriegelungslogik neukonfiguriert wird (z. B. durch Modifizieren, Erzeugen und/oder Löschen von Instanzen des Verriegelungskonfigurationsobjekts), kann das Verriegelungsketten-Diagramm automatisch eine aktuelle, aktualisierte Darstellung von Verriegelungsketten bereitstellen, die auf der vorliegenden Konfiguration von Verriegelungen basiert. Im Gegensatz dazu sind herkömmliche Komponentenansichten manuell konfiguriert, um spezielle Verriegelungen darzustellen, so dass alle betroffenen Ansichten manuell neukonfiguriert werden müssen, wenn sich die Verriegelungslogik ändert.

**[0012]** Das Verriegelungsketten-Diagramm kann eine gesamte Verriegelungskette oder eine Teilmenge der Kette darstellen. So kann z. B. das Diagramm nur den Teil der Kette zwischen einer aktuell ausgewählten Komponente und der Quelle der Verriegelung bzw. des Stillstands (d.h., der Komponente, die letztlich für das Stoppen der ausgewählten Komponente verantwortlich ist) darstellen. Weiterhin kann das Diagramm eine oder mehrere weitere Verriegelungsketten anzeigen. So kann z. B. das Diagramm nicht nur die Kette (oder den Kettenteil) anzeigen, der die ausgewählte Komponente umfasst, sondern auch eine weitere Kette (oder einen weiteren Kettenteil), die (bzw. der) eine gemeinsame „Vorgänger“-Komponente mit der Kette aufweist, die die ausgewählte Komponente umfasst. Wenn mehrere Verriegelungsketten dargestellt werden, kann eine interaktive Reset-Steuerung für jede Kette dargestellt werden.

#### Figurenliste

**Fig. 1** ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Prozesssteuersystems, in dem eine oder mehrere der hier beschriebenen Verriegelungsketten-Visualisierungstechniken implementierbar sind.

**Fig. 2** stellt ein beispielhaftes Verriegelungskonfigurationsobjekt dar, das bei Konfiguration von Teilen des Prozesssteuersystems von **Fig. 1** verwendbar ist.

**Fig. 3** stellt eine beispielhafte physische Konfiguration von Komponenten in dem Prozesssteuersystem von **Fig. 1** dar.

**Fig. 4** stellt ein beispielhaftes Verriegelungsketten-Diagramm dar, das nach Auftreten einer Verriegelung in der physischen Konfigurati-



on von **Fig. 3** gemäß einem beispielhaften Szenario automatisch erzeugt werden kann.

**Fig. 5** stellt eine weitere beispielhafte physische Konfiguration von Komponenten in dem Prozesssteuersystem von **Fig. 1** dar.

**Fig. 6A-C** stellen alternative beispielhafte Verriegelungsketten-Diagramme dar, die nach Auftreten einer Verriegelung in der physischen Konfiguration von **Fig. 5** automatisch erzeugt werden können.

**Fig. 7** ist ein Flussdiagramm eines beispielhaften Verfahrens der Visualisierung einer oder mehrerer Verriegelungsketten in einem Prozesssteuersystem.

## AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

### Beispielhafte Prozesssteuerumgebung

**[0013]** **Fig. 1** ist ein Blockdiagramm einer beispielhaften Prozesssteuerumgebung **100**, in der eine oder mehrere der hier beschriebenen Verriegelungsketten-Techniken implementiert sein können. Die Prozesssteuerumgebung **100** (die hier auch austauschbar als ein Prozesssteuersystem **100** oder eine prozesstechnische Anlage **100** bezeichnet wird) umfasst einen oder mehrere Prozesscontroller, die Signale empfangen, die anzeigend für Prozessmessungen sind, die von Feldgeräten vorgenommen wurden, diese Informationen verarbeiten, um eine Steerroutine zu implementieren, und Steuersignale erzeugen, die über verdrahtete und/oder drahtlose Prozesssteuerkommunikationslinks oder Netzwerke an andere Feldgeräte gesendet werden, um den Betrieb eines Prozesses in der Anlage **100** zu steuern. Typischerweise führt mindestens ein Feldgerät eine physische Funktion aus (z. B. das Öffnen oder Schließen eines Ventils, das Bewirken, dass ein Förderband Materialien bewegt, das Erhöhen oder Verringern einer Temperatur, das Vornehmen von Messungen, das Erfassen eines Zustands etc.), um den Betrieb eines Prozesses zu steuern. Einige Typen von Feldgeräten kommunizieren mit Controllern unter Verwendung von I/O-Geräten. Prozesscontroller, Feldgeräte und I/O-Geräte können verdrahtet oder drahtlos sein, und es kann eine beliebige Anzahl und Kombination von verdrahteten und drahtlosen Prozesscontrollern, Feldgeräten und I/O-Geräten in der prozesstechnischen Anlage oder dem System **100** umfasst sein.

**[0014]** So stellt z. B. **Fig. 1** einen Prozesscontroller **111** dar, der kommunikativ mit den verdrahteten Feldgeräten **115-122** über Eingabe/Ausgabe (I/O)-Karten **126** und **128** verbunden ist. Der Prozesscontroller **111** umfasst einen Prozessor **130**, einen Speicher **132** und eine oder mehrere Prozesssteerroutinen **138**, die unten ausführlicher diskutiert werden. Der Controller **111** ist auch mit drahtlosen Feldgeräten **140** bis **146** über ein Prozesssteuer-Kom-

munikationsnetzwerk oder Backbone **110** und einen drahtlosen Gateway **135** verbunden. Das Backbone **110** kann einen oder mehrere verdrahtete und/oder drahtlose Kommunikationslinks umfassen und ist unter Verwendung eines beliebigen geeigneten Kommunikationsprotokolls implementierbar, wie z. B. ein Ethernet-Protokoll. In einigen Konfigurationen (nicht in **Fig. 1** gezeigt) kann der Controller **111** kommunikativ mit dem drahtlosen Gateway **135** unter Verwendung eines oder mehrerer anderer Kommunikationsnetzwerke als dem Backbone **110** verbunden sein, wie z. B. unter Verwendung einer beliebigen Anzahl anderer verdrahteter oder drahtloser Kommunikationslinks, die ein oder mehrere Kommunikationsprotokolle unterstützen, wie z. B. ein IEEE 802.11-konformes Wireless Local Area Network-Protokoll, ein mobiles Kommunikationsprotokoll (z. B. WiMAX, LTE etc.), Bluetooth®, HART®, WirelessHART®, Profibus, FOUNDATION®-Feldbus etc.

**[0015]** Der Controller **111** (der z. B. der DeltaV™-Controller, vertrieben von Emerson Process Management, sein könnte) kann arbeiten, um einen Chargenprozess oder einen kontinuierlichen Prozess unter Verwendung mindestens einiger der Feldgeräte **115-122** und **140-146** zu implementieren. In einer Ausführungsform ist der Controller **111** zusätzlich zur kommunikativen Verbindung mit dem Backbone **110** auch kommunikativ mit mindestens einigen der Feldgeräte **115-122** und **140-146** unter Verwendung einer beliebigen gewünschten damit verknüpften Hardware und Software verbunden, z. B. Standard **4-20** mA-Geräte, I/O-Karten **126** und **128** und/oder ein beliebiges geeignetes Smart-Kommunikationsprotokoll, wie das FOUNDATION®-Feldbus-Protokoll, das HART®-Protokoll, das WirelessHART®-Protokoll etc. In **Fig. 1** sind der Controller **111**, die Feldgeräte **115-122** und die I/O-Karten **126** und **128** verdrahtete Geräte, und die Feldgeräte **140-146** sind drahtlose Feldgeräte. Selbstverständlich können die verdrahteten Feldgeräte **115-122** und die drahtlosen Feldgeräte **140-146** einem beliebigen anderen gewünschten Standard-Protokoll entsprechen, wie einem beliebigen geeigneten Draht- oder Drahtlos-Protokoll, und umfassend einen beliebigen geeigneten Standard oder ein beliebiges geeignetes Protokoll, der bzw. das erst in der Zukunft entwickelt wird.

**[0016]** Der Prozessor **130** des Prozesscontrollers **111** implementiert oder überwacht die eine oder mehrere Prozesssteerroutinen oder -module **138**, die in dem Speicher **132** gespeichert sein können. Hierfür ist der Prozessor konfiguriert, um mit den Feldgeräten **115-122** und **140-146** und mit anderen Knoten zu kommunizieren, die kommunikativ mit dem Controller **111** verbunden sind. Es ist anzumerken, dass ggf. beliebige der hier beschriebenen Steerroutinen oder -module Teile davon von verschiedenen Controllern oder anderen Geräten implementiert oder ausgeführt werden können. Gleichfalls können



die Steuermodule **138**, die in dem Prozesssteuersystem **100** zu implementieren sind, eine beliebige Form einnehmen, umfassend Software, Firmware, Hardware etc. Steuerrouinen sind in einem beliebigen gewünschten Software-Format implementierbar, wie z. B. unter Verwendung objektorientierter Programmierung, Kontaktplan, Ablaufsprache, Funktionsbausteinsprache, oder unter Verwendung einer beliebigen anderen Software-Programmiersprache oder eines beliebigen anderen Design Paradigm. Der Speicher **132**, auf dem einige oder alle der Steuermodule **138** gespeichert sein können, kann ein beliebiger geeigneter Typ von Speicher oder Speichern sein, wie z. B. Random Access Memory (RAM) und/oder Read Only Memory (ROM). Weiterhin können die Steuermodule **138** z. B. in einen oder mehrere EPROMs, EEPROMs, Application Specific Integrated Circuits (ASICs) oder beliebige andere Hardware- oder Firmware-Elemente fest programmiert sein. Der Controller **111** kann also auf eine beliebige gewünschte Weise konfiguriert sein, um eine Steuerstrategie oder Steueroutine oder Steuermodul zu implementieren.

[0017] Der Controller **111** implementiert eine Steuerstrategie unter Verwendung von dem, was allgemein als Funktionsblöcke bezeichnet wird, wobei jeder Funktionsblock ein Objekt oder ein anderer Teil (z. B. eine Unteroutine) einer gesamten Steueroutine ist und zusammen mit anderen Funktionsblöcken (über Kommunikationslinks) arbeitet, um Prozesssteuerschleifen in dem Prozesssteuersystem **100** zu implementieren. Steuerungsbasierte Funktionsblöcke führen typischerweise eins aus von: einer Eingabefunktion, wie der mit einem Transmitter, einem Sensor oder einem anderen Prozessparameter-Messgerät verknüpften; einer Steuerfunktion, wie der, die mit einer Steueroutine verknüpft ist, die PID-, Fuzzy Logic-Steuerung etc. ausführt; oder eine Ausgabe-Funktion, die den Betrieb eines Geräts steuert, wie ein Ventil oder Förderbandmotor, um eine physische Funktion in dem Prozesssteuersystem **100** auszuführen. Selbstverständlich existieren hybride und andere Typen von Funktionsblöcken. Funktionsblöcke können in dem Controller **111** gespeichert und durch diesen ausgeführt werden, was typischerweise der Fall ist, wenn diese Funktionsblöcke für Standard **4-10** mA-Geräte und bestimmte Typen von Smart-Feldgeräten (z. B. HART®-Geräte) verwendet werden oder damit verknüpft sind, oder sie können in den Feldgeräten selbst gespeichert und durch diese implementiert werden, was bei FOUNDATION®-Feldbus-Geräten der Fall sein kann. Das eine oder die mehreren Steuermodule **138** in dem Controller **111** können eine oder mehrere Steuerschleifen implementieren, die durch Ausführung eines oder mehrerer der Funktionsblöcke ausgeführt werden.

[0018] Die verdrahteten Feldgeräte **115-122** können ein beliebiger Typ bzw. beliebige Typen von Geräten sein, wie Sensoren, Ventile, Förderbandmotoren,

Transmitter, Stellgeräte etc., während die I/O-Karten **126** und **128** beliebige Typen von I/O-Geräten sein können, die einem geeigneten Kommunikations- oder Controller-Protokoll entsprechen. So können z. B. die Feldgeräte **115-118** Standard **4-20** mA-Geräte oder HART®-Geräte sein, die über analoge Leitungen (oder kombinierte analoge und digitale Leitungen) mit der I/O-Karte **126** kommunizieren, während die Feldgeräte **119-122** Smart-Geräte sein können, wie FOUNDATION®-Feldbus-Feldgeräte, die über einen digitalen Bus mit der I/O-Karte **128** unter Verwendung eines FOUNDATION®-Feldbus-Kommunikationsprotokoll kommunizieren. In einigen Ausführungsformen kommunizieren jedoch mindestens einige der verdrahteten Feldgeräte **115-122** und/oder mindestens eine der I/O-Karten **126** und **128** zusätzlich oder alternativ mit dem Controller **111** unter Verwendung des Backbone **110** und eines geeigneten Steuersystemprotokolls (z. B. Profibus, DeviceNet, Foundation-Feldbus, ControlNet, Modbus, HART etc.).

[0019] In Fig. 1 kommunizieren die drahtlosen Feldgeräte **140-146** über ein drahtloses Prozesssteuerkommunikationsnetzwerk **170** unter Verwendung eines Drahtlos-Protokolls, wie dem WirelessHART®-Protokoll. Solche drahtlosen Feldgeräte **140-146** können direkt mit einem oder mehreren Geräten oder Knoten des drahtlosen Netzwerks **170** kommunizieren, die ebenfalls für drahtlose Kommunikation konfiguriert sind. Zur Kommunikation mit anderen Knoten, die nicht für drahtlose Kommunikation konfiguriert sind, können die drahtlosen Feldgeräte **140-146** einen drahtlosen Gateway **135** nutzen, der mit dem Backbone **110** oder einem anderen Prozesssteuerkommunikationsnetzwerk verbunden ist. Der drahtlose Gateway **135** bietet von dem Backbone **110** aus Zugang zu verschiedenen drahtlosen Geräten **140-158** des drahtlosen Kommunikationsnetzwerks **170**. Insbesondere bietet der drahtlose Gateway **135** eine kommunikative Kopplung zwischen den drahtlosen Geräten **140-158**, den verdrahteten Geräten **115-128** und/oder anderen Knoten oder Geräten der Prozesssteueranlage **100**.

[0020] Ähnlich den verdrahteten Feldgeräten **115-122** führen die drahtlosen Feldgeräte **140-146** des drahtlosen Netzwerks **170** physische Steuerfunktionen in der prozesstechnischen Anlage **100** aus, z. B. das Öffnen oder Schließen von Ventilen, das Messen von Prozessparametern etc. Die drahtlosen Feldgeräte **140-146** sind jedoch zur Kommunikation unter Verwendung des drahtlosen Protokolls des Netzwerks **170** konfiguriert. Als solches können die drahtlosen Feldgeräte **140-146**, der drahtlose Gateway **135** und andere drahtlose Knoten **152-158** des drahtlosen Netzwerks **170** Hersteller und Verbraucher von drahtlose Kommunikationspakete sein.



**[0021]** In einigen Konfigurationen der prozesstechnischen Anlage **100** umfasst das drahtlose Netzwerk **170** nicht-drahtlose Geräte. So kann z. B. in **Fig. 1** ein Feldgerät **148** ein Legacy 4-20 mA-Gerät sein, und ein Feldgerät **150** kann ein verdrahtetes HART®-Gerät sein. Zur Kommunikation in dem Netzwerk **170** sind die Feldgeräte **148** und **150** mit dem drahtlosen Kommunikationsnetzwerk **170** über einen der Wireless Adapter **152A** bzw. **152B** verbunden. Die Wireless Adapter **152A** und **152B** unterstützen ein Drahtlos-Protokoll, wie WirelessHART, und können auch ein oder mehrere andere Kommunikationsprotokolle unterstützen, wie Foundation®-Feldbus, PROFIBUS, DeviceNet etc. Weiterhin umfasst das drahtlose Netzwerk **170** in einigen Konfigurationen einen oder mehrere Netzwerk-Access Points **155A**, **155B**, die getrennte physische Geräte in verdrahteter Kommunikation mit dem drahtlosen Gateway **135** sein können, oder die in dem drahtlosen Gateway **135** integriert sein können. Das drahtlose Netzwerk **170** kann auch einen oder mehrere Router **158** umfassen, um Pakete zwischen drahtlosen Geräten in dem drahtlosen Kommunikationsnetzwerk **170** weiterzuleiten. Die drahtlosen Geräte **140-146** und **152-158** können miteinander und mit dem drahtlosen Gateway **135** über drahtlose Links **160** des drahtlosen Kommunikationsnetzwerks **170** und/oder über das Backbone **110** kommunizieren.

**[0022]** In **Fig. 1** umfasst das Prozesssteuersystem **100** eine oder mehrere Bediener-Workstations **171**, die kommunikativ mit dem Backbone **110** verbunden sind. Über die Bediener-Workstation(s) **171** können Bediener Laufzeitbetriebe der prozesstechnischen Anlage **100** überwachen sowie diagnostische, korrektive, Wartungs- und/oder andere Aktionen vornehmen, die ggf. erforderlich sind. Mindestens einige der Bediener-Workstations **171** können an verschiedenen, geschützten Bereichen in oder in der Nähe der Anlage **100** angeordnet sein, z. B. in einer Backend-Umgebung der Anlage **100**, und in einigen Situationen können mindestens einige der Bediener-Workstations **171** entfernt angeordnet sein (aber dennoch in kommunikativer Verbindung mit der Anlage **100**). Die Bediener-Workstations **171** können verdrahtete oder drahtlose Rechnervorrichtung en sein.

**[0023]** Das beispielhafte Prozesssteuersystem **100** ist ferner in **Fig. 1** als eine oder mehrere Konfigurationsanwendungen **172A** und eine oder mehrere Konfigurationsdatenbanken **172B** umfassend dargestellt, von denen jede auch kommunikativ mit dem Backbone **110** verbunden ist. Verschiedene Instanzen der Konfigurationsanwendung(en) **172A** können an einer oder mehreren Rechnervorrichtung (en) ablaufen (nicht in **Fig. 1** gezeigt), um Nutzern zu ermöglichen, Prozesssteuermodule zu erzeugen oder zu ändern und diese Module über das Backbone **110** an den Prozesscontroller **111** und/oder andere Prozesscontroller herunterzuladen, sowie Nutzern

zu ermöglichen, Bedienerchnittstellen zu erzeugen oder zu ändern, über die ein Bediener Daten ansehen und Dateneinstellung in Prozesssteuer Routinen ändern kann. Die Konfigurationsdatenbank(en) **172B** speichert bzw. speichern die konfigurierten Module und/oder Bedienerchnittstellen. Allgemein kann bzw. können die Konfigurationsanwendung(en) **172A** und die Konfigurationsdatenbank(en) **172B** zentralisiert sein und eine unitäre logische Erscheinungsform an dem Prozesssteuersystem **100** haben (obwohl mehrere Instanzen einer Konfigurationsanwendung **172A** in dem Prozesssteuersystem **100** gleichzeitig ablaufen können), und die Konfigurationsdatenbank(en) **172B** können in einer einzigen physischen Datenspeichervorrichtung oder über mehrere Datenspeichervorrichtungen gespeichert sein. Die Konfigurationsanwendung(en) **172A**, die Konfigurationsdatenbank(en) **172B** und die Nutzerschnittstellen dazu (nicht in **Fig. 1** gezeigt) bilden zusammen ein Konfigurations- oder Entwicklungssystem **172** zum Erzeugen/Konfigurieren von Steuer- und/oder Ansichtmodulen. Typischerweise, aber nicht notwendigerweise, unterscheiden sich die Nutzerschnittstellen für das Konfigurationssystem **172** von denen der Bediener-Workstations **171**, wobei die Nutzerschnittstellen für das Konfigurationssystem **172** stattdessen von Konfigurations- und Entwicklungsingenieuren genutzt werden, unabhängig davon, ob die Anlage **100** in Echtzeit arbeitet, und wobei die Bediener-Workstations **171** von Bedienern während des Echtzeit (oder „Laufzeit“-)Betriebs der prozesstechnischen Anlage **100** genutzt werden.

**[0024]** In einigen Ausführungsformen stellt bzw. stellen die Konfigurationsanwendung(en) **172A** verschiedene Objekte bereit, die Systementwickler verwenden können, um das Prozesssteuersystem **100** (z. B. Steuermodule, Feldgerätansichtsanzeigen zur Anzeige für Bediener etc.) zu konfigurieren, wie oben diskutiert. Ein solcher Objekttyp oder eine solche Klasse kann ein Verriegelungskonfigurationsobjekt **180** sein. Jede Instanz des Verriegelungskonfigurationsobjekts **180** kann eine Vorgänger-Nachfolger-Verriegelungsbeziehung zwischen zwei speziellen Komponenten aufweisen (z. B. zwei Feldgeräten oder einem Feldgerät und einem anderen Komponententyp etc.), und können in einer der Konfigurationsdatenbanken **172B** gespeichert werden. Instanzen des Verriegelungskonfigurationsobjekts **180** können z. B. von einer Instanz eines bestimmten Steuermodulobjekts referenziert werden. Die Instanzen des Verriegelungskonfigurationsobjekts **180** können verwendet werden, um automatisch Verriegelungsketten-Visualisierungen zu erzeugen, wie ausführlicher unten diskutiert wird.

**[0025]** Das beispielhafte Prozesssteuersystem **100** umfasst auch eine oder mehrere Datenverlaufsanwendung(en) **173A** und eine oder mehrere Datenverlaufsdatenbank(en) **173B**, von denen jede kommuni-



kativ mit dem Backbone **110** verbunden ist. Die Datenverlaufsanwendung(en) **173A** arbeitet bzw. arbeiten, um einige oder alle der Daten zu sammeln, die über das Backbone **110** bereitgestellt werden, und speichern die Daten in der bzw. den Datenverlaufsdatenbank(en) **173B** zur Langzeitspeicherung. Ähnlich wie Konfigurationsanwendung(en) **172(A)** und Konfigurationsdatenbank(en) **172B** können die Datenverlaufsanwendung(en) **173A** und die Datenverlaufsdatenbank(en) **173B** zentralisiert sein und eine unitäre logische Erscheinungsform für das Prozesssteuersystem **100** haben (obwohl mehrere Instanzen einer Datenverlaufsanwendung **173A** gleichzeitig in dem Prozesssteuersystem **100** ablaufen können), und die Datenverlaufsdatenbank(en) **173B** können in einer einzigen physischen Datenspeichervorrichtung oder über mehrere Datenspeichervorrichtungen gespeichert werden.

**[0026]** In einigen Konfigurationen umfasst das Prozesssteuersystem **100** einen oder mehrere Wireless Access Points **174**, die mit anderen Geräten unter Verwendung anderer drahtloser Protokolle, wie IEEE 802.11-konforme Wireless Local Area Network-Protokolle, Mobil-Kommunikationsprotokolle, wie WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), LTE (Long Term Evolution) oder andere ITU-R (International Telecommunication Union Radiocommunication Sector)-kompatible Protokolle, Radiokommunikation mit kurzer Wellenlänge, wie Nahfeldkommunikation (NFC) oder Bluetooth, und/oder andere Drahtlos-Kommunikationsprotokolle. Typischerweise ermöglichen solche Wireless Access Points (**174**) Handheld- oder anderen tragbaren Rechnervorrichtungen (z. B. Nutzerschnittstellengeräte **175**) die Kommunikation über ein entsprechendes Wireless Process Control-Kommunikationsnetzwerk, das sich von dem Drahtlos-Netzwerk **170** unterscheidet und das ein anderes Drahtlos-Protokoll als das Drahtlos-Netzwerk **170** unterstützt. So kann z. B. ein drahtloses oder portables Nutzerschnittstellengerät **175** eine mobile Workstation oder diagnostische Testausrüstung sein, die von einem Bediener in der prozesstechnischen Anlage **100** genutzt wird (z. B. eine Instanz einer der Bediener-Workstations **171**). In einigen Szenarien kommunizieren zusätzlich zu portablen Rechnervorrichtungen ein oder mehrere Prozesssteuergeräte (z. B. Controller **111**, Feldgeräte **115-122**, Drahtlos-Geräte **135**, **140-158** etc.) auch unter Verwendung des Drahtlos-Protokolls, das von dem bzw. den Wireless Access Point(s) **174** unterstützt wird.

**[0027]** Es wird angemerkt, obwohl **Fig. 1** nur einen einzigen Controller **111** und eine bestimmte Anzahl an Feldgeräten **115-122** und **140-146**, Drahtlos-Gateways **35**, Wireless Adapters **152**, Access Points **155**, Router **158** und Wireless Process Control-Kommunikationsnetzwerke **170** als umfasst in der beispielhaften prozesstechnischen Anlage **100** darstellt,

dass dies nur eine veranschaulichende und nicht beschränkende Ausführungsform ist. So kann z. B. eine beliebige Anzahl Controller **111** in der Prozesssteueranlage oder dem Prozesssteuersystem **100** umfasst sein, und eine beliebige Anzahl Controller **111** kann mit einer beliebigen Anzahl verdrahteter oder drahtloser Geräte und Netzwerke **115-122**, **140-146**, **135**, **152**, **155**, **158** und **170** kommunizieren, um einen Prozess in der Anlage **100** zu steuern.

#### Beispielhaftes Verriegelungskonfigurationsobjekt

**[0028]** Wie oben erklärt, können Systementwickler das Konfigurationssystem **172** verwenden, um Prozesssteuermodule zu erzeugen oder konfigurieren und senden diese Module über das Backbone **110** (oder ein anderes Netzwerk) an den Prozesscontroller **111** und/oder an andere Prozesscontroller. Ein oder mehrere dieser Prozesssteuermodule können ermöglichen, dass der bzw. die empfangenden Controller Feldgeräte oder andere Komponenten nach Bedarf abschalten oder stromlos machen, wenn bestimmte andere Geräte oder Komponenten ausfallen oder Probleme erfahren. So kann z. B. ein Konfigurationsingenieur programmieren, dass eine Pumpe, die einen Tank speist, automatisch abgeschaltet wird, wenn ein Auslassventil des Tanks ausfällt oder anderweitig den geregelten Betrieb einstellt. Die Auslösebedingungen und die geeigneten/erforderlichen Reaktionen unter den Feldgeräten/Komponenten bilden gemeinsam die „Verriegelungslogik“, gemäß derer der bzw. die Controller Verriegelungsereignisse verwalten.

**[0029]** Wie oben angemerkt, stellen in einigen Ausführungsformen, in denen objektorientierte Programmierung genutzt wird, die Konfigurationsanwendung(en) **172A** für Kunden/Entwickler gebrauchsfertig ein Verriegelungskonfigurationsobjekt bereit (z. B. in einem Steuermodul oder anderweitig damit verknüpft). Der Systementwickler kann Instanzen des Verriegelungskonfigurationsobjekts nach Bedarf erzeugen, um eine Verriegelungslogik für das Prozesssteuersystem **100** zu erzeugen. Jedes Verriegelungskonfigurationsobjekt kann die individuelle Verriegelung oder Verkettung zwischen zwei Feldgeräten oder anderen Komponenten darstellen. In dem oben beschriebenen Pumpe/Tank/Ventil-Szenario kann z. B. eine einzige Instanz eines Verriegelungskonfigurationsobjekts Parameter umfassen, die die Verriegelung zwischen dem Auslassventil und der Einlasspumpe definieren. Die Objektinstanzen können z. B. Geräte-Identifikatoren der speziellen Pumpe und des speziellen Ventils umfassen, und da der Betriebszustand des Auslassventils vorgibt, ob die Einlasspumpe abgeschaltet werden muss, kann das Verriegelungskonfigurationsobjekt das Ventil als „Vorgänger“ und die Pumpe als „Nachfolger“ in der Verriegelungsbeziehung definieren.



**[0030]** Fig. 2 zeigt ein beispielhaftes Verriegelungskonfigurationsobjekt **200**, das zur Konfiguration von Verriegelungen des Prozesssteuersystems **100** von Fig. 1 verwendbar ist (oder anderer Prozesssteuersysteme). Wie in Fig. 2 zu erkennen, ist das Verriegelungskonfigurationsobjekt **200** mit Eigenschaften verknüpft, die einen Verriegelungskonfigurationsobjekt-Identifikator (ID) **210**, einen Vorgänger-Geräte-ID **212**, einen Nachfolger-Geräte-ID **214** und weitere Verriegelungskonfigurationsobjekt-Eigenschaften **216** umfassen.

**[0031]** Der Verriegelungskonfigurationsobjekt-ID **210** ist ein eindeutiger Identifikator für eine gegebene Instanz des Verriegelungskonfigurationsobjekts **200**, das von dem Nutzer spezifiziert werden kann oder automatisch zugewiesen wird. Der Vorgänger-Geräte-ID **212** ist der eindeutige Identifikator für das Vorgänger-Gerät der Verriegelung (z. B. ein ID einer Geräte-Objektinstanz für das Vorgänger-Gerät), und der Nachfolger-Geräte-ID **214** ist der eindeutige Identifikator für das Nachfolger-Gerät der Verriegelung (z. B. ein ID einer Geräte-Objektinstanz für das Nachfolger-Gerät). Im Betrieb (z. B. während der Laufzeit) wenn ein Prozesscontroller (z. B. Controller **111** von Fig. 1) von einem Stillstand/Ausfall eines Vorgänger-Geräts erfährt, greift der Controller auf alle Objekte zu, die mit dem Vorgänger-Gerät verknüpft sind, um das oder die Nachfolger-Geräte automatisch abzuschalten oder stromlos zu machen.

**[0032]** Es versteht sich, dass Vorgänger- und Nachfolger-Geräte nicht physisch in Reihen gekoppelt sein müssen oder überhaupt eine physische, operative Beziehung haben müssen. So kann z. B. ein Systementwickler alle Feldgeräte automatisch abschalten wollen (z. B. während einer Testphase), wenn ein einzelnes Gerät ausfällt, anstelle nur Geräte abzuschalten, die physisch vorgelagert oder nachgelagert dem ausgefallenen Gerät sind, etc. In einem solchen Szenario kann der Entwickler mehrere Instanzen des Verriegelungskonfigurationsobjekts **200** verwenden, um alle Feldgeräte bidirektional miteinander zu verbinden (d.h., dass jedes Gerät sowohl Vorgänger als auch Nachfolger für jedes andere Gerät ist).

**[0033]** Die anderen Eigenschaften **216** eines Verriegelungskonfigurationsobjekts können eine oder mehrere Eigenschaften umfassen. So können die Eigenschaften **216** z. B. Eigenschaften umfassen, die Zeit und/oder Abfolge der automatischen Abschaltung zwischen Vorgänger- und Nachfolger-Geräten spezifizieren, Eigenschaften, die anzeigen, ob eine Verriegelungskette, die die Verriegelung umfasst, die durch das Verriegelungskonfigurationsobjekt **200** dargestellt wird, überbrückt werden kann, etc.

**[0034]** Es versteht sich, dass das Verriegelungskonfigurationsobjekt **200** zu Konfigurationszwecken mehr, weniger und/oder andere Eigenschaften als die

in Fig. 2 zeigen kann. So können z. B. die anderen Eigenschaften **216** von dem Objekt **200** entfallen. Als ein weiteres Beispiel, während das in Fig. 2 gezeigte Verriegelungskonfigurationsobjekt **200** nur IDs eines Vorgänger-Geräts und eines Nachfolger-Geräts zeigt, kann in anderen Ausführungsformen und/oder Szenarien das Objekt **200** IDs mehrerer Vorgänger- und/oder mehrerer Nachfolger-Geräte umfassen. Weiterhin kann das Objekt **200** in einigen Ausführungsformen flexibel genug sein, um beliebige Anzahlen von Vorgänger- und/oder Nachfolger-Geräte-IDs zu umfassen. In anderen Ausführungsformen müssen in Szenarien, in denen ein einzelnes Gerät oder eine einzelne Komponente mehr als ein Vorgängerteil hat, in denen ein einzelnes Gerät oder eine einzelne Komponente mehr als eine Nachfolger hat, und/oder in denen eine bidirektionale Vorgänger/Nachfolger-Beziehung gewünscht ist, andere Objektinstanzen (oder andere Objekte) verwendet werden.

**[0035]** Ein Systementwickler kann Instanzen des Verriegelungskonfigurationsobjekts **200** durch Eingeben, Konfigurieren oder anderweitiges Definieren der gewünschten Werte für die verschiedenen Eigenschaften **210-216** über eine Nutzerschnittstelle, wie eine Nutzerschnittstelle des Konfigurationssystems **172**, konfigurieren. In einigen Ausführungsformen können jedoch mindestens einige der gewünschten Eigenschaftswerte **210-216** (z. B. dem Verriegelungskonfigurationsobjekt-ID **200**) durch die Konfigurationsanwendung **172A** automatisch konfiguriert oder befüllt werden.

#### Beispielhafte Verriegelungsketten-Diagramme

**[0036]** Im Folgenden werden verschiedene Ausführungsformen und Szenarien beschrieben, um die Art zu veranschaulichen, auf die Verriegelungsketten-Diagramme automatisch erzeugt und für Nutzer/Bediener dargestellt werden (z. B. über eine oder mehrere Bediener-Workstations **171** und eine/oder mehrere der Nutzerschnittstellen **175** während des Laufzeit-Betriebs der Prozesssteueranlage **100**). Nur zur besseren Erklärung bestehen die nachstehend beschriebenen beispielhaften Verriegelungsketten-Szenarien aus relativ einfachen Anordnungen von Förderbändern mit verriegelten Förderbandmotoren. Es versteht sich jedoch, dass die hier beschriebenen Techniken und Visualisierungen auf beliebige andere geeignete Komponenten (z. B. Ventile, Pumpen, Sensoren etc., Teile solcher Geräte, Systeme oder Untersysteme, die mehrere Geräte oder Ausrüstungsteile umfassen, usw.) in einer beliebigen physischen und/oder logischen Kombination oder Anordnung anwendbar sind.

**[0037]** Zunächst kann in Bezug auf Fig. 3 eine beispielhafte physische Konfiguration **300** von Förderbändern **310-314** in dem Prozesssteuersystem **100** von Fig. 1 existieren. Die Motoren der Förderbänder



**310-314** können z. B. in den Feldgeräten **115-122** von **Fig. 1** und/oder in den Feldgeräten **140-150** von **Fig. 1** umfasst sein. In der physischen Konfiguration **300** sind die Förderbänder **310-314** in einer einfachen Reihe angeordnet, wobei Förderband **310** dem Förderband **312** vorgelagert ist und wobei Förderband **312** dem Förderband **314** vorgelagert ist. Somit transportiert/liefert das Förderband **310** Materialien an das Förderband **312**, und das Förderband **312** transportiert/liefert Materialien an das Förderband **314**. Die Markierungen „**C-100**“, „**C-116**“ und „**C-122**“ betreffen die IDs der entsprechenden Motoren der Förderbänder **310-314**.

**[0038]** Im Konfigurationsstadium kann ein Systementwickler einen Satz Verriegelungen erzeugen wollen, die spezifizieren, dass ein Motor des Förderbands **310** ein Nachfolger des Motors von Förderband **312** ist und dass ein Motor des Förderbands **312** ein Nachfolger des Förderbands **314** ist, um Situationen zu verhindern, in denen Materialien an ein nicht-operatives Förderband geliefert werden und damit Blockierung, Aufstauen und/oder Überfließen verursachen. Wenn für den Entwickler Geräte-Objekte und ein Verriegelungskonfigurationsobjekt verfügbar sind, kann der Entwickler z. B. Gerät-Objektinstanzen für die Förderbandmotoren nutzen, um Instanzen des Verriegelungskonfigurationsobjekts zu erzeugen. So kann z. B. eine erste Instanz des Verriegelungskonfigurationsobjekts **200** von **Fig. 2** den Motor des Förderbands **310** als Nachfolger des Motors des Förderbands **312** zuordnen, und eine zweite Instanz des Verriegelungskonfigurationsobjekts **200** kann den Motor des Förderbands **312** als Nachfolger des Motors des Förderbands **314** zuordnen. Insbesondere können nach Bedarf die IDs/Zuordner der Förderbandmotoren (d.h. „**C-100**“, „**C-116**“ oder „**C-122**“) als der Vorgänger-Geräte-ID **212** oder der Nachfolger-Geräte-ID **214** des Objekts **200** verwendet werden, um die gewünschten Verriegelungsbeziehungen einzurichten. In anderen Ausführungsformen kann der Entwickler andere, nicht-objektorientierte Programmierung verwenden, um die Verriegelungslogik zu konfigurieren.

**[0039]** Während der Laufzeit kann ein Bediener (z. B. ein Nutzer einer der Bediener-Workstations **171** oder einer der Nutzerschnittstellen **175**) selektiv verschiedene Arten von Ansichten anzeigen, um Operationen zu überwachen und/oder diagnostische, korrektive, Wartungs- und/oder andere Aktionen vorzunehmen, wie oben im Zusammenhang mit **Fig. 1** diskutiert. So kann z. B. der Bediener Steueransichten anzeigen, die Anzeigen/Messwerte verschiedener Parameter umfassen (z. B. Temperaturen, Drücke, Füllstandpegel etc.), die von Feldgeräten gemessen wurden, und/oder den Betriebszustand verschiedener Feldgeräte anzeigen (z. B. in Betrieb, angehalten, Alarm - außerhalb der Toleranz etc.).

**[0040]** In einigen Ausführungsformen sind die Motoren für jedes der Förderbänder **310-314** mit einer Ansichtsanzeige verknüpft. So kann z. B. ein Bediener während der Laufzeit eine Ansichtsanzeige für den Motor „**C-122**“ auswählen, und in Reaktion darauf kann eine Ansichtsanwendung (z. B. ablaufend auf einer Bediener-Workstation **171** oder Nutzerschnittstelle **175** des Bedieners) Informationen zum aktuellen Zustand des Motors **C-122** darstellen. Die Ansichtsanzeige kann anzeigen, ob der Motor **C-122** aktuell stromversorgt/in Betrieb ist, ob aktuell Ausfall- oder Fehlermeldungen für den Motor **C-122** vorliegen, usw. Die Ansichtsanzeige kann auch anzeigen, welche Geräte sich ggf. vorgelagert oder nachgelagert zum Motor **C-122** befinden (d.h. in dem Szenario von **Fig. 3** anzeigen, dass der Geräte-ID „**C-116**“ vorgelagert zu dem Motor **C-122** ist).

**[0041]** Wenn eine Verriegelung während der Laufzeit ausgelöst wird, können Verriegelungsketten-Informationen dem Bediener angezeigt werden. Die Informationen können automatisch angezeigt werden (z. B. in einer Geräteansicht, die aktuell betrachtet wird, wenn das Gerät von dem Verriegelungsereignis gestoppt wurde), oder sie können eine oder mehrere Aktionen durch den Bediener erfordern (z. B. Klicken oder anderweitiges Auswählen einer Taste für „Verriegelung-Help“-Taste oder einer anderen virtuellen Steuerung in der Geräte-Ansichtsanzeige etc.). **Fig. 4** zeigt ein Beispiel für eine Verriegelungsinformation **400**, die für den Bediener nach Auslösen einer Verriegelung für die Verriegelungskette dargestellt werden kann, die die Motoren der Förderbänder **310-314** umfasst. Das Fenster mit den Verriegelungsinformationen **400** kann von der Geräte-Ansichtsanzeige für den Motor **C-100**, der mit dem Förderband **310** verknüpft ist, geladen werden. In anderen Ausführungsformen können die Verriegelungsinformationen **400** auf andere Weise dargestellt werden (z. B. in demselben Fenster, das die Geräte-Ansichtsanzeige enthält etc.).

**[0042]** Die Verriegelungsinformationen **400** umfassen ein Verriegelungsketten-Diagramm **410** mit einer einzigen Verriegelungsketten-Visualisierung **412**, die einer Verriegelungskette entspricht, die von einem Systementwickler für die Motoren und Förderbänder **310-314** konfiguriert wurde. In der beispielhaften Verriegelungsketten-Visualisierung **412** ist jeder der Förderbandmotoren durch ein anderes Grafikelement dargestellt, und die Grafikelemente sind gemäß der konfigurierten Vorgänger/Nachfolger-Beziehungen angeordnet (z. B. wie in den entsprechenden Instanzen des Verriegelungskonfigurationsobjekts **200** spezifiziert).

**[0043]** Um sicherzustellen, dass die Verriegelungsketten-Visualisierung **412** den aktuellen Zustand der Verriegelungslogik darstellt, kann die Ansichtsanwendung die Verriegelungsketten-Visualisierung **412**



durch Analysieren/Interpretieren der aktuellen Verriegelungslogik erzeugen. Wenn objektorientierte Programmierung verwendet wurde, um das Prozesssteuersystem **100** zu konfigurieren, kann die Ansichtsanwendung z. B. Instanzen des Verriegelungskonfigurationsobjekts **200** analysieren, um die Verriegelungsketten-Visualisierung **412** zu erzeugen. In einer Ausführungsform kann die Ansichtsanwendung z. B. alle Instanzen des Verriegelungskonfigurationsobjekts **200** identifizieren, die das Gerät, das einer aktuell ausgewählten Geräte-Ansichtsanzeige entspricht, referenzieren (z. B. entweder von Feldeigenschaft **212** oder Feldeigenschaft **214**). Die Ansichtsanwendung kann auch bestimmen, welche weiteren Geräte in diesen Objektinstanzen referenziert werden und den Prozess für jedes solcher Geräte wiederholen (d.h. Identifizieren aller Instanzen des Verriegelungskonfigurationsobjekts **200**, die solche Geräte referenzieren etc.), bis keine neuen Geräte mehr gefunden werden. Wenn alle relevanten Objektinstanzen identifiziert wurden (oder während dies noch erfolgt), kann die Ansichtsanwendung die spezifizierten Vorgänger-Nachfolger-Beziehungen verwenden, um die Verriegelungsketten-Visualisierung **412** zu erstellen.

**[0044]** Anders als Ansichten herkömmlicher Prozesssteuersysteme ist also eine Verriegelungskette in ihrer aktuellen Form visualisierbar, ohne dass notwendigerweise eine manuelle Konfiguration der Geräte-Ansichtsanzeige oder einer anderen Ansichtsanzeige erforderlich wäre. Weiterhin umfasst das beispielhafte Verriegelungsketten-Diagramm **410** eine virtuelle Reset-Steuerung **420**, die der Bediener aktivieren kann, um alle Geräte in der von der Verriegelungsketten-Visualisierung **412** dargestellten Verriegelungskette zurückzusetzen. Dies kann dem Bediener erheblich Zeit sparen, da er nicht (1) durch die Ansichtsanzeigen der verschiedenen, verketteten Geräte navigieren muss und (2) Reset-Steuerungen in jeder Ansichtsanzeige einzeln aktivieren muss. Weiterhin können auf diese Weise menschliche Fehler beim Reset-Prozess (z. B. Vergessen, ein Gerät in der Kette zurückzusetzen etc.) vermieden werden. In der Ausführungsform von **Fig. 4** umfasst das Verriegelungsketten-Diagramm **410** auch eine virtuelle Bypass-Steuerung **422**, die der Bediener aktivieren kann, um die Verriegelung für die visualisierte Kette zu überbrücken. Während **Fig. 4** die Reset-Steuerung **420** und die Bypass-Steuerung **422** als virtuelle Tasten darstellt, können andere Ausführungsformen virtuelle Kippschalter, auswählbare Menüelemente etc. verwenden. Weiterhin kann es in einigen Ausführungsformen erforderlich sein, dass der Bediener nach Auswahl der Reset-Steuerung **420** oder der Bypass-Steuerung **422** eine Bestätigung anzeigen muss (z. B. durch Auswählen einer virtuellen Taste „Bestätigen“).

**[0045]** In **Fig. 5** ist eine etwas komplexere beispielhaft physische Konfiguration **500** von Förderbändern **510-520** gezeigt. Die Motoren der Förderbänder **510-520** können z. B. in den Feldgeräten **115-122** von **Fig. 1** und/oder den Feldgeräten **140-150** von **Fig. 1** umfasst sein. Die Kennzeichen „**C-47**“, „**C-48**“, „**C-30**“ etc. sind IDs der jeweiligen Motoren der Förderbänder **510-520**. Die Motoren der Förderbänder **510-520** können mit Geräte-Objekten verknüpft sein, und die Verriegelungsbeziehungen können mit Verriegelungsobjekten auf ähnliche Weise verknüpft sein, wie oben in Zusammenhang mit **Fig. 3** diskutiert. Ebenfalls wie oben diskutiert, können für den Bediener Verriegelungsketten-Informationen angezeigt werden, entweder automatisch oder in Reaktion auf eine oder mehrere Aktionen durch den Bediener, wenn während der Laufzeit eine Verriegelung ausgelöst wurde.

**[0046]** **Fig. 6A** zeigt ein Beispiel einer Verriegelungsinformation **600**, die für einen Bediener nach Auslösen einer Verriegelung für die Verriegelungsketten dargestellt werden kann, die die Motoren der Förderbänder **510-520** umfasst, und die von der Geräte-Ansichtsanzeige für den Motor **C-19** geladen wird, der mit dem Förderband **518** verknüpft ist. Die Verriegelungsinformation **600** umfasst ein Verriegelungsketten-Diagramm **610** mit drei Abschnitten, jeder verknüpft mit einer Visualisierung für eine andere (aber verwandte) Verriegelungskette, die ausgelöst wurde. Die Verriegelungsinformation **600** umfasst auch eine Anzeige, welche Verriegelungskette (n) die Komponente(n) umfasst bzw. umfassen, die die Verriegelung ausgelöst hat bzw. haben (d.h., in diesem beispielhaften Szenario Verriegelung2, wie durch den Text „Als erstes ausgefallen: Verriegelung2“ angezeigt). Alternativ kann das Verriegelungsketten-Diagramm **610** dem Bediener auch nur ermöglichen, eine Visualisierung für die Kette anzusehen, die das Gerät oder die Komponente umfasst, von dessen Ansicht die Verriegelungsinformation **600** geladen wurde (hier: die Visualisierung **612**, gekennzeichnet mit „Verriegelung2“, die die Grafikdarstellung des Motors **C-19** umfasst). In der beispielhaften Ausführungsform von **Fig. 6A** kann der Bediener nur eine der drei Verriegelungsketten-Visualisierungen gleichzeitig betrachten (z. B. in dem dargestellten Szenario die Verriegelungsketten-Visualisierung **612**). Alle anderen Visualisierungen können kollabiert oder verborgen werden, bis der Bediener eine andere auswählt (z. B. durch Klicken auf den Abschnitt des Verriegelungsketten-Diagramms **610**, das mit dieser Kette verknüpft ist). In einigen Ausführungsformen können eine oder mehrere Regeln bestimmen, welche Visualisierung zuerst erscheint (z. B. eine Visualisierung für die Kette, die das Feldgerät umfasst, von dessen Ansichtsanzeige die Verriegelungsinformation **600** geladen wurde, und/oder eine Visualisierung der Kette, die die primäre Quelle/Ursache für die Verriegelung umfasst, etc.). In der Ausführungsform



von **Fig. 6A** kann z. B. das Verriegelungsketten-Diagramm **610** anfangs aufgrund der Inklusion des Motors C-19 in dieser Kette erscheinen. Der Bediener kann dann eine beliebige andere Ketten-Visualisierung auswählen, so dass diese Visualisierung angezeigt wird und die Visualisierung **612** verborgen oder kollabiert wird.

**[0047]** Die Ansichtsanwendung, die das Verriegelungsketten-Diagramm **610** erzeugt, kann bestimmen, wie viele Ketten-Visualisierungen zu erzeugen/darzustellen sind, basierend auf der Beziehung zwischen der Verriegelungskette eines ausgewählten verriegelten Geräts und anderer Verriegelungsketten, die eine gemeinsame Vorgänger- oder „Stamm“-Komponente haben. In der physischen Konfiguration **500** haben drei Verriegelungsketten den Motor **C-48** als Vorgängerkomponente gemeinsam (und haben daher dasselbe Stammgerät, d.h. den Motor **C-30**): eine erste Kette, umfassend die Motoren **C-47**, **C-48** und **C-30**, eine zweite Kette, umfassend die Motoren **C-22**, **C-19**, **C-48** und **C-30**, und eine dritte Kette, umfassend die Motoren **C-54**, **C-48** und **C-30**. Demzufolge umfasst das Verriegelungsketten-Diagramm **610** drei expandierbare/kollabierbare Abschnitte zur Visualisierung der drei verschiedenen, aber verwandten Verriegelungsketten.

**[0048]** Wie in **Fig. 6A** zu sehen, umfasst das Verriegelungsketten-Diagramm **610** auch in dem Abschnitt für die Verriegelungsketten-Visualisierung **612** eine virtuelle Reset-Steuerung **620** und eine Bypass-Steuerung **622**, die ähnlich wie die Steuerungen **420** bzw. **422** von **Fig. 4** sein können. In der dargestellten Ausführungsform sind gleiche Steuerungen für jede der beiden anderen Ketten umfasst. Während **Fig. 6A** eine Ausführungsform zeigt, in der der Bediener Geräte in einer Kette zurücksetzen oder überbrücken kann, ohne die betreffende Visualisierung zu expandieren, können andere Ausführungsformen solche Steuerungen verbergen, bis die entsprechende Ketten-Visualisierung sichtbar gemacht wird.

**[0049]** In dem beispielhaften Verriegelungsketten-Diagramm **610** ist jede Verriegelungsketten-Visualisierung, wenn sie angezeigt wird, in ihrer Gesamtheit gezeigt (d.h. von der ersten Vorgänger- oder „Stamm“-Komponente bis zu letzten Nachfolger-Komponente). In anderen Ausführungsformen hängt jedoch die Anzahl der Komponenten, die in einer gegebenen Ketten-Visualisierung gezeigt werden, (1) von dem Ort der Komponente ab, die die Verriegelung verursacht hat (z. B. durch eine Fehlfunktion), und/oder (2) von dem Ort der Komponente in der Kette, von deren Ansichtsanzeige die Verriegelungsinformation **600** geladen wurden. In einer solchen Ausführungsform zeigt die Verriegelungsketten-Visualisierung nur den Teil der Kette zwischen (und umfassend) der aktuell ausgewählten Komponente und der Ursache/Quelle der Verriegelung/des

Stillstands (d.h. dem Gerät oder der anderen Komponente, die ursächlich für den automatischen Stillstand der vom Nutzer ausgewählten Komponente ist).

**[0050]** Als ein Beispiel für eine solche Ausführungsform zeigt **Fig. 6B** Verriegelungsinformation **640** in einem Szenario, in dem der Motor **C-48** eine Verriegelung ausgelöst hat und wo der Nutzer und/oder die Ansichtsanwendung die Ansicht der Verriegelungsinformation **640** von der Geräte-Ansichtsanzeige für den Motor **C-19** geladen hat. Wie in **Fig. 6B** zu sehen, umfasst in einem Verriegelungsketten-Diagramm **650** die Verriegelungsketten-Visualisierung **652** für „Verriegelung2“ jetzt nur Grafikdarstellungen der Motoren **C-48** und **C-19**. Wenn stattdessen zusätzliche Geräte oder Komponenten in der Verriegelungskette zwischen den Motoren **C-48** und **C-19** umfasst wären, würde die Visualisierung **652** ferner Grafikdarstellungen solcher dazwischen angeordneten Geräte/Komponenten umfassen.

**[0051]** Weiterhin kann in alternativen Ausführungsformen ein Verriegelungsketten-Diagramm mehrere Verriegelungsketten in kombinierter Weise darstellen. Als nur ein Beispiel für eine solche Ausführungsform zeigt **Fig. 6C** die Verriegelungsinformation **660**, die ein Verriegelungsketten-Diagramm **670** umfasst, das gleichzeitig alle drei Verriegelungsketten zeigt, die der physischen Konfiguration **500** von **Fig. 5** entsprechen. Eine virtuelle Reset-Steuerung **680** und eine virtuelle Bypass-Steuerung **682** können von dem Bediener genutzt werden, um alle Geräte oder Komponenten in der Auswahl verwandter Verriegelungsketten zurückzusetzen (oder die Verriegelung dafür überbrücken) (oder es können weiterhin getrennte Steuerungen für getrennte Verriegelungsketten dargestellt werden etc.).

**[0052]** Während jedes Grafikelement in **Fig. 4** und **Fig. 6A-6C** als Rechteck dargestellt ist, das den Geräte-ID umfasst, können andere Grafikelemente oder Darstellungen verwendet werden (z. B. Kreise, nur die IDs, Förderbandmotor-Symbole etc.). Weiterhin, während **Fig. 4** und **Fig. 6A-6C** Vorgänger links und Nachfolger rechts mit einem Pfeil von Vorgänger in Richtung Nachfolgerweisend darstellen, können andere Ausführungsformen Vorgänger/Nachfolger-Beziehungen anders darstellen (z. B. Abwärtskaskade, als verschachtelte Felder etc.).

**[0053]** Weiterhin können in einer alternativen Ausführungsform Verriegelungsketten-Visualisierungen, wie die in **Fig. 4** und **Fig. 6A-6C** gezeigten, unabhängig von einer Feldgerät-Ansichtsanzeige dargestellt oder geladen werden. So kann z. B. ein neues Fenster automatisch angezeigt werden, wenn ein Verriegelungsereignis eintritt oder wenn ein Bediener ein bestimmtes Menüelement, einen Reiter oder eine andere Steuerung von einer Steuermodul-Ansichtsanzeige etc. auswählt, das Visualisierungen für die



Verriegelungsketten aller aktuell verriegelten Geräte (oder aller aktuell überbrückten Verriegelungsketten etc.) zeigt.

#### Beispielhaftes Verriegelungsketten- Visualisierungsverfahren

**[0054]** Fig. 7 zeigt ein beispielhaftes Verfahren **700** der Visualisierung einer oder mehrerer Verriegelungsketten in einem Prozesssteuersystem, das eine Vielzahl von Feldkomponenten umfasst (z. B. Förderbandmotoren, Pumpen, Ventile, Sensoren und/oder andere Geräte, Ausrüstung, Untersysteme etc.). Die Feldkomponenten können z. B. aus einer Untergruppe der Feldgeräte **115-122** und/oder **140-150** von Fig. 1 bestehen oder diese umfassen und können, aber müssen nicht alle der Feldkomponenten in dem Prozesssteuersystem umfassen. Die Feldkomponenten implementieren die jeweiligen Funktionen (z. B. physische Funktionen, das Bewegen von Materialien, Öffnen oder Schließen eines Ventils, Pumpen von Flüssigkeiten, Messen physikalischer Eigenschaften oder Parameter etc.) gemäß einem oder mehreren Prozesssteuermodulen (z. B. Prozesssteuerroutine **138** von Fig. 1). Das Verfahren **700** kann teilweise oder vollständig von einer oder mehreren der Bediener-Workstations **171**, einem oder mehreren der Nutzerschnittstellen-Geräte **175** von Fig. 1 und/oder einem oder mehreren anderen Geräten oder Systemen in dem Prozesssteuersystem **100** von Fig. 1 ausgeführt werden, das eine Ansichtsanwendung ausführt, die z. B. in einem oder mehreren Speichern gespeichert ist.

**[0055]** In Block **702** von Verfahren **700** wird ein Verriegelungsereignis detektiert, das einen Stillstand von mindestens einer ersten Feldkomponente der Feldkomponenten verursacht hat (oder dabei ist, diesen zu verursachen). Die erste Feldkomponente kann, aber muss nicht die Quelle des Verriegelungsereignisses sein (d.h., kann, aber muss nicht die Komponente sein, die die Verriegelung verursacht hat, indem sie nicht mehr ordnungsgemäß arbeitete). Als ein Beispiel kann Block **702** durch Empfangen, durch den Prozesscontroller **111** von Fig. 1 und über das Backbone **110**, von Daten, die anzeigen, dass eine bestimmte Verriegelungskette gestoppt oder stromlos gemacht wurde. Der Prozesscontroller **111** kann die Verriegelung/den Stillstand der Kette ausgelöst haben in Reaktion auf das Empfangen von einer aus der Vielzahl von Feldkomponenten (oder einem Sensor, der den Betrieb dieser Komponente überwacht, etc.), eines Fehler- oder Ausfallcodes (oder anderer Daten, die auf ein Problem hinweisen), anzeigend, dass die Komponente den Betrieb eingestellt hat (oder nicht mehr innerhalb der Fehlertoleranzen arbeitet etc.).

**[0056]** In Block **704** werden vorkonfigurierte Verriegelungslogikdaten erhalten, die mit der Vielzahl von

Feldkomponenten verknüpft sind. Block **704** kann vor und/oder nach Block **702** auftreten. Die Verriegelungslogik-Daten, die manuell von einem oder mehreren Systementwicklern konfiguriert worden sein können, spezifizieren Bedingungen, die eine Verriegelung für jede aus der Vielzahl von Feldkomponenten auslösen. In einigen Ausführungsformen, in denen Systementwickler objektorientierte Programmierung zum Konfigurieren eines Teils oder des gesamten Prozesssteuersystems verwendet haben, umfassen die Verriegelungslogik-Daten Daten, die Verriegelungskonfigurationsobjekte definieren, die einem bestimmten objektorientierten Programmierungsprotokoll entsprechen. In einer solchen Ausführungsform kann jedes der Verriegelungskonfigurationsobjekte (z. B. Objektinstanzen) eine Verriegelungsbeziehung zwischen einem entsprechenden Paar von Feldkomponenten unter der Vielzahl von Feldkomponenten darstellen. So kann z. B. das Verriegelungskonfigurationsobjekt **200** von Fig. 2 oder ein ähnliches Objekt verwendet werden.

**[0057]** In Block **706** wird mindestens eine erste Verriegelungsketten-Visualisierung automatisch durch Analysieren der Verriegelungslogik-Daten erzeugt, die in Block **704** erhalten wurden. Wie Block **704** kann Block **706** vor und/oder nach Block **702** auftreten. Block **706** kann das automatische Erzeugen von Daten an der grafischen Nutzerschnittstelle umfassen, die erforderlich sind, um eine Ansicht auszuführen, die mindestens die erste Verriegelungsketten-Visualisierung umfasst, so dass die Ansicht für einen Nutzer dargestellt werden kann. Die erste Verriegelungsketten-Visualisierung zeigt grafisch Verriegelungsabhängigkeiten in mindestens einer Teilmenge der Vielzahl von Feldkomponenten an, umfassend die erste Feldkomponente und mindestens eine weitere Feldkomponente aus der Vielzahl von Feldkomponenten. Die Feldkomponenten können von jeweiligen Grafikelementen dargestellt werden, wie Rechtecken, Kreisen, Symbolen etc. Wenn die in Block **704** erhaltenen Verriegelungslogik-Daten Verriegelungskonfigurationsobjekte (z. B. Objektinstanzen) umfassen, kann Block **706** automatisch das Erzeugen der ersten Verriegelungsketten-Visualisierung basierend mindestens teilweise auf diesen Verriegelungskonfigurationsobjekten umfassen (z. B. durch Analysieren der Vorgänger- und Nachfolger-Eigenschaften jedes Objekts unter Verwendung der Geräte-Identifikatoren von Vorgänger- und/oder Nachfolger-Geräten, um andere Verriegelungskonfigurationsobjekte zu identifizieren, die mit diesen Vorgänger/Nachfolger-Geräten verknüpft sind, etc., wie oben diskutiert).

**[0058]** In Block **708** wird bewirkt, dass mindestens die erste Verriegelungsketten-Visualisierung für einen Nutzer (z. B. einen humanen Bediener) über eine Nutzerschnittstelle einer Rechnervorrichtung dargestellt wird. So können z. B. die in Block **708** erzeugten Ansichtsdaten von einer Rechnervorrichtung ver-



wendet werden, die das Verfahren **750** (z. B. eines der Bediener-Workstations **171** oder Nutzerschnittstellen **175** von **Fig. 1**) implementiert, um die erste Verriegelungsketten-Visualisierung für den Nutzer darzustellen, oder alternativ können die Ansichtsdaten durch eine solche Rechnervorrichtung an eine andere Rechnervorrichtung oder an ein Terminal übertragen werden, die bzw. das die erste Verriegelungsketten-Visualisierung für den Nutzer darstellt.

**[0059]** In einigen Ausführungsformen umfasst das Verfahren **700** zusätzliche Blöcke, die nicht in **Fig. 7** gezeigt sind. So kann das Verfahren **700** z. B. einen zusätzlichen Block umfassen, in dem eine Geräte-Ansichtsanzeige für die erste Feldkomponente für den Nutzer dargestellt wird (z. B. vor oder gleichzeitig mit der Ansicht der ersten Verriegelungsketten-Visualisierung). Ein solcher Block kann das Bewirken umfassen, dass Informationen, die mit der ersten Feldkomponente verknüpft sind (z. B. einem Zustand der ersten Feldkomponente und/oder einer Messung, die von der ersten Feldkomponente erhalten wurde), für den Nutzer über die Nutzerschnittstelle dargestellt werden. Weiterhin kann sich in einer solchen Ausführungsform die erste Verriegelungsketten-Visualisierung, die in Block **706** erzeugt wurde, nur von einer Grafikdarstellung der ersten Feldkomponente bis zu einer Grafikdarstellung der Feldkomponente erstrecken, die das Verriegelungsereignis ausgelöst hat. Alternativ kann sich die erste Verriegelungsketten-Visualisierung mindestens von einer Grafikdarstellung einer Stamm-Feldkomponente der ersten Verriegelungskette bis zu einer Grafikdarstellung der ersten Feldkomponente erstrecken und (möglicherweise) bis hin zur Gesamtheit der Verriegelungskette, die beide dieser Komponenten umfasst.

**[0060]** Das Verfahren **700** kann auch einen Block umfassen (ebenfalls nicht in **Fig. 7** gezeigt), ähnlich Block **706**, in dem eine zweite, andere Verriegelungsketten-Visualisierung automatisch erzeugt wird, wobei die zweite Ketten-Visualisierung mit der ersten verwandt ist. So kann sich z. B. die erste Verriegelungsketten-Visualisierung mindestens von einer Grafikdarstellung einer Feldkomponente, die erste Verriegelungskette und zweite Verriegelungskette gemeinsam haben, bis zu der Grafikdarstellung der ersten Feldkomponente erstrecken, und die zweite Verriegelungsketten-Visualisierung kann sich von der Grafikdarstellung der gemeinsamen Feldkomponente (oder einer anderen Grafikdarstellung der gemeinsamen Feldkomponente) bis zu einer Grafikdarstellung der zweiten Feldkomponente erstrecken. In einer solchen Ausführungsform kann Block **708** ferner bewirken, dass die zweite Verriegelungsketten-Visualisierung für den Nutzer über die Nutzerschnittstelle dargestellt wird (z. B. gleichzeitig mit der ersten Verriegelungsketten-Visualisierung oder zu einem späteren Zeitpunkt in Reaktion darauf, dass der

Nutzer die zweite Verriegelungsketten-Visualisierung auswählt).

**[0061]** Das Verfahren **700** kann auch oder stattdessen einen ersten zusätzlichen Block umfassen, in dem bewirkt wird, dass dem Nutzer über die Nutzerschnittstelle (z. B. gleichzeitig mit der ersten Verriegelungsketten-Visualisierung) eine einzige Reset-Steuerung dargestellt wird, einen zweiten zusätzlichen Block, in der eine Nutzer-Aktivierung der Reset-Steuerung detektiert wird, und einen dritten Block, in dem in Reaktion auf das Detektieren der Nutzer-Aktivierung der Reset-Steuerung ein Reset mindestens einer ersten Teilmenge der Vielzahl von Feldkomponenten bewirkt wird (z. B. ein Reset aller Feldkomponenten, die in der ersten Verriegelungsketten-Visualisierung dargestellt sind, und möglicherweise auch beliebiger Komponenten, die in der Verriegelungskette umfasst aber nicht gezeigt sind). So kann z. B. eine Rechnervorrichtung, die das Verfahren **700** implementiert, eine Anforderung oder einen Befehl an den Prozesscontroller **111** von **Fig. 1** senden, die entsprechenden Feldkomponenten zurückzusetzen.

**[0062]** Weiterhin kann das Verfahren **700** auch oder stattdessen zusätzliche Blöcke umfassen, die im Zusammenhang mit einer anschließenden Visualisierung nach Neukonfiguration (z. B. durch einen Systementwickler) der Verriegelungslogik stehen. So kann z. B. in einem ersten zusätzlichen Block (ähnlich Block **702**), der nach den in **Fig. 7** zu sehenden Blöcken auftritt, ein anschließendes Verriegelungsereignis detektiert werden, das einen Stillstand mindestens einer zweiten Feldkomponente der Vielzahl von Feldkomponenten verursacht hat (oder dabei ist, diesen zu verursachen). In einem zweiten zusätzlichen Block (ähnlich Block **704**) können aktualisierte Verriegelungslogik-Daten erhalten werden, die mit der Vielzahl von Feldkomponenten verknüpft sind, wobei die aktualisierten Verriegelungslogik-Daten neue Bedingungen spezifizieren, die eine Verriegelung für jede der mindestens einigen aus der Vielzahl von Feldkomponenten auslösen. In einem dritten zusätzlichen Block (ähnlich Block **706**) wird durch Analysieren der aktualisierten Verriegelungslogik-Daten automatisch mindestens eine zweite Verriegelungsketten-Visualisierung erzeugt. Ähnlich der ersten Verriegelungsketten-Visualisierung kann die zweite Verriegelungsketten-Visualisierung grafisch Verriegelungsabhängigkeiten unter mindestens einer zweiten Teilmenge aus der Vielzahl von Feldkomponenten anzeigen. Die zweite Teilmenge kann die zweite Feldkomponente und mindestens eine andere Feldkomponente aus der Vielzahl von Feldkomponenten umfassen. In einem vierten zusätzlichen Block (ähnlich Block **708**) wird bewirkt, dass mindestens die zweite Verriegelungsketten-Visualisierung für den Nutzer (oder einen anderen Nutzer) über die Nutzerschnittstelle dargestellt wird.



## Erscheinungsformen der Erfindung

**[0063]** Ausführungsformen der in der vorliegenden Offenbarung beschriebenen Techniken können eine beliebige Anzahl der folgenden Erscheinungsformen entweder alleine oder in Kombination umfassen:

**[0064]** Erscheinungsform **1**. Verfahren zur Visualisierung einer oder mehrerer Verriegelungsketten in einem Prozesssteuersystem, wobei eine Vielzahl von Feldkomponenten in dem Prozesssteuersystem eine Vielzahl entsprechender Funktionen gemäß eines oder mehrerer Prozesssteuermodule implementieren, und wobei das Verfahren Folgendes umfasst: **(1)** Detektieren, durch eine oder mehrere Rechnervorrichtungen, eines Verriegelungsereignisses, das einen Stillstand mindestens einer ersten Feldkomponente aus der Vielzahl von Feldkomponenten verursacht; **(2)** Erhalten, durch die eine oder die mehreren Rechnervorrichtungen, vorkonfigurierter Verriegelungslogik-Daten, die mit der Vielzahl von Feldkomponenten verknüpft sind, wobei die vorkonfigurierten Verriegelungslogik-Daten Bedingungen spezifizieren, die eine Verriegelung für jede aus der Vielzahl von Feldkomponenten auslösen; **(3)** automatisches Erzeugen, durch die eine oder die mehreren Rechnervorrichtungen, die die vorkonfigurierten Verriegelungslogik-Daten analysieren, mindestens einer ersten Verriegelungsketten-Visualisierung, wobei die erste Verriegelungsketten-Visualisierung grafisch Verriegelungsabhängigkeiten unter mindestens einer ersten Teilmenge aus der Vielzahl von Feldkomponenten anzeigt, und wobei die erste Teilmenge Folgendes umfasst (i) die erste Feldkomponente und (ii) mindestens eine andere Feldkomponente aus der Vielzahl von Feldkomponenten; und **(4)** Bewirken, durch die eine oder die mehreren Rechnervorrichtungen, dass mindestens die erste Verriegelungsketten-Visualisierung für einen Nutzer über eine Nutzerschnittstelle dargestellt wird.

**[0065]** Erscheinungsform **2**. Verfahren nach Erscheinungsform **1**, wobei **(1)** die vorkonfigurierten Verriegelungslogik-Daten Daten umfassen, die eine Vielzahl von Verriegelungskonfigurationsobjekten definieren, die ein objektorientiertes Programmierprotokoll erfüllen; **(2)** jedes aus der Vielzahl von Verriegelungskonfigurationsobjekten eine Verriegelungsbeziehung zwischen einem entsprechenden Paar Feldkomponenten unter der Vielzahl von Feldkomponenten darstellt; und **(3)** das automatische Erzeugen mindestens der ersten Verriegelungsketten-Visualisierung das automatische Erzeugen der ersten Verriegelungsketten-Visualisierung basierend mindestens teilweise auf der Vielzahl von Verriegelungskonfigurationsobjekten umfasst.

**[0066]** Erscheinungsform **3**. Verfahren nach einer der Erscheinungsformen **1** bis **2**, ferner umfassend das Bewirken, durch die eine oder die mehreren

Rechnervorrichtungen, dass Informationen, die mit der ersten Feldkomponente verknüpft sind, für den Nutzer über die Nutzerschnittstelle dargestellt werden, wobei die Informationen, die mit der ersten Feldkomponente verknüpft sind, (i) einen Zustand der ersten Feldkomponente und/oder (ii) eine Messung, erhalten durch die erste Feldkomponente, umfasst.

**[0067]** Erscheinungsform **4**. Verfahren nach einer der Erscheinungsformen **1** bis **3**, wobei das automatische Erzeugen mindestens einer ersten Verriegelungsketten-Visualisierung das automatische Erzeugen einer ersten Verriegelungsketten-Visualisierung umfasst, die sich nur von einer Grafikdarstellung der ersten Feldkomponente bis zu einer Grafikdarstellung einer anderen Feldkomponente erstreckt, die das Verriegelungsereignis ausgelöst hat.

**[0068]** Erscheinungsform **5**. Verfahren nach einer der Erscheinungsformen **1** bis **3**, wobei das automatische Erzeugen mindestens einer ersten Verriegelungsketten-Visualisierung das automatische Erzeugen einer ersten Verriegelungsketten-Visualisierung umfasst, die sich mindestens von einer Grafikdarstellung einer ersten Stamm-Feldkomponente der ersten Verriegelungskette bis zu einer Grafikdarstellung der ersten Feldkomponente erstreckt.

**[0069]** Erscheinungsform **6**. Verfahren nach einer der Erscheinungsformen **1** bis **3**, umfassend: **(1)** automatisches Erzeugen, durch die eine oder die mehreren Rechnervorrichtungen, einer ersten Verriegelungsketten-Visualisierung, die sich von (i) einer Grafikdarstellung einer Feldkomponente, die die erste Verriegelungskette und die zweite Verriegelungskette gemeinsam haben, bis zu (ii) der Grafikdarstellung der ersten Feldkomponente erstreckt; **(2)** automatisches Erzeugen, durch die eine oder die mehreren Rechnervorrichtungen, einer zweiten Verriegelungsketten-Visualisierung, die sich mindestens von (i) entweder der Grafikdarstellung der gemeinsamen Feldkomponente oder einer anderen Grafikdarstellung der gemeinsamen Feldkomponente bis zu (ii) einer Grafikdarstellung einer zweiten Feldkomponente aus der Vielzahl von Feldkomponenten erstreckt; und **(3)** Bewirken, durch die eine oder die mehreren Rechnervorrichtungen, dass mindestens die erste Verriegelungsketten-Visualisierung und die zweite Verriegelungsketten-Visualisierung für den Nutzer über die Nutzerschnittstelle dargestellt werden, wobei die Grafikdarstellung der zweiten Feldkomponente in der ersten Verriegelungsketten-Visualisierung nicht umfasst ist und die Grafikdarstellung der ersten Feldkomponente in der zweiten Verriegelungsketten-Visualisierung nicht umfasst ist.

**[0070]** Erscheinungsform **7**. Verfahren nach Erscheinungsform **6**, wobei das Bewirken, das mindestens die erste Verriegelungsketten-Visualisierung und die zweite Verriegelungsketten-Visualisierung für



den Nutzer über die Nutzerschnittstelle dargestellt wird, Folgendes umfasst: (1) Bewirken, dass die erste Verriegelungsketten-Visualisierung für den Nutzer über die Nutzerschnittstelle dargestellt wird; und (2) Bewirken, dass die zweite Verriegelungsketten-Visualisierung für den Nutzer über die Nutzerschnittstelle dargestellt wird und die erste Verriegelungsketten-Visualisierung auf der Nutzerschnittstelle in Reaktion darauf verborgen wird, dass der Nutzer die zweite Verriegelungsketten-Visualisierung auswählt.

**[0071]** Erscheinungsform 8. Verfahren nach einer der Erscheinungsformen 1 bis 7, das ferner Folgendes umfasst: (1) Bewirken, durch die eine oder die mehreren Rechnervorrichtungen, dass eine einzige Reset-Steuerung für den Nutzer über die Nutzerschnittstelle gleichzeitig mit der ersten Verriegelungsketten-Visualisierung dargestellt wird; (2) Detektieren, durch die eine oder die mehreren Rechnervorrichtungen, einer Nutzer-Aktivierung der einzigen Reset-Steuerung; und (3) in Reaktion auf das Detektieren der Nutzer-Aktivierung der einzigen Reset-Steuerung Bewirken, durch die eine oder die mehreren Rechnervorrichtungen, eines Reset mindestens der ersten Teilmenge aus der Vielzahl von Feldkomponenten.

**[0072]** Erscheinungsform 9. Verfahren nach einer der Erscheinungsformen 1 bis 8, das ferner Folgendes umfasst: (1) Detektieren, durch die eine oder die mehreren Rechnervorrichtungen, eines anschließenden Verriegelungsereignisses, das einen Stillstand mindestens einer zweiten Feldkomponente aus der Vielzahl von Feldkomponenten verursacht; (2) Erhalten, durch die eine oder die mehreren Rechnervorrichtungen, aktualisierter Verriegelungslogik-Daten, die mit der Vielzahl von Feldkomponenten verknüpft sind, wobei die aktualisierten Verriegelungslogik-Daten neue Bedingungen spezifizieren, die eine Verriegelung für jede von mindestens einigen aus der Vielzahl von Feldkomponenten auslösen; (3) automatisches Erzeugen, durch das eine oder die mehreren Rechnervorrichtungen, die die aktualisierten Verriegelungslogik-Daten analysieren, mindestens einer zweiten Verriegelungsketten-Visualisierung, wobei die zweite Verriegelungsketten-Visualisierung grafisch Verriegelungsabhängigkeiten unter mindestens einer zweiten Teilmenge aus der Vielzahl von Feldkomponenten anzeigt und wobei die zweite Teilmenge (i) die zweite Feldkomponente und (ii) mindestens eine andere Feldkomponente aus der Vielzahl von Feldkomponenten umfasst; und (4) Bewirken, durch die eine oder die mehreren Rechnervorrichtungen, dass mindestens die zweite Verriegelungsketten-Visualisierung über die Nutzerschnittstelle dargestellt wird.

**[0073]** Erscheinungsform 10. System zur Visualisierung einer oder mehrerer Verriegelungsketten in einem Prozesssteuersystem, wobei eine Vielzahl von

Feldkomponenten in dem Prozesssteuersystem eine Vielzahl entsprechender Funktionen gemäß eines oder mehrerer Prozesssteuermodule implementieren, und wobei das System eine Konfigurationsdatenbank, eine oder mehrere Rechnervorrichtungen und einen oder mehrere Speicher, die Anweisungen speichern, umfasst, die bei Ausführung durch einen oder mehrere Prozessoren der einen oder der mehreren Rechnervorrichtungen bewirken, dass die eine oder mehrere Rechnervorrichtungen: (1) ein Verriegelungsereignis detektieren, dass einen Stillstand mindestens einer ersten Feldkomponente aus der Vielzahl von Feldkomponenten verursacht; (2) von der Konfigurationsdatenbank vorkonfigurierte Verriegelungslogik-Daten erhalten, die mit der Vielzahl von Feldkomponenten verknüpft sind, wobei die vorkonfigurierten Verriegelungslogik-Daten Bedingungen spezifizieren, die eine Verriegelung für jedes aus der Vielzahl von Feldkomponenten auslösen; (3) durch Analysieren der vorkonfigurierten Verriegelungslogik-Daten automatisch mindestens eine erste Verriegelungsketten-Visualisierung erzeugen, wobei die erste Verriegelungsketten-Visualisierung grafisch Verriegelungsabhängigkeiten unter mindestens einer ersten Teilmenge aus der Vielzahl von Feldkomponenten anzeigt, und wobei die erste Teilmenge (i) die erste Feldkomponente und (ii) mindestens eine andere Feldkomponente aus der Vielzahl von Feldkomponenten umfasst; und (4) bewirkt, dass mindestens die erste Verriegelungsketten-Visualisierung für einen Nutzer über eine Nutzerschnittstelle dargestellt wird.

**[0074]** Erscheinungsform 11. System nach Erscheinungsform 11, wobei (1) die vorkonfigurierten Verriegelungslogik-Daten Daten umfassen, die eine Vielzahl von Verriegelungskonfigurationsobjekten definieren, die ein objektorientiertes Programmierprotokoll erfüllen; (2) jedes aus der Vielzahl von Verriegelungskonfigurationsobjekten eine Verriegelungsbeziehung zwischen einem entsprechenden Paar Feldkomponenten unter der Vielzahl von Feldkomponenten darstellt; und (3) die Anweisungen bewirken, dass die eine oder mehrere Rechnervorrichtungen automatisch mindestens die erste Verriegelungsketten-Visualisierung basierend mindestens teilweise auf der Vielzahl von Verriegelungskonfigurationsobjekten erzeugen.

**[0075]** Erscheinungsform 12. System nach einer der Erscheinungsformen 10 bis 11, wobei die Anweisungen ferner bewirken, dass die eine oder die mehreren Rechnervorrichtungen bewirken, dass Informationen, die mit der ersten Feldkomponente verknüpft sind, für den Nutzer über die Nutzerschnittstelle dargestellt werden, wobei die Informationen, die mit der ersten Feldkomponente verknüpft sind, (i) einen Zustand der ersten Feldkomponente und/oder (ii) eine Messung, die von der ersten Feldkomponente erhalten wurde, umfassen.



**[0076]** Erscheinungsform **13**. System nach einer der Erscheinungsformen **10** bis **12**, wobei sich die erste Verriegelungsketten-Visualisierung nur von einer Grafikdarstellung der ersten Feldkomponente bis zu einer Grafikdarstellung einer anderen Feldkomponente erstreckt, die das Verriegelungsereignis ausgelöst hat.

**[0077]** Erscheinungsform **14**. System nach einer der Erscheinungsformen **10** bis **12**, wobei sich die erste Verriegelungsketten-Visualisierung mindestens von einer Grafikdarstellung einer Stamm-Feldkomponente der ersten Verriegelungskette bis zu einer Grafikdarstellung der ersten Feldkomponente erstreckt.

**[0078]** Erscheinungsform **15**. System nach einer der Erscheinungsformen **10** bis **12**, wobei die Anweisungen bewirken, dass die eine oder die mehreren Rechnervorrichtungen: (1) automatisch eine erste Verriegelungsketten-Visualisierung erzeugen, die sich mindestens von (i) einer Grafikdarstellung einer Feldkomponente, die die erste Verriegelungskette und eine zweite Verriegelungskette gemeinsam haben, bis zu (ii) der Grafikdarstellung der ersten Feldkomponente erstreckt; (2) automatisch eine zweite Verriegelungsketten-Visualisierung erzeugen, die sich mindestens von (i) entweder der Grafikdarstellung der gemeinsamen Feldkomponente oder einer anderen Grafikdarstellung der gemeinsamen Feldkomponente bis zu (ii) einer Grafikdarstellung einer zweiten Feldkomponente aus der Vielzahl von Feldkomponenten erstreckt; und (3) bewirken, dass mindestens die erste Verriegelungsketten-Visualisierung und die zweite Verriegelungsketten-Visualisierung für den Nutzer über die Nutzerschnittstelle dargestellt werden, wobei die Grafikdarstellung der zweiten Feldkomponente in der ersten Verriegelungsketten-Visualisierung nicht umfasst ist, und wobei die Grafikdarstellung der ersten Feldkomponente in der zweiten Verriegelungsketten-Visualisierung nicht umfasst ist.

**[0079]** Erscheinungsform **16**. System nach einer der Erscheinungsformen **10** bis **15**, wobei die Anweisungen ferner bewirken, dass die eine oder die mehreren Rechnervorrichtungen: (1) bewirken, dass gleichzeitig mit der ersten Verriegelungsketten-Visualisierung eine einzige Reset-Steuerung für den Nutzer über die Nutzerschnittstelle dargestellt wird; (2) eine Nutzer-Aktivierung der einzigen Reset-Steuerung detektieren; und (3) in Reaktion auf das Detektieren der Nutzer-Aktivierung der einzigen Reset-Steuerung einen Reset mindestens der ersten Teilmenge aus der Vielzahl von Feldkomponenten bewirken.

**[0080]** Erscheinungsform **17**. Nicht-flüchtiges, computerlesbares Medium, das Anweisungen speichert, die bei Ausführung auf einem oder mehreren Rechnervorrichtungen bewirken, dass die eine oder die mehreren Rechnervorrichtungen: (1) ein Verriegelungsereignis detektieren, das einen Stillstand mindestens einer ersten Feldkomponente aus einer Vielzahl von Feldkomponenten in einem Prozesssteuersystem verursacht, wobei die Vielzahl von Feldkomponenten eine Vielzahl entsprechender physischer Funktionen gemäß eines oder mehrerer Prozesssteuermodule implementieren; (2) vorkonfigurierte Verriegelungslogik-Daten erhalten, die mit der Vielzahl von Feldkomponenten verknüpft sind, wobei die vorkonfigurierten Verriegelungslogik-Daten Bedingungen spezifizieren, die eine Verriegelung für jede aus der Vielzahl von Feldkomponenten auslösen; (3) durch Analysieren der vorkonfigurierten Verriegelungslogik-Daten automatisch mindestens eine erste Verriegelungsketten-Visualisierung erzeugen, wobei die erste Verriegelungsketten-Visualisierung grafisch Verriegelungsabhängigkeiten unter mindestens einer ersten Teilmenge aus der Vielzahl von Feldkomponenten anzeigt, und wobei die erste Teilmenge (i) die erste Feldkomponente und (ii) mindestens eine andere Feldkomponente aus der Vielzahl von Feldkomponenten umfasst; und (4) bewirken, dass mindestens die erste Verriegelungsketten-Visualisierung für einen Nutzer über eine Nutzerschnittstelle dargestellt wird.

**[0081]** Erscheinungsform **18**. Nicht-flüchtiges, computerlesbares Medium nach Erscheinungsform **17**, wobei: (1) die vorkonfigurierten Verriegelungslogik-Daten Daten umfassen, die eine Vielzahl von Verriegelungskonfigurationsobjekten definieren, die ein objektorientiertes Programmierprotokoll erfüllen; (2) jedes aus der Vielzahl von Verriegelungskonfigurationsobjekten eine Verriegelungsbeziehung zwischen einem entsprechenden Paar Feldkomponenten unter der Vielzahl von Feldkomponenten darstellt; und (3) die Anweisungen bewirken, dass die eine oder die mehreren Rechnervorrichtungen basierend mindestens teilweise auf der Vielzahl von Verriegelungskonfigurationsobjekten automatisch mindestens die erste Verriegelungsketten-Visualisierung erzeugen.

**[0082]** Erscheinungsform **19**. Nicht-flüchtiges, computerlesbares Medium nach einer der Erscheinungsformen **17** bis **18**, wobei sich die erste Verriegelungsketten-Visualisierung nur von einer Grafikdarstellung der ersten Feldkomponente bis zu einer Grafikdarstellung einer anderen Feldkomponente erstreckt, die das Verriegelungsereignis ausgelöst hat.

**[0083]** Erscheinungsform **20**. Nicht-flüchtiges, computerlesbares Medium nach einer der Erscheinungsformen **17** bis **19**, wobei die Anweisungen ferner bewirken, dass die eine oder die mehreren Rechnervorrichtungen: (1) bewirken, dass gleichzeitig mit der ersten Verriegelungsketten-Visualisierung eine einzige Reset-Steuerung für den Nutzer über die Nutzerschnittstelle dargestellt wird; (2) eine Nutzer-Aktivierung der einzigen Reset-Steuerung erfassen; und (3) in Reaktion auf das Erfassen der Nutzer-Aktivierung



der einzigen Reset-Steuerung einen Reset mindestens der ersten Teilmenge aus der Vielzahl von Feldkomponenten bewirken.

**[0084]** Wenn in Software implementiert, kann jede beliebige der hier beschriebenen Anwendungen und Funktionen als Anweisungen in jedem beliebigen dinglichen, nichtflüchtigen computerlesbaren Speicher gespeichert werden, wie auf einer magnetischen Scheibe, einer Laser-Scheibe, einem Solid-State-Speichergerät, einem Molecular-Memory-Speichergerät oder einem anderen Speichermedium, auf einem RAM oder ROM eines Computers oder Prozessors etc. Obwohl die hier offenbarten beispielhaften Systeme als, unter anderen Komponenten, Software und/oder Firmware, ausgeführt in Hardware, umfassend offenbart sind, ist anzumerken, dass solche Systeme eher veranschaulichend sind und nicht als beschränkend zu verstehen sind. Es wird z. B. erwogen, dass eine beliebige oder jeder dieser Hardware-, Software- und Firmware-Komponenten ausschließlich in Hardware, ausschließlich in Software oder in einer beliebigen Kombination aus Hardware und Software ausgeführt werden. Demzufolge erkennt der Fachmann leicht, dass, obwohl die hier beschriebenen beispielhaften Systeme als in Software implementiert und ausgeführt auf einem Prozessor einer oder mehrerer Rechnervorrichtungen beschrieben sind, die bereitgestellten Beispiele nicht der einzige Weg sind, solche Systeme zu implementieren.

**[0085]** Obwohl also die vorliegende Erfindung in Bezug auf bestimmte Beispiele beschrieben wurde, die sich nur als veranschaulichend und nicht die Erfindung beschränkend verstehen, ist es für den Fachmann offensichtlich, dass Änderungen, Ergänzungen oder Weglassungen an den offenbarten Ausführungsformen möglich sind, ohne von Geist und Umfang der Erfindung abzuweichen.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Visualisierung einer oder mehrerer Verriegelungsketten in einem Prozesssteuersystem, wobei eine Vielzahl von Feldkomponenten in dem Prozesssteuersystem eine Vielzahl entsprechender Funktionen gemäß eines oder mehrerer Prozesssteuermodule implementieren, und wobei das Verfahren Folgendes umfasst:

Erfassen eines Verriegelungsereignisses durch eine oder mehrere Rechnervorrichtungen, das einen Stillstand mindestens einer ersten Feldkomponente aus der Vielzahl von Feldkomponenten verursacht;

Erhalten von vorkonfigurierten Verriegelungslogikdaten, die der Vielzahl von Feldkomponenten zugeordnet sind, durch die eine oder mehrere Rechnervorrichtungen, wobei die vorkonfigurierten Verriegelungslogikdaten Bedingungen spezifizieren, die eine Verriegelung für jede der Vielzahl von Feldkomponenten auslösen;

automatisches Erzeugen mindestens einer ersten Verriegelungsketten-Visualisierung durch die eine oder mehrere Rechnervorrichtungen, die die vorkonfigurierten Verriegelungslogikdaten analysieren, wobei die erste Verriegelungsketten-Visualisierung grafisch Verriegelungsabhängigkeiten unter mindestens einer ersten Teilmenge aus der Vielzahl von Feldkomponenten anzeigt, und wobei die erste Teilmenge Folgendes (i) die erste Feldkomponente und (ii) mindestens eine andere Feldkomponente aus der Vielzahl von Feldkomponenten umfasst; und Bewirken, dass mindestens die erste Verriegelungsketten-Visualisierung für einen Nutzer über eine Nutzerschnittstelle durch die eine oder mehrere Rechnervorrichtungen dargestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei: die vorkonfigurierten Verriegelungslogikdaten Daten umfassen, die eine Vielzahl von Verriegelungskonfigurationsobjekten definieren, die einem objektorientierten Programmierprotokoll entsprechen; jedes aus der Vielzahl von Verriegelungskonfigurationsobjekten eine Verriegelungsbeziehung zwischen einem entsprechenden Paar Feldkomponenten unter der Vielzahl von Feldkomponenten darstellt; und das automatische Erzeugen mindestens der ersten Verriegelungsketten-Visualisierung das automatische Erzeugen der ersten Verriegelungsketten-Visualisierung basierend mindestens teilweise auf der Vielzahl von Verriegelungskonfigurationsobjekten umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, insbesondere nach Anspruch 1, ferner umfassend:

Bewirken durch die eine oder mehrere Rechnervorrichtungen, dass Informationen, die mit der ersten Feldkomponente verknüpft sind, für den Nutzer über die Nutzerschnittstelle dargestellt werden, wobei die Informationen, die mit der ersten Feldkomponente verknüpft sind, (i) einen Zustand der ersten Feldkomponente und/oder (ii) eine Messung, erhalten durch die erste Feldkomponente, umfassen, und/oder wobei das automatische Erzeugen mindestens einer ersten Verriegelungsketten-Visualisierung Folgendes umfasst:

automatisches Erzeugen einer ersten Verriegelungsketten-Visualisierung, die sich nur von einer Grafikdarstellung der ersten Feldkomponente bis zu einer Grafikdarstellung einer anderen Feldkomponente erstreckt, die das Verriegelungsereignis ausgelöst hat, und/oder

wobei das automatische Erzeugen mindestens einer ersten Verriegelungsketten-Visualisierung Folgendes umfasst:

automatisches Erzeugen einer ersten Verriegelungsketten-Visualisierung, die sich mindestens von einer Grafikdarstellung einer ersten Stamm-Feldkomponente der ersten Verriegelungskette bis zu einer Grafikdarstellung der ersten Feldkomponente erstreckt, und/oder



umfassend:

automatisches Erzeugen durch die eine oder mehrere Rechnervorrichtungen einer ersten Verriegelungsketten-Visualisierung, die sich mindestens von (i) einer Grafikdarstellung einer Feldkomponente, die die erste Verriegelungskette und die zweite Verriegelungskette gemeinsam haben, bis zu (ii) der Grafikdarstellung der ersten Feldkomponente erstreckt;

automatisches Erzeugen durch die eine oder mehrere Rechnervorrichtungen, einer zweiten Verriegelungsketten-Visualisierung, die sich mindestens von (i) entweder der Grafikdarstellung der gemeinsamen Feldkomponente oder einer anderen Grafikdarstellung der gemeinsamen Feldkomponente bis zu (ii) einer Grafikdarstellung einer zweiten Feldkomponente aus der Vielzahl von Feldkomponenten erstreckt; und Bewirken durch die eine oder mehrere Rechnervorrichtungen, dass mindestens die erste Verriegelungsketten-Visualisierung und die zweite Verriegelungsketten-Visualisierung für den Nutzer über die Nutzerschnittstelle dargestellt werden,

wobei die Grafikdarstellung der zweiten Feldkomponente in der ersten Verriegelungsketten-Visualisierung nicht umfasst ist und die Grafikdarstellung der ersten Feldkomponente in der zweiten Verriegelungsketten-Visualisierung nicht umfasst ist, und/oder

wobei das Bewirken, dass mindestens die erste Verriegelungsketten-Visualisierung und die zweite Verriegelungsketten-Visualisierung für den Nutzer über die Nutzerschnittstelle dargestellt wird, Folgendes umfasst:

Bewirken, dass die erste Verriegelungsketten-Visualisierung für den Nutzer über die Nutzerschnittstelle dargestellt wird; und

Bewirken, dass die zweite Verriegelungsketten-Visualisierung für den Nutzer über die Nutzerschnittstelle dargestellt wird und die erste Verriegelungsketten-Visualisierung auf der Nutzerschnittstelle in Reaktion darauf verborgen wird, wenn der Nutzer die zweite Verriegelungsketten-Visualisierung auswählt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, insbesondere nach Anspruch 1, das ferner Folgendes umfasst:

Bewirken durch die eine oder die mehreren Rechnervorrichtungen, dass eine einzige Reset-Steuerung für den Nutzer über die Nutzerschnittstelle gleichzeitig mit der ersten Verriegelungsketten-Visualisierung dargestellt wird;

Detektieren, durch die eine oder mehrere Rechnervorrichtungen, einer Nutzer-Aktivierung der einzigen Reset-Steuerung; und

in Reaktion auf das Erfassen der Nutzer-Aktivierung der einzigen Reset-Steuerung wird durch die eine oder mehrere Rechnervorrichtungen ein Reset mindestens der ersten Teilmenge aus der Vielzahl von Feldkomponenten bewirkt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, insbesondere nach Anspruch 1, das ferner Folgendes umfasst:

Erfassen durch die eine oder mehrere Rechnervorrichtungen eines anschließenden Verriegelungsereignisses, das einen Stillstand mindestens einer zweiten Feldkomponente aus der Vielzahl von Feldkomponenten bewirkt;

Erhalten aktualisierter Verriegelungslogik-Daten, die mit der Vielzahl von Feldkomponenten verknüpft sind, durch die eine oder mehrere Rechnervorrichtungen,

wobei die aktualisierten Verriegelungslogik-Daten neue Bedingungen spezifizieren, die eine Verriegelung für jede von mindestens einigen aus der Vielzahl von Feldkomponenten auslösen;

automatisches Erzeugen, durch das eine oder die mehreren Rechnervorrichtungen, die die aktualisierten Verriegelungslogik-Daten analysieren, mindestens einer zweiten Verriegelungsketten-Visualisierung, wobei die zweite Verriegelungsketten-Visualisierung grafisch Verriegelungsabhängigkeiten unter mindestens einer zweiten Teilmenge aus der Vielzahl von Feldkomponenten anzeigt und wobei die zweite Teilmenge (i) die zweite Feldkomponente und (ii) mindestens eine andere Feldkomponente aus der Vielzahl von Feldkomponenten umfasst; und

Bewirken durch die eine oder mehrere Rechnervorrichtungen, dass mindestens die zweite Verriegelungsketten-Visualisierung über die Nutzerschnittstelle dargestellt wird.

6. System zur Visualisierung einer oder mehrerer Verriegelungsketten in einem Prozesssteuerungssystem, wobei eine Vielzahl von Feldkomponenten in dem Prozesssteuerungssystem eine Vielzahl entsprechender Funktionen gemäß eines oder mehrerer Prozesssteuermodule implementieren, und wobei das System Folgendes umfasst:

eine Konfigurationsdatenbank;

eine oder mehrere Rechnervorrichtungen; und

einen oder mehrere Speicher, die Anweisungen speichern, die bei Ausführung durch einen oder mehrere Prozessoren der einen oder mehrerer Rechnervorrichtungen bewirken, dass die eine oder mehrere Rechnervorrichtungen:

ein Verriegelungsereignis erfassen, das einen Stillstand mindestens einer ersten Feldkomponente aus der Vielzahl von Feldkomponenten verursacht, von der Konfigurationsdatenbank vorkonfigurierte Verriegelungslogik-Daten erhalten, die mit der Vielzahl von Feldkomponenten verknüpft sind,

wobei die vorkonfigurierten Verriegelungslogikdaten Bedingungen spezifizieren, die eine Verriegelung für jede aus der Vielzahl von Feldkomponenten auslösen,

durch Analysieren der vorkonfigurierten Verriegelungslogikdaten automatisch mindestens eine erste Verriegelungsketten-Visualisierung erzeugen, wobei die erste Verriegelungsketten-Visualisierung grafisch



Verriegelungsabhängigkeiten unter mindestens einer ersten Teilmenge aus der Vielzahl von Feldkomponenten anzeigt, und wobei die erste Teilmenge (i) die erste Feldkomponente und (ii) mindestens eine andere Feldkomponente aus der Vielzahl von Feldkomponenten umfasst und bewirkt, dass mindestens die erste Verriegelungsketten-Visualisierung für einen Nutzer über eine Nutzerschnittstelle dargestellt wird.

7. System nach Anspruch 6, wobei die vorkonfigurierten Verriegelungslogikdaten Daten umfassen, die eine Vielzahl von Verriegelungskonfigurationsobjekten definieren, die einem objektorientiertes Programmierprotokoll entsprechen; jedes aus der Vielzahl von Verriegelungskonfigurationsobjekten eine Verriegelungsbeziehung zwischen einem entsprechenden Paar Feldkomponenten unter der Vielzahl von Feldkomponenten darstellt; und die Anweisungen bewirken, dass die eine oder mehrere Rechnervorrichtungen automatisch mindestens die erste Verriegelungsketten-Visualisierung, basierend mindestens teilweise auf der Vielzahl von Verriegelungskonfigurationsobjekten, erzeugen.

8. System nach Anspruch 6 oder 7, insbesondere nach Anspruch 6, wobei die Anweisungen ferner bewirken, dass die eine oder mehrere Rechnervorrichtungen:  
bewirken, dass Informationen, die mit der ersten Feldkomponente verknüpft sind, für den Nutzer über die Nutzerschnittstelle dargestellt werden, wobei die Informationen, die mit der ersten Feldkomponente verknüpft sind, (i) einen Zustand der ersten Feldkomponente und/oder (ii) eine Messung, die von der ersten Feldkomponente erhalten wurde, umfassen, und/oder  
wobei sich die erste Verriegelungsketten-Visualisierung nur von einer Grafikdarstellung der ersten Feldkomponente bis zu einer Grafikdarstellung einer anderen Feldkomponente erstreckt, die das Verriegelungsereignis ausgelöst hat, und/oder  
wobei sich die erste Verriegelungsketten-Visualisierung mindestens von einer Grafikdarstellung einer Stamm-Feldkomponente der ersten Verriegelungskette bis zu einer Grafikdarstellung der ersten Feldkomponente erstreckt, und/oder  
wobei die Anweisungen bewirken, dass die eine oder mehrere Rechnervorrichtungen:  
automatisch eine erste Verriegelungsketten-Visualisierung erzeugen, die sich mindestens von (i) einer Grafikdarstellung einer Feldkomponente, die die erste Verriegelungskette und eine zweite Verriegelungskette gemeinsam haben, bis zu (ii) der Grafikdarstellung der ersten Feldkomponente erstreckt;  
automatisch eine zweite Verriegelungsketten-Visualisierung erzeugen, die sich mindestens von (i) entweder der Grafikdarstellung der gemeinsamen Feldkomponente oder einer anderen Grafikdarstellung der gemeinsamen Feldkomponente bis zu (ii) einer

Grafikdarstellung einer zweiten Feldkomponente aus der Vielzahl von Feldkomponenten erstreckt; und bewirken, dass mindestens die erste Verriegelungsketten-Visualisierung und die zweite Verriegelungsketten-Visualisierung für den Nutzer über die Nutzerschnittstelle dargestellt werden, wobei die Grafikdarstellung der zweiten Feldkomponente in der ersten Verriegelungsketten-Visualisierung nicht umfasst ist, und wobei die Grafikdarstellung der ersten Feldkomponente in der zweiten Verriegelungsketten-Visualisierung nicht umfasst ist.

9. System nach einem der Ansprüche 6 bis 8, insbesondere nach Anspruch 6, wobei die Anweisungen ferner bewirken, dass die eine oder mehrere Rechnervorrichtungen:  
bewirken, dass gleichzeitig mit der ersten Verriegelungsketten-Visualisierung eine einzige Reset-Steuerung für den Nutzer über die Nutzerschnittstelle dargestellt wird;  
eine Nutzer-Aktivierung der einzigen Reset-Steuerung erfassen; und  
in Reaktion auf das Erfassen der Nutzer-Aktivierung der einzigen Reset-Steuerung einen Reset mindestens der ersten Teilmenge aus der Vielzahl von Feldkomponenten bewirken.

10. Nicht-flüchtiges, computerlesbares Medium, das Anweisungen speichert, die bei Ausführung auf einem oder mehreren Rechnervorrichtungen bewirken, dass die eine oder mehrere Rechnervorrichtungen:  
ein Verriegelungsereignis erfassen, das einen Stillstand mindestens einer ersten Feldkomponente aus einer Vielzahl von Feldkomponenten in einem Prozesssteuersystem verursacht, wobei die Vielzahl von Feldkomponenten eine Vielzahl entsprechender physischer Funktionen gemäß einem oder mehrerer Prozesssteuermodule implementieren;  
vorkonfigurierte Verriegelungslogikdaten erhalten, die mit der Vielzahl von Feldkomponenten verknüpft sind, wobei die vorkonfigurierten Verriegelungslogikdaten Bedingungen spezifizieren, die eine Verriegelung für jede aus der Vielzahl von Feldkomponenten auslösen;  
durch Analysieren der vorkonfigurierten Verriegelungslogikdaten automatisch mindestens eine erste Verriegelungsketten-Visualisierung erzeugen, wobei die erste Verriegelungsketten-Visualisierung grafisch Verriegelungsabhängigkeiten unter mindestens einer ersten Teilmenge aus der Vielzahl von Feldkomponenten anzeigt, und wobei die erste Teilmenge (i) die erste Feldkomponente und (ii) mindestens eine andere Feldkomponente aus der Vielzahl von Feldkomponenten umfasst; und  
bewirken, dass mindestens die erste Verriegelungsketten-Visualisierung für einen Nutzer über eine Nutzerschnittstelle dargestellt wird.



11. Nicht-flüchtiges, computerlesbares Medium nach Anspruch 10, wobei:  
 die vorkonfigurierten Verriegelungslogikdaten Daten umfassen, die eine Vielzahl von Verriegelungskonfigurationsobjekten definieren, die ein objektorientiertes Programmierprotokoll erfüllen;  
 jedes aus der Vielzahl von Verriegelungskonfigurationsobjekten eine Verriegelungsbeziehung zwischen einem entsprechenden Paar Feldkomponenten unter der Vielzahl von Feldkomponenten darstellt; und  
 die Anweisungen bewirken, dass die eine oder die mehreren Rechnervorrichtungen basierend mindestens teilweise auf der Vielzahl von Verriegelungskonfigurationsobjekten automatisch mindestens die erste Verriegelungsketten-Visualisierung erzeugen, und/oder  
 wobei sich die erste Verriegelungsketten-Visualisierung nur von einer Grafikdarstellung der ersten Feldkomponente bis zu einer Grafikdarstellung einer anderen Feldkomponente erstreckt, die das Verriegelungsereignis ausgelöst hat.

12. Nicht-flüchtiges, computerlesbares Medium nach Anspruch 10 oder 11, insbesondere nach Anspruch 10, wobei die Anweisungen ferner bewirken, dass die eine oder die mehreren Rechnervorrichtungen:  
 bewirken, dass gleichzeitig mit der ersten Verriegelungsketten-Visualisierung eine einzige Reset-Steuerung für den Nutzer über die Nutzerschnittstelle dargestellt wird;  
 eine Nutzer-Aktivierung der einzigen Reset-Steuerung erfassen; und  
 in Reaktion auf das Erfassen der Nutzer-Aktivierung der einzigen Reset-Steuerung einen Reset mindestens der ersten Teilmenge aus der Vielzahl von Feldkomponenten bewirken.

13. Computer-lesbares Speichermedium, welches Instruktionen enthält, die mindestens einen Prozessor dazu veranlassen, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 zu implementieren, wenn die Instruktionen durch mindestens einen Prozessor ausgeführt werden.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen



## Anhängende Zeichnungen

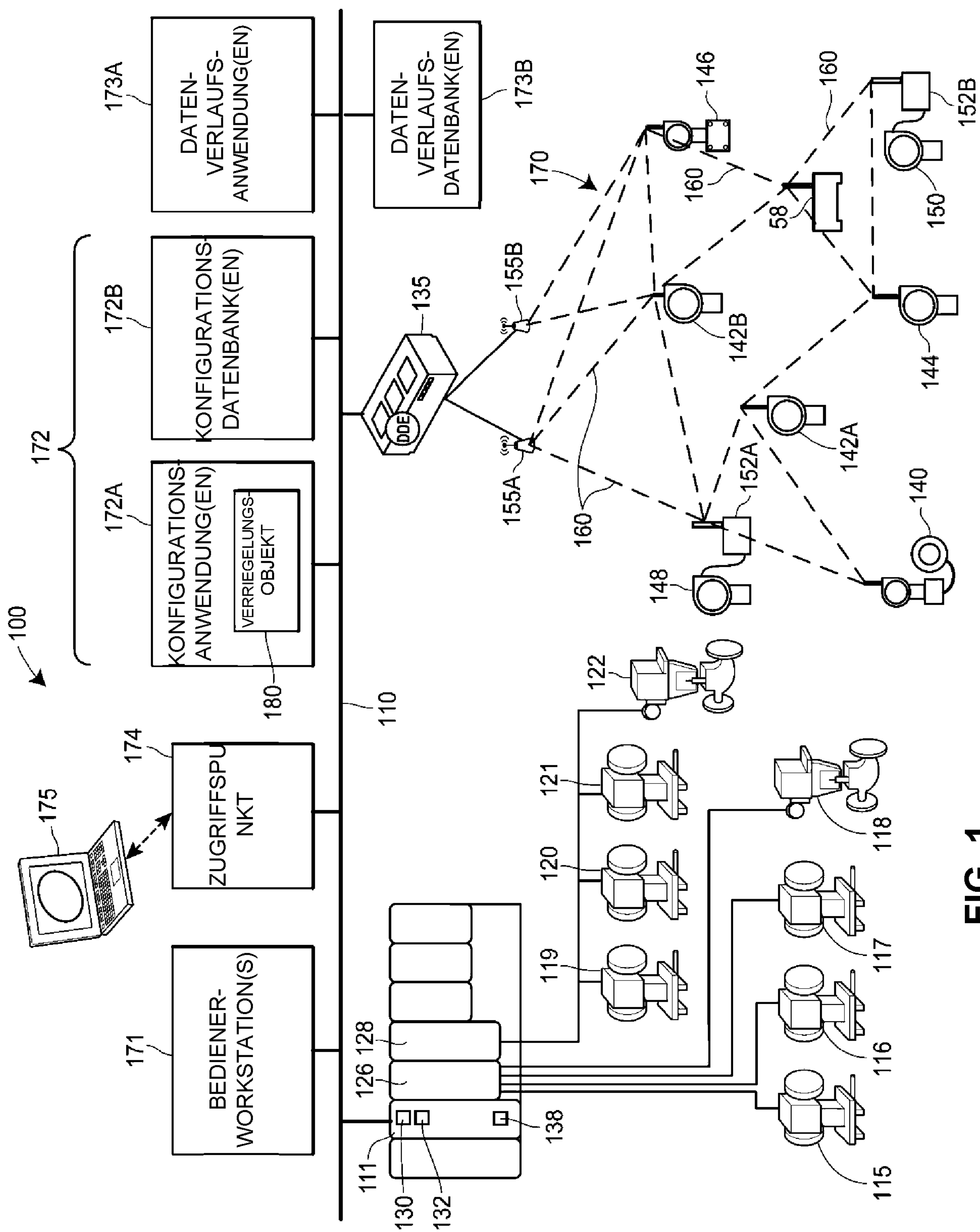
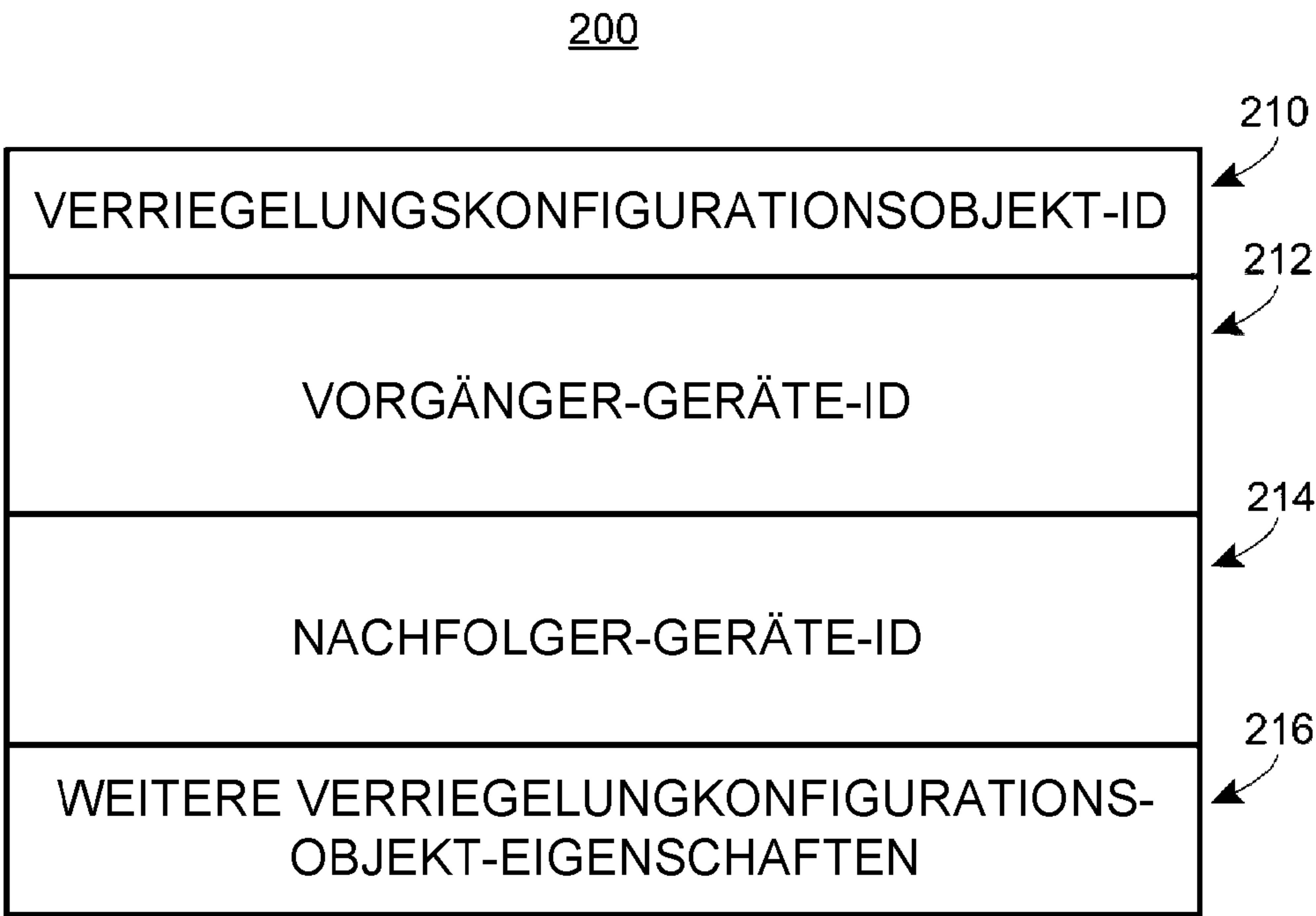


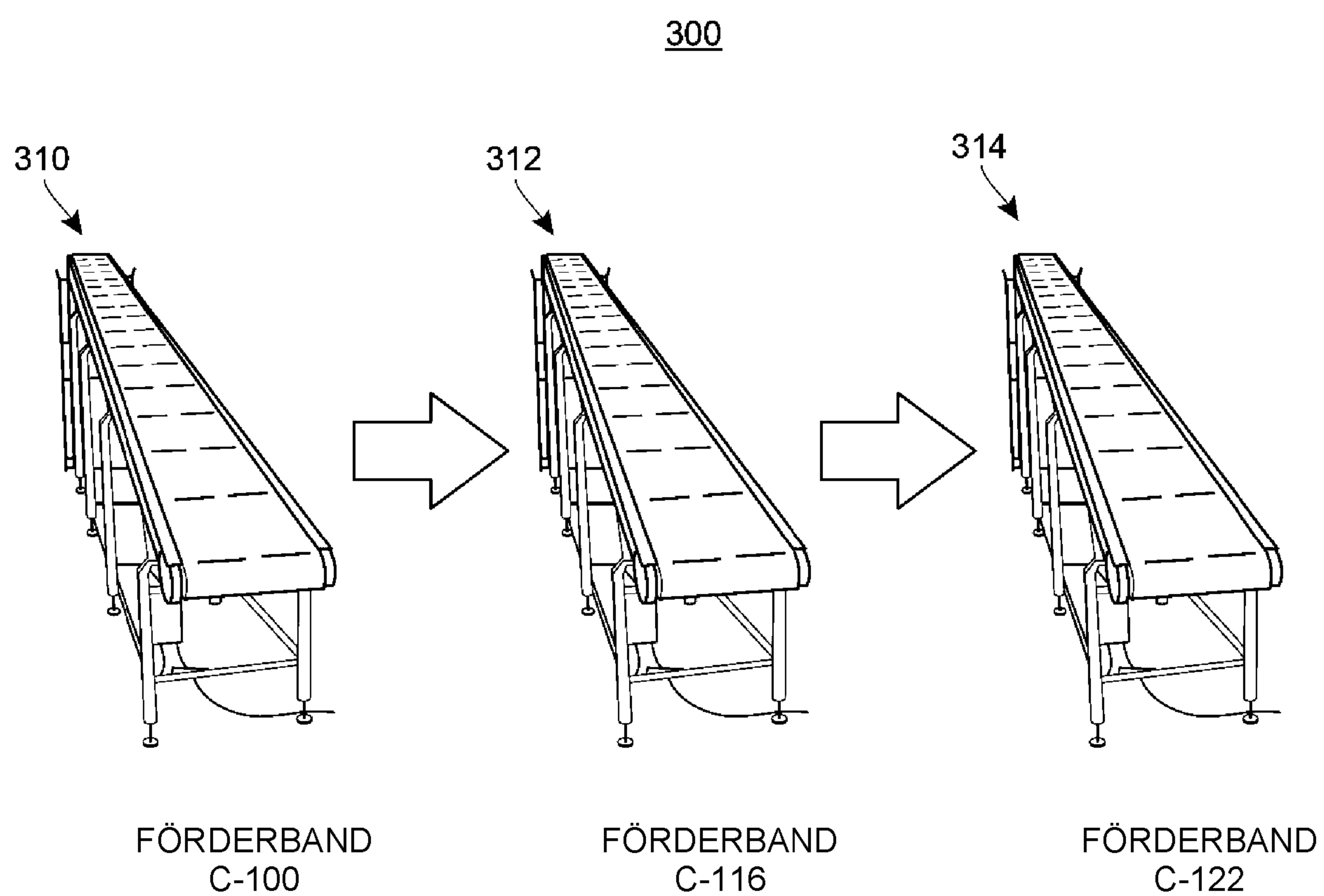
FIG. 1





**FIG. 2**





**FIG. 3**



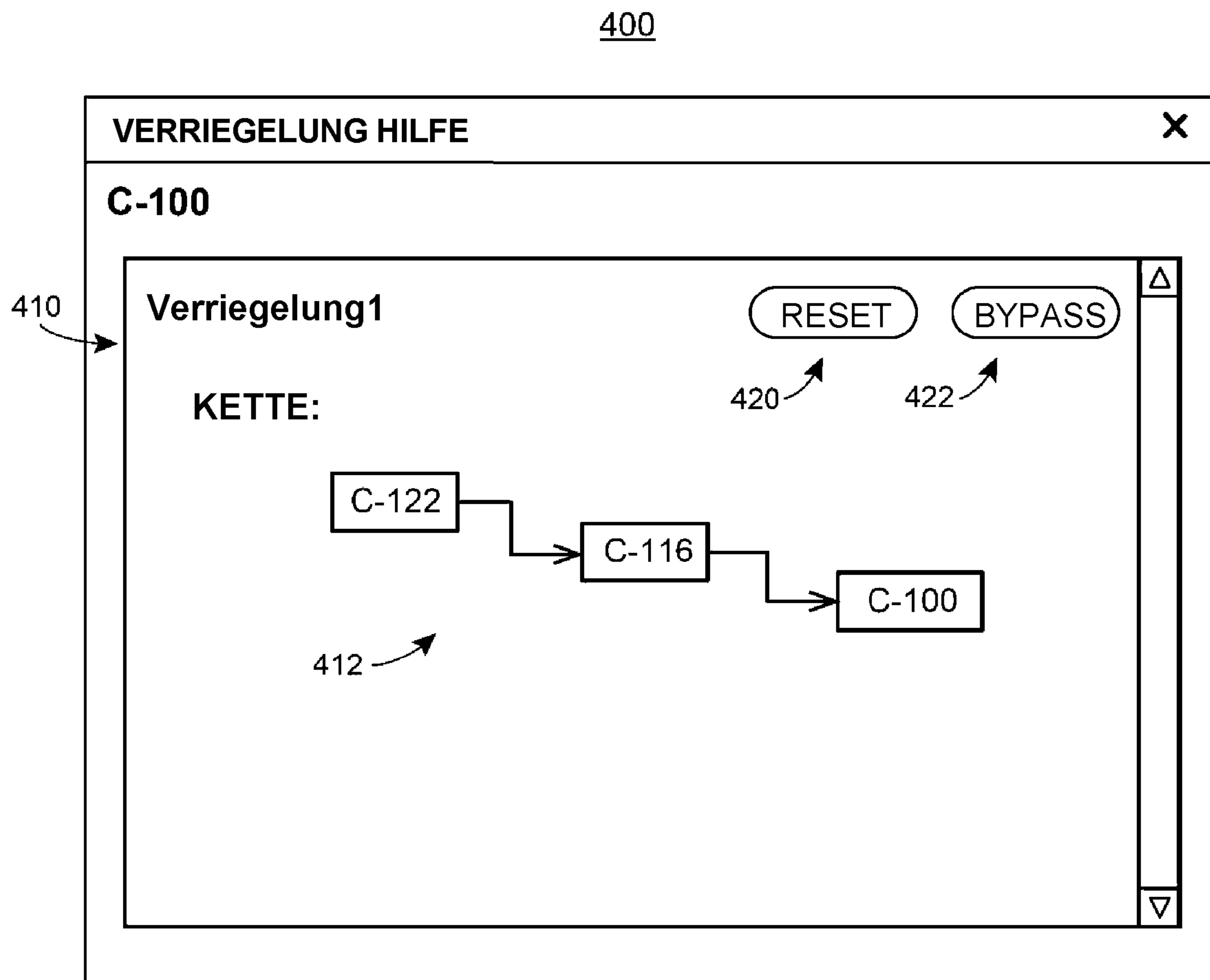
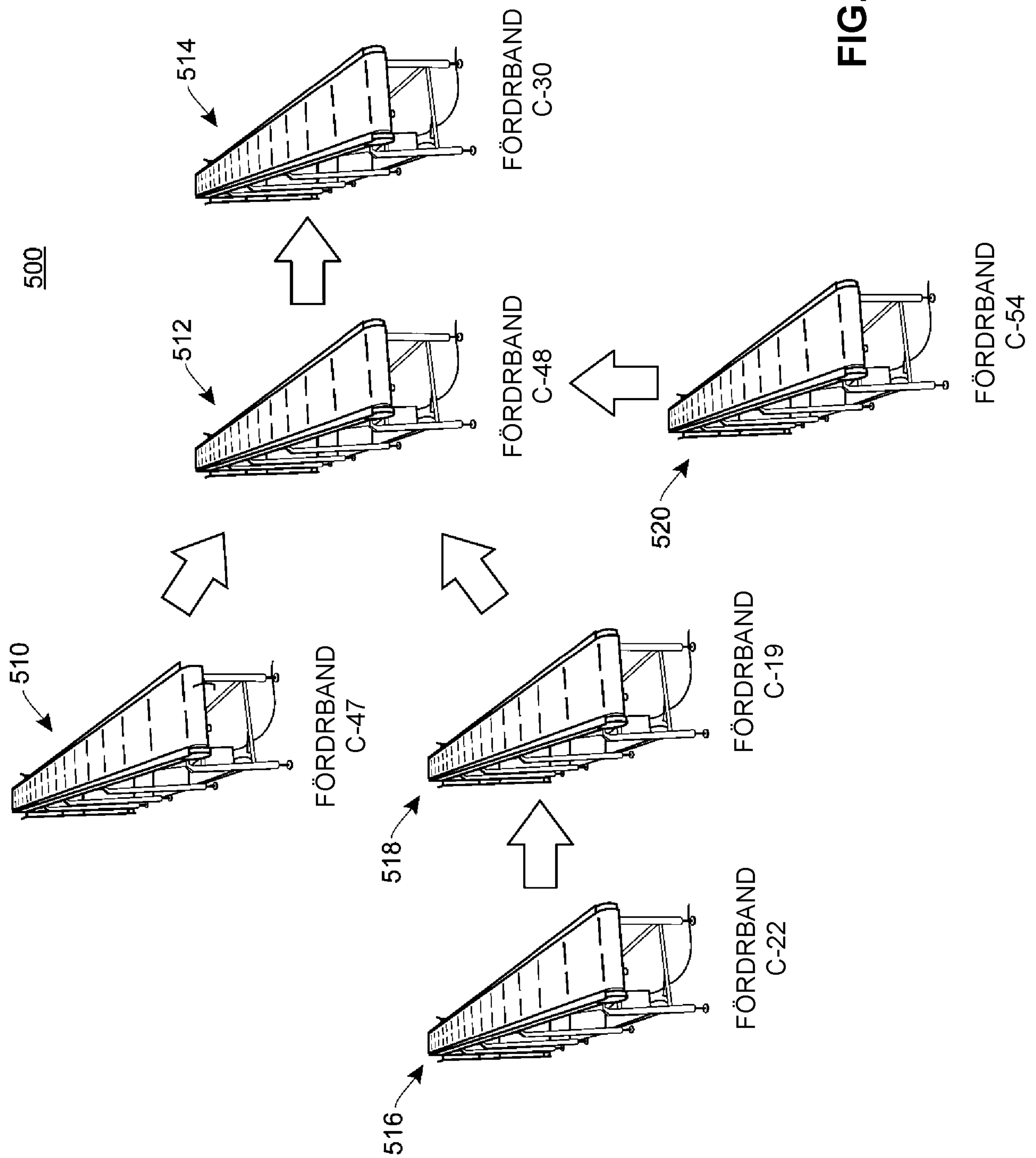


FIG. 4







600

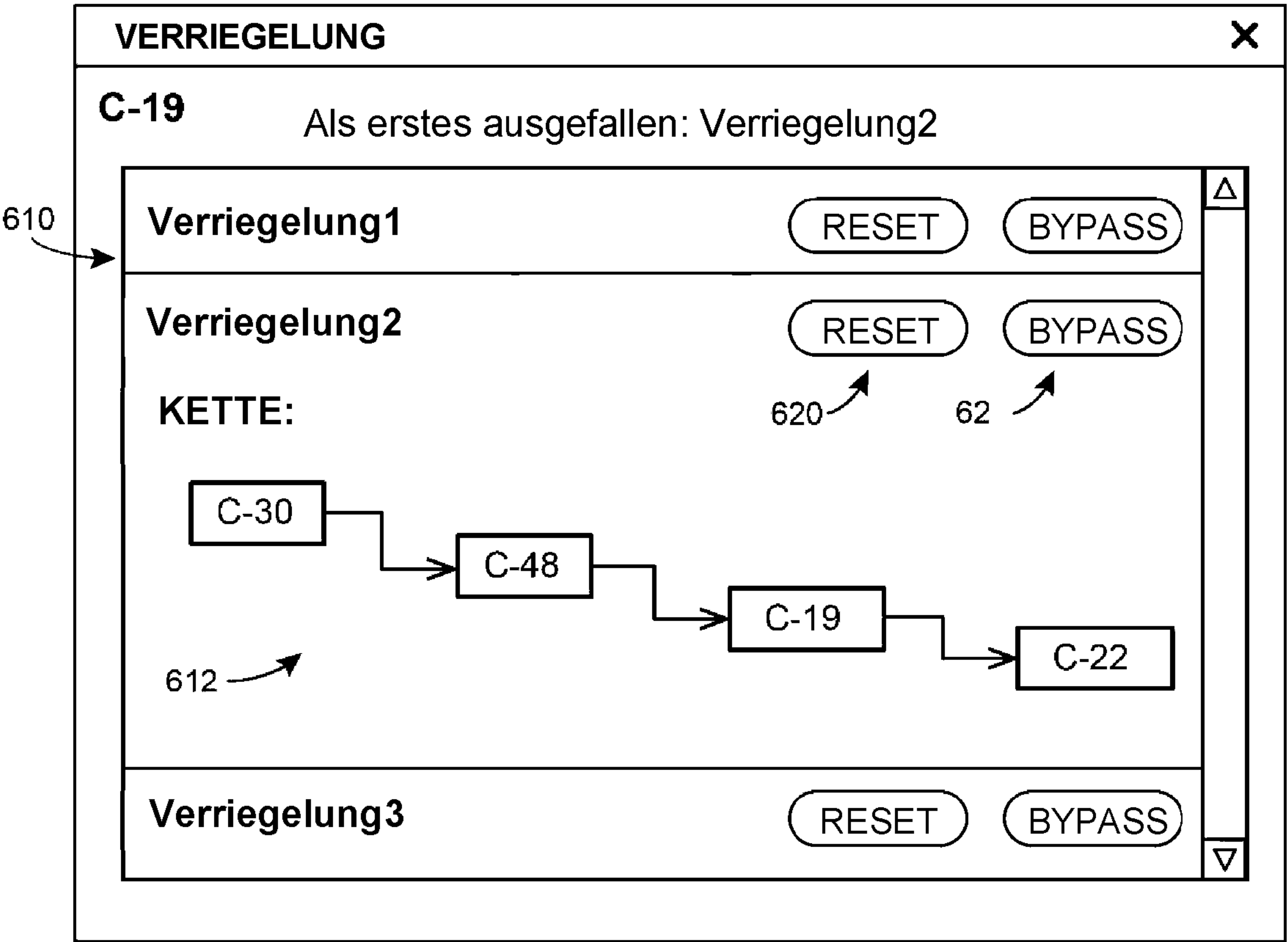


FIG. 6A



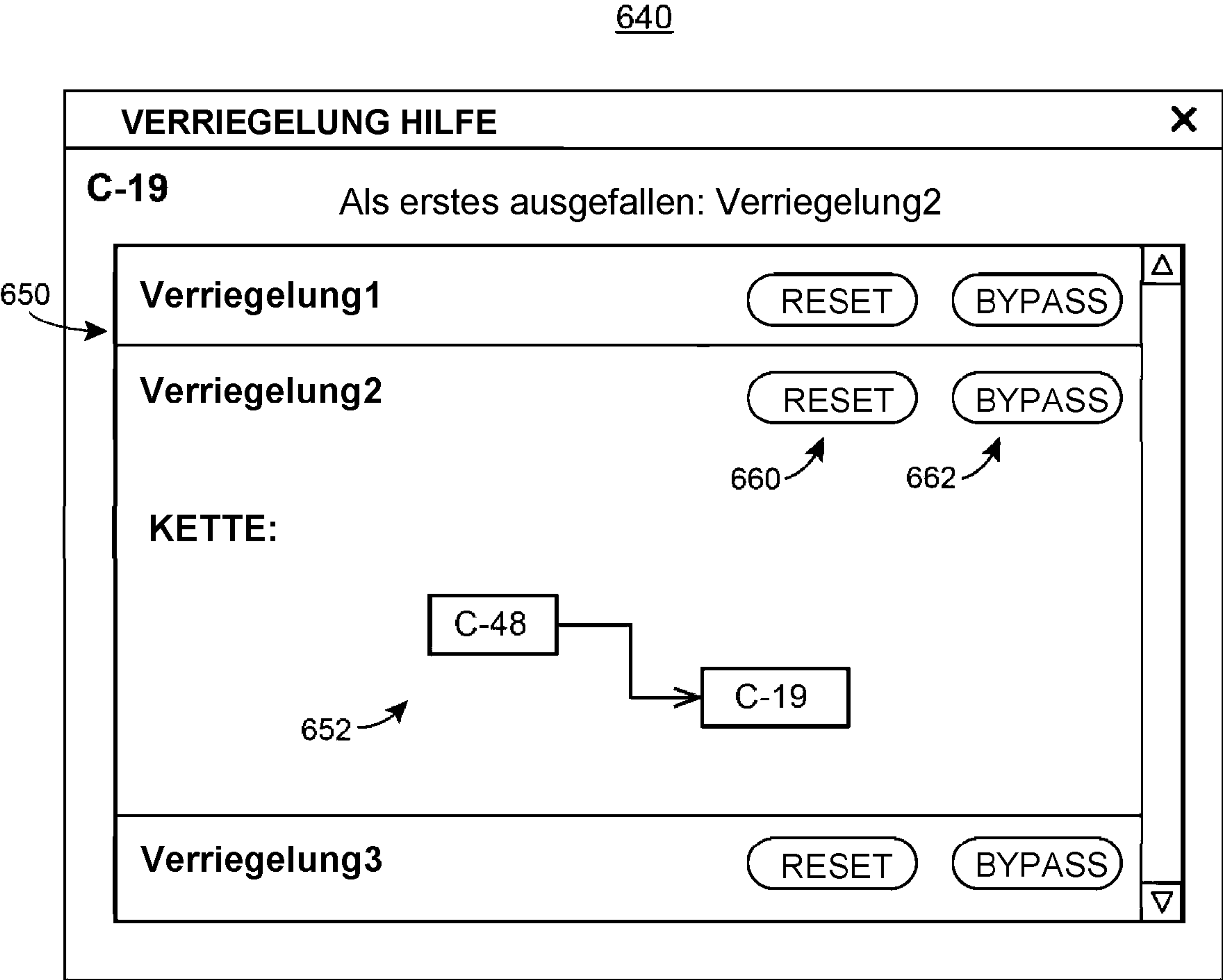


FIG. 6B



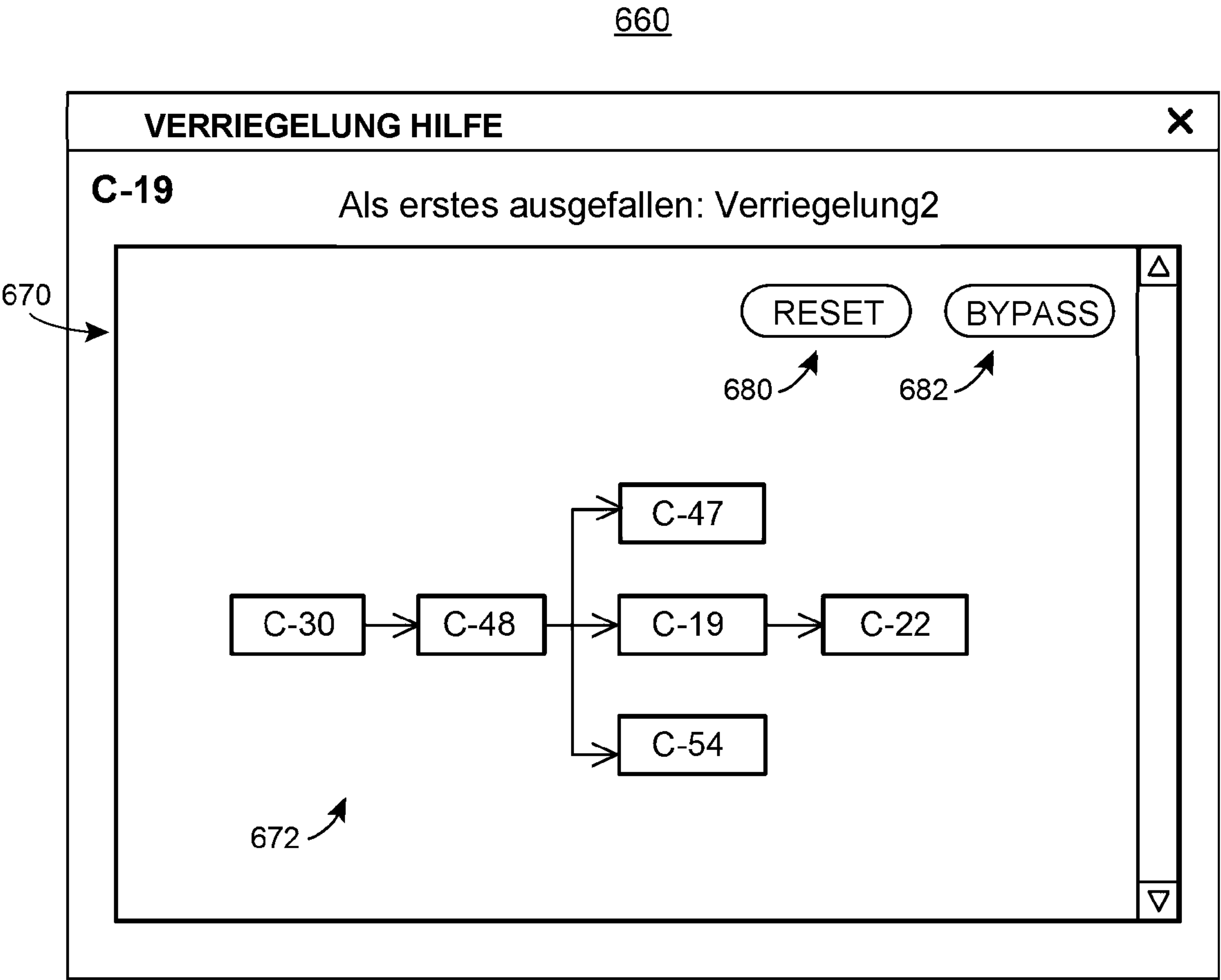
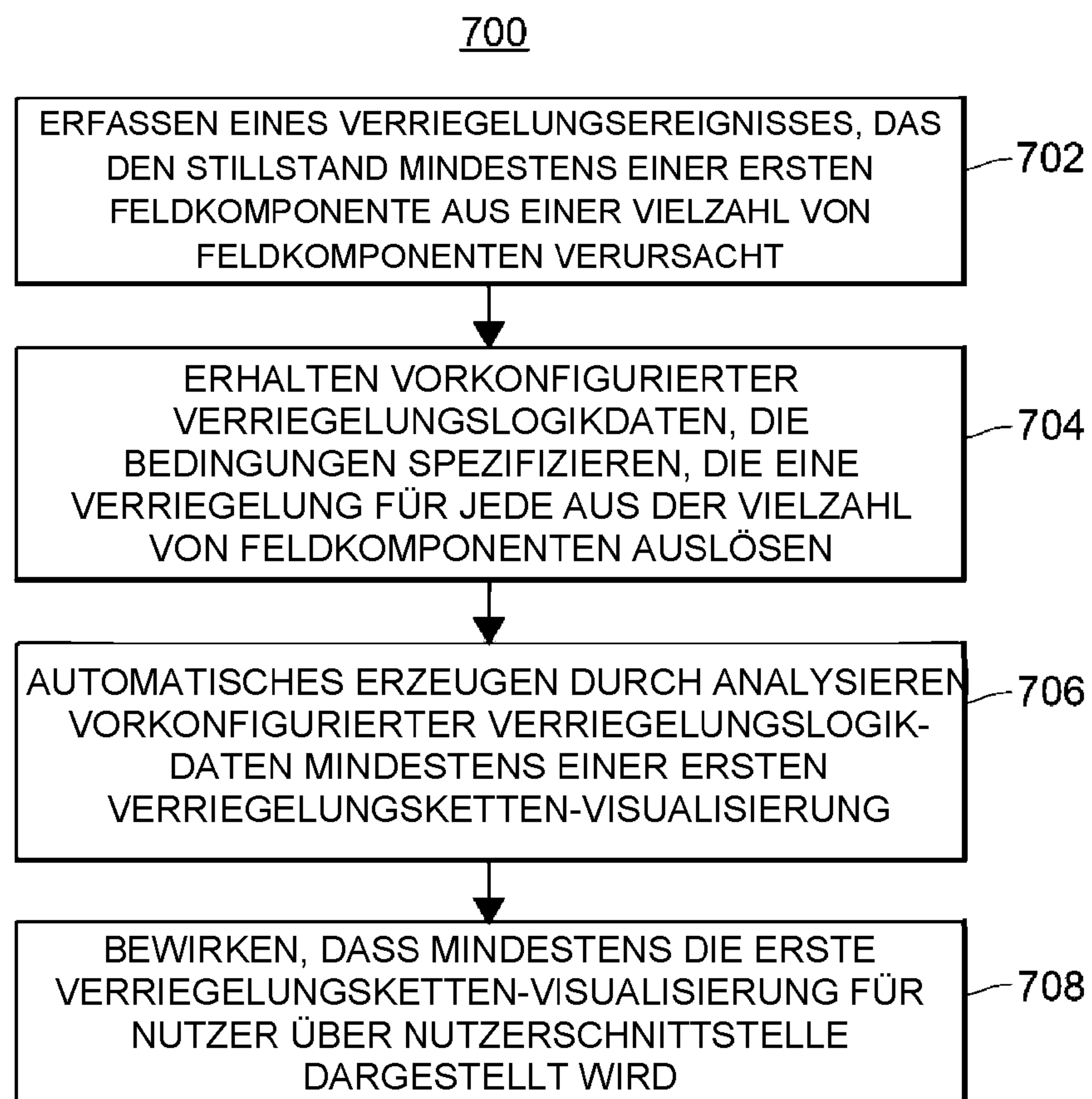


FIG. 6C





**FIG. 7**