



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 115 219.6**

(51) Int Cl.: **G05B 23/02 (2006.01)**

(22) Anmeldetag: **17.08.2016**

G05B 19/04 (2006.01)

(43) Offenlegungstag: **23.02.2017**

(30) Unionspriorität:

14/828,129

17.08.2015 US

(74) Vertreter:

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

(71) Anmelder:

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

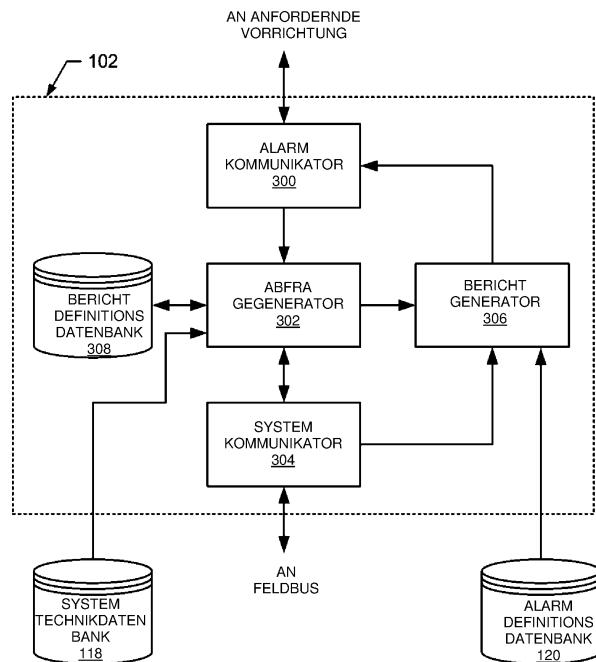
(72) Erfinder:

Van Camp, Kim Ordean, Georgetown, Tex., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Prozesssteuerungsalarmüberwachung**

(57) Zusammenfassung: Verfahren, Vorrichtungen, Systeme und Fertigungsartikel zum Überwachen von Prozesssteuerungsalarmen werden offenbart. Ein beispielhaftes offenbartes Verfahren enthält das Identifizieren von Komponenten in dem Prozesssteuerungssystem, die den zu überwachenden Alarmen entsprechen. Das beispielhafte Verfahren enthält ferner, wenn eine Abfrage zum Anfordern eines Status eines bestimmten der zu überwachenden Alarms nicht in einer Statusaktualisierungswarteschlange ist, das Erzeugen einer mit der Überwachungsberichtanforderung verknüpften Anforderung, um den Status des bestimmten der Alarms von der entsprechenden Komponente anzufordern. Andernfalls wird, wenn die Abfrage zum Anfordern des Status eines bestimmten der zu überwachenden Alarms in der Statusaktualisierungswarteschlange ist, die Überwachungsberichtanforderung mit der Abfrage verknüpft. Das beispielhafte Verfahren enthält ferner das Übermitteln, über einen Prozesssteuerungssystembus, der Abfragen, die als von niedriger Priorität auszuweisen sind.



Beschreibung**GEBIET DER OFFENBARUNG**

[0001] Diese Offenbarung bezieht sich im Allgemeinen auf Prozesssteuerungssysteme und insbesondere auf Verfahren und Vorrichtungen für Prozesssteuerungsalarmüberwachung.

HINTERGRUND

[0002] Zu Prozesssteuerungssystemen, wie etwa solchen, die in chemischen, Mineralöl- oder anderen Prozessen eingesetzt werden, zählen typischerweise eine oder mehrere Prozesssteuervorrichtungen, die kommunikativ über analoge, digitale oder kombinierte Analog-Digital-Busse an wenigstens eine Host- oder Bedienerworkstation sowie an eine oder mehrere Feldvorrichtungen gekoppelt sind. Die Feldvorrichtungen, bei denen es sich zum Beispiel um Gerätesteuvorrichtungen, Ventile, Ventilstellungsregler, Schalter und Sender (z. B. Temperatur-, Druck und Durchflusssensoren) handeln kann, führen Funktionen innerhalb der Prozesssteuerungssysteme aus, wie etwa Öffnen und Schließen von Ventilen und Messen von Prozessparametern. Eine zentrale Prozesssteuervorrichtung empfängt Signale, die von den Feldvorrichtungen erzeugte Prozessmesswerte und/oder andere Informationen von den Feldvorrichtungen angeben, nutzt diese Informationen, um eine Steueroutine zu implementieren und erzeugt dann Steuersignale, die über die Busse oder andere Kommunikationsleitungen an die Feldvorrichtungen gesendet werden, um den Betrieb des Prozesssteuerungssystems zu steuern. Häufig initiieren oder erzeugen Feldvorrichtungen Prozesssteuerungsalarme, die angeben, wenn ein Parameter der Feldvorrichtung außerhalb eines zulässigen Bereichs liegt. Diese Alarne benachrichtigen Bediener, um beim Verhindern von Unfällen zu helfen, und/oder sie werden aufgezeichnet, um bei der Fehler suche des Prozesssteuerungssystems zu helfen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0003] **Fig. 1** stellt ein beispielhaftes Prozesssteuerungssystem dar, innerhalb dessen die Lehren der Offenbarung umgesetzt werden können.

[0004] **Fig. 2** zeigt eine beispielhafte Datenstruktur, die Verhältnisse zwischen Komponenten des beispielhaften Prozesssteuerungssystems aus **Fig. 1** identifiziert.

[0005] **Fig. 3** stellt eine Umsetzung des beispielhaften Alarmhandlers aus **Fig. 1** zum Überwachen von Prozesssteuerungsalarmen in einem Prozesssteuerungssystem dar.

[0006] **Fig. 4** zeigt einen beispielhaften Laufzeitbericht, erstellt mit dem beispielhaften Alarmhandler aus **Fig. 1** und **Fig. 3**.

[0007] **Fig. 5** zeigt einen beispielhaften Differenzbericht, erstellt mit dem beispielhaften Alarmhandler aus **Fig. 1** und **Fig. 3**.

[0008] **Fig. 6** ist ein Flussdiagramm, das ein beispielhaftes Verfahren darstellt, welches ausgeführt werden kann, um den Alarmhandler aus **Fig. 1** und **Fig. 3** umzusetzen, um Prozesssteuerungsalarme in dem Prozesssteuerungssystem zu überwachen.

[0009] **Fig. 7** ist ein Flussdiagramm, das ein beispielhaftes Verfahren darstellt, welches ausgeführt werden kann, um den Alarmhandler aus **Fig. 1** und **Fig. 3** umzusetzen, um Überwachungsberichte zu erzeugen.

[0010] **Fig. 8** ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Prozessorsystems, strukturiert, um maschinenlesbare Anweisungen auszuführen, um die durch **Fig. 6** und/oder

[0011] **Fig. 7** auszuführen, um den beispielhaften Alarmhandler aus **Fig. 1** und **Fig. 3** umzusetzen. Soweit möglich werden dieselben Bezugsnummern in der Zeichnung / den Zeichnungen und der beiliegenden schriftlichen Beschreibung eingesetzt, um auf dieselben oder ähnliche Teile Bezug zu nehmen.

KURZDARSTELLUNG

[0012] Beispielhafte offenbarte Verfahren zum Verwalten von Überwachungsberichtanforderungen in einem Prozesssteuerungssystem enthalten das Bestimmen von zu überwachenden Alarmen auf der Grundlage von

in einer der Überwachungsberichtanforderungen enthaltenen Alarmüberwachungsparametern. Beispielhafte offenbarte Verfahren enthalten ferner das Identifizieren von Komponenten in dem Prozesssteuerungssystem, die den zu überwachenden Alarmen entsprechen. Beispielhafte offenbarte Verfahren enthalten ferner, wenn eine Abfrage zum Anfordern eines Status eines bestimmten der zu überwachenden Alarme nicht in einer Statusaktualisierungswarteschlange ist, das Erzeugen einer mit der Überwachungsberichtanforderung verknüpften Anforderung, um den Status des bestimmten der Alarme von der entsprechenden Komponente anzufordern. Beispielhafte offenbarte Verfahren enthalten ferner, wenn die Abfrage zum Anfordern des Status eines bestimmten der zu überwachenden Alarme in der Statusaktualisierungswarteschlange ist, das Verknüpfen der Überwachungsberichtanforderung mit der Abfrage. Beispielhafte offenbarte Verfahren enthalten ferner das Übermitteln, über einen Prozesssteuerungssystembus, der Abfragen in der Statusaktualisierungswarteschlange an die entsprechenden der Komponenten, wenn die entsprechenden Komponenten verfügbar sind, wobei die Abfragen als von niedriger Priorität zu kennzeichnen sind. Beispielhafte offenbarte Verfahren enthalten ferner das Erzeugen eines Überwachungsberichts auf der Grundlage der als Reaktion auf die von den Komponenten empfangenen Abfragen erzeugten Antworten.

[0013] Beispielhafte offenbarte Vorrichtungen enthalten einen Abfragegenerator zum Bestimmen, über einen Prozessor, von zu überwachenden Alarmen auf der Grundlage von in einer der Überwachungsberichtanforderungen enthaltenen Alarmüberwachungsparametern, Identifizieren von Komponenten in dem Prozesssteuerungssystem, die den zu überwachenden Alarmen entsprechen. Wenn eine Abfrage zum Anfordern eines Status eines bestimmten der zu überwachenden Alarme nicht in einer Statusaktualisierungswarteschlange ist, soll der Abfragegenerator eine mit der Überwachungsberichtanforderung verknüpfte Anforderung erzeugen, um den Status des bestimmten der Alarme von der entsprechenden Komponente anzufordern. Wenn die Abfrage zum Anfordern des Status eines bestimmten der zu überwachenden Alarme in der Statusaktualisierungswarteschlange ist, soll der Abfragegenerator die Überwachungsberichtanforderung mit der Abfrage verknüpfen. Beispielhafte offenbarte Vorrichtungen enthalten einen Systemkommunikator zum Übermitteln, über einen Prozesssteuerungssystembus, der Abfragen in der Statusaktualisierungswarteschlange an die entsprechenden der Komponenten, wenn die entsprechenden Komponenten verfügbar sind, wobei die Abfragen als von niedriger Priorität zu kennzeichnen sind. Beispielhafte offenbarte Vorrichtungen enthalten ferner einen Berichtsgenerator zum Erzeugen eines Überwachungsberichts auf der Grundlage der als Reaktion auf die von den Komponenten empfangenen Abfragen erzeugten Antworten.

[0014] Ein beispielhaftes offenbartes greifbares computerlesbares Speichermedium enthält Anweisungen, die, wenn ausgeführt, bewirken, dass eine Maschine zu überwachende Alarmen auf der Grundlage von in einer der Überwachungsberichtanforderungen enthaltenen Alarmüberwachungsparametern bestimmt und Komponenten in einem Prozesssteuerungssystem identifiziert, die den zu überwachenden Alarmen entsprechen. Ein beispielhaftes greifbares computerlesbares Speichermedium enthält ferner Anweisungen, die, wenn ausgeführt, bewirken, dass eine Maschine, wenn eine Abfrage zum Anfordern eines Status eines bestimmten der zu überwachenden Alarme nicht in einer Statusaktualisierungswarteschlange ist, eine mit der Überwachungsberichtanforderung verknüpften Anforderung erzeugt, um den Status des bestimmten der Alarme von der entsprechenden Komponente anzufordern. Ein beispielhaftes greifbares computerlesbares Speichermedium enthält ferner Anweisungen, die, wenn ausgeführt, bewirken, dass eine Maschine, wenn die Abfrage zum Anfordern des Status eines bestimmten der zu überwachenden Alarme in der Statusaktualisierungswarteschlange ist, die Überwachungsberichtanforderung mit der Abfrage verknüpft. Ein beispielhaftes greifbares computerlesbares Speichermedium enthält ferner Anweisungen, die, wenn ausgeführt, bewirken, dass eine Maschine über einen Prozesssteuerungssystembus die Abfragen in der Statusaktualisierungswarteschlange an die entsprechenden der Komponenten übermittelt, wenn die entsprechenden Komponenten verfügbar sind, wobei die Abfragen als von niedriger Priorität zu kennzeichnen sind. Ein beispielhaftes greifbares computerlesbares Speichermedium enthält ferner Anweisungen, die, wenn ausgeführt, bewirken, dass eine Maschine einen Überwachungsbericht auf der Grundlage der als Reaktion auf die von den Komponenten empfangenen Abfragen erzeugten Antworten erzeugt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0015] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich im Allgemeinen auf Prozesssteuerungssysteme und insbesondere auf Verfahren und Vorrichtungen für Prozesssteuerungsalarmüberwachung. Prozesssteuersysteme enthalten Workstations und/oder Server, die Prozesssteuerungsanwendungen ausführen, die mit Steuervorrichtungen interagieren, Strategien und/oder Algorithmen steuern, die in dem Steuersystem angeordnete Feldvorrichtungen verwalten. Die Feldvorrichtungen können zum Beispiel Ventile, Ventilstellungsregler, Schalter und Sender sein und können Prozesssteuerfunktionen ausführen, wie etwa Öffnen und Schließen von Ventilen und Messen von Prozesssteuerungsparametern. Zusätzlich zum Verwalten von Feldvorrichtungen kön-

nen Steuervorrichtungen Prozessdaten (z. B. Prozesssteuerungsinformationen) auf der Grundlage von von den Feldvorrichtungen empfangenen Informationen erzeugen. Diese Prozessdaten können Prozessstatistiken, Alarne, Überwachungsinformationen, Prozesstrendinformationen, Diagnoseinformationen, Feldvorrichtungsstatusinformationen und/oder Meldungen von den Feldvorrichtungen enthalten.

[0016] Prozesssteuerungsalarme überwachen von den Feldvorrichtungen gemessene Parameter, um Bediener über Bedingungen zu warnen, die die Auslegungsgrenzen des Prozesssteuerungssystems überschreiten oder zu überschreiten drohen. So kann zum Beispiel eine Temperatursonde die Lufttemperatur eines Gases messen, bevor es in die nächste Phase des Prozesssteuerungssystems eintritt. In einem solchen Beispiel kann ein erster Prozesssteuerungsalarm eingestellt sein, festzustellen, ob die Temperatur des Gases 250 °C übersteigt, und ein zweiter Prozesssteuerungsalarm kann eingestellt sein, festzustellen, ob die Temperatur des Gases 225 °C übersteigt. Prozesssteuerungsalarmen kann auch eine Priorität zugeordnet sein, wie zum Beispiel die Auswirkung auf das Prozesssteuerungssystem, falls der Parameter die Alarmbedingung überschreitet. Reaktionen auf die Alarne variieren auch auf der Grundlage ihrer Priorität, von Einträgen in einer Protokolldatei über hörbare und/oder sichtbare Hinweise für einen Bediener bis hin zu einer Notfallabschaltung des Prozesssteuerungssystems. So kann zum Beispiel dem ersten Prozesssteuerungsalarm ein hoher Schweregrad zugeordnet sein und er kann einen hörbaren und sichtbaren Alarm an einer mit dem Prozesssteuerungssystem verbundenen Workstation auslösen, während dem zweiten Prozesssteuerungsalarm möglicherweise ein mittelhoher Schweregrad zugeordnet ist und er kann einen sichtbaren Alarm an der mit dem Prozesssteuerungssystem verbundenen Workstation auslösen.

[0017] Prozesssteuerungsalarme werden von Systemtechnikern konfiguriert und in einer Alarmdefinitionsdatenbank gepflegt. Wie hier gebraucht sind Auslegungsprozesssteuerungsalarmdefinitionen Prozesssteuerungsdefinitionen, die von den Systemtechnikern gestaltet werden. Die Konfiguration eines Prozesssteuerungsalarms kann von einem Bediener und/oder von Prozesssteuerungslogik während der Laufzeit geändert werden. Wie hier gebraucht sind Laufzeit-Prozesssteuerungsalarmdefinitionen Prozesssteuerungsalarmdefinitionen, die durch die Feldvorrichtungen und/oder die Steuervorrichtungen des Prozesssteuerungssystems gespeichert werden. So können zum Beispiel die normalen Betriebsbedingungen für einen von einer Feldvorrichtung gemessenen Parameter nah genug an einem Grenzwert eines Prozesssteuerungsalarms liegen, dass normale Variationen in dem gemessenen Parameter den Prozesssteuerungsalarm auslösen. In einem solchen Beispiel kann ein Bediener und/oder eine Prozesssteuerungslogik die Einstellung des Prozesssteuerungsalarms ändern, um die Rate zu ändern, mit der der Prozesssteuerungsalarm ausgelöst wird. Anfänglich sind, wenn eine Feldvorrichtung zu dem Prozesssteuerungssystem hinzugefügt wird, die in der Feldvorrichtung gespeicherten Laufzeitprozesssteuerungsalarmdefinitionen dieselben wie in den Auslegungsprozesssteuerungsalarmdefinitionen.

[0018] Gelegentlich, (d. h. periodisch, aperiodisch usw.) werden die Laufzeitprozesssteuerungsalarmdefinitionen überwacht. In manchen Beispielen bestimmt ein Prozesssteuerungsalarm die Differenz zwischen den Laufzeitprozesssteuerungsalarmdefinitionen und den entsprechenden Auslegungsprozesssteuerungsalarmdefinitionen. Darüber hinaus kann der Bediener und/oder die Prozesssteuerungslogik Prozesssteuerungsalarme durch Aufschieben (z. B. vorübergehendes Deaktivieren über einen gewissen Zeitraum) der Prozesssteuerungsalarme oder durch Setzen der Prozesssteuerungsalarme außer Betrieb (z. B. Deaktivieren des Prozesssteuerungsalarms, bis er wieder aktiviert wird) unterdrücken. Zum Beispiel kann der Bediener und/oder die Prozesssteuerungslogik einen flatternden Prozesssteuerungsalarm aufschieben. Als ein weiteres Beispiel kann der Bediener und/oder die Prozesssteuerungslogik einen Prozesssteuerungsalarm außer Betrieb setzen, während ein entsprechender Abschnitt des Prozesssteuerungssystems gewartet wird.

[0019] Üblicherweise werden Prozesssteuerungsalarme über eine OPC(Open Platform Communications)-Clientanwendung überwacht, die auf einen OPC-Server in dem Prozesssteuerungssystem zugreift. OPC ist ein standardisiertes Kommunikationsprotokoll für Prozesssteuerungssysteme. Der OPC-Client hat Zugriff auf eine Liste von zulässigen Prozesssteuerungseinstellungen, die der OPC-Client von dem OPC-Server anfordern kann. Das OPC-Protokoll hat allerdings entscheidende Auswirkungen auf die Leistung des Prozesssteuerungssystems. Dies bedeutet, dass Systeme auf OPC-Basis die Anzahl und die Art von Prozesssteuerungsalarmen einschränken, die überwacht werden können.

[0020] In nachfolgend offenbarten Beispielen enthält das Prozesssteuerungssystem einen Alarmhandler innerhalb des Prozesssteuerungssystems. Der Alarmhandler inspiziert die Alarmeigenschaften, die während der Laufzeit (z. B. durch einen Bediener und/oder Prozesssteuerungslogik) verändert werden können. Der beispielhafte Alarmhandler kommuniziert mit den Steuervorrichtungen und den Feldvorrichtungen über einen Prozesssteuerungsbust (z. B., HART®- und/oder FOUNDATION™-Feldbusse usw.) und/oder verwaltet Zeitpla-

nung und/oder Priorität von Überwachungsabfragen, die an Feldvorrichtungen gesendet worden sind. In manchen Beispielen weist der Alarmhandler Überwachungsabfragen, die an die Steuervorrichtungen und/oder die Feldvorrichtungen gesendet worden sind als von niedriger Priorität aus. Auf diese Weise verarbeiten die Steuervorrichtungen und/oder die Feldvorrichtungen die Überwachungsanforderungen, wenn die Steuervorrichtungen und/oder die Feldvorrichtungen keine Aufgaben mit hoher Priorität (z. B. Kommunizieren eines Alarmzustands an den Host) bearbeiten. In manchen nachfolgend offenbarten Beispielen sendet der Alarmhandler Überwachungsabfragen auf der Grundlage des Empfangens eines Überwachungsberichts und/oder auf der Grundlage einer geplanten Überwachungsberichtanforderung. Alternativ dazu oder darüber hinaus sendet der Alarmhandler in manchen Beispielen von Zeit zu Zeit (z. B. täglich, wöchentlich usw.) Überwachungsabfragen.

[0021] In manchen nachfolgend offenbarten Beispielen kann der Alarmhandler Überwachungsberichtanforderungen verwalten, um ein Überlasten von Systemressourcen (z. B. Prozessorlast, Prozesssteuerungssystembandbreite usw.) zu verhindern. In manchen derartigen Beispielen setzt der Alarmhandler Überwachungsberichtanforderungen in eine Warteschlange, um die Anzahl von gleichzeitig bearbeiteten Überwachungsabfragen zu regeln, die an die Feldvorrichtungen und/oder die Steuervorrichtungen im Prozesssteuerungssystem gesendet werden. Auf diese Weise steuert der Alarmhandler die an die Feldvorrichtungen und/oder die Steuervorrichtungen gesendeten Überwachungsabfragen, um absichtliche oder unbeabsichtigte Denial of Service-artige Angriffe (z. B. Senden von großen und/oder häufigen Überwachungsberichtanforderungen, die eine Schwächung des Prozesssteuerungssystems bewirken, da Systemressourcen eingesetzt werden, um die Überwachungsberichtanforderungen zu verarbeiten) zu verhindern.

[0022] In nachfolgend offenbarten Beispielen stellt der Alarmhandler einen Differenzbericht und/oder einen Laufzeitbericht bereit. Um den Differenzbericht zu erzeugen, vergleicht der Alarmhandler die Laufzeitprozesssteuerungsalarmdefinitionen und die Auslegungsprozesssteuerungsalarmdefinitionen. Der Differenzbericht gibt die Differenzen zwischen den Definitionen an und/oder Berichtet, ob die Prozesssteuerungsalarme unterdrückt werden. Der Laufzeitbericht gibt Informationen in den Laufzeitprozesssteuerungsalarmdefinitionen an, wie etwa gegenwärtige Wertgrenze, gegenwärtigen Unterdrückungszustand (z. B. aufgeschoben, außer Betrieb, nicht unterdrückt), Aktivierungszustand (z. B. aktiviert oder deaktiviert), Priorität usw. In manchen Beispielen gibt der Alarmhandler den Betriebszustand (z. B. Leerlauf, Betrieb, Herunterfahren usw.) der Feldvorrichtung und/oder der mit einem zu überwachenden Alarm verknüpften Steuervorrichtung an. Zum Beispiel gibt der Alarmhandler möglicherweise an, dass eine Ventilsteuervorrichtung heruntergefahren ist, wenn ein Überwachungsbericht zu überwachende und mit der Ventilsteuervorrichtung verknüpfte Alarne spezifiziert.

[0023] In manchen nachfolgend offenbarten Beispielen stellt der Alarmhandler möglicherweise die Differenzberichte und/oder die Laufzeitberichte in einem standardisierten Format dar (z. B. einem DSV-Format (delimiter-separated values), einem HTML-Format (hypertext markup language), einem XML-Format (extensible markup language), einem JSON-Format (JavaScript Object Notation) usw.). In manchen Beispielen kann der Alarmhandler die Differenzberichte und/oder die Laufzeitberichte im Einklang mit einem Stylesheet (z. B. XML-Stylesheet usw.) formatieren. In manchen Beispielen speichert der Alarmhandler die Differenzberichte und/oder die Laufzeitberichte an einem Speicherort in einem Netzwerk, so wie in der Überwachungsberichtanforderung spezifiziert.

[0024] In nachfolgend offenbarten Beispielen akzeptiert der Alarmhandler Überwachungsanforderungen, die Untergruppen von zu überwachenden Alarmen spezifizieren. In manchen Beispielen spezifiziert eine Überwachungsberichtanforderung möglicherweise eine Priorität und/oder einen Typ von zu überwachendem Prozesssteuerungsalarm. So kann zum Beispiel eine Überwachungsberichtanforderung die mit einer Prioritätsstufe „KRITISCH“ bezogen auf Temperatursonden ausgewiesenen Überwachungsprozesssteuerungsalarne des Alarmhandlers anfordern. In manchen Beispielen spezifiziert eine Überwachungsberichtanforderung möglicherweise eine Untergruppe der Steuervorrichtungen und/oder der Feldvorrichtungen, für die entsprechende Prozesssteuerungsalarne zu überwachen sind. In manchen Beispielen sind die Untergruppen von Steuervorrichtungen und/oder Feldvorrichtungen möglicherweise in logische und/oder geografische Unterteilungen (z. B. Bereiche) organisiert. In solchen Beispielen bestimmt der Alarmhandler beim Empfangen einer Alarmüberwachungsanforderung, die eine bestimmte Untergruppe der Steuervorrichtungen und/oder der Feldvorrichtungen spezifiziert, auf der Grundlage einer Systemtechnikdatenbank welche Steuervorrichtungen und/oder Feldvorrichtungen und welche Prozesssteuerungsalarne zu überwachen sind. So kann zum Beispiel eine Überwachungsberichtanforderung einen mit einem Tag MATERIAL_PREP_AREA verknüpften Bereich spezifizieren. In einem solchen Beispiel kann der Alarmhandler bestimmen, welche Prozesssteuerungsalarne in der Systemdatenbank mit dem Tag MATERIAL_PREP_AREA verknüpft sind und dann die Laufzeitprozesssteuerungsalarmdefinitionen von den entsprechenden Steuervorrichtungen und/oder Feldvorrichtungen anfordern.

[0025] In manchen nachfolgend offenbarten Beispielen nimmt der Alarmhandler die Überwachungsberichtanforderungen an, die Befehlszeilenparameter enthalten. Wie hier gebraucht ist ein Befehlszeilenparameter ein Parameter eines eine Überwachungsberichtanforderung erzeugenden Befehls, der die Überwachungsberichtanforderung ändert. So kann zum Beispiel ein Befehlszeilenparameter eine zuvor definierte Überwachungsberichtanforderung, einen Speicherort für den Bericht / die Berichte in dem Netzwerk, eine Untergruppe von zu überwachenden Alarmen, eine Priorität und/oder einen Typ von zu überwachendem Prozesssteuerungsalarm (z. B. Temperatursondenalarme, Systemalarme, Prozessalarme usw.) usw. spezifizieren.

[0026] **Fig. 1** stellt ein beispielhaftes Prozesssteuerungssystem **100** mit einem Alarmhandler **102** wie hier beschrieben dar. Das beispielhafte Prozesssteuerungssystem **100** nutzt eine Anlagenprozesssteuerungsarchitektur ein, die eine oder mehrere intelligente Anlagenfunktionen integriert, einschließlich Feldbusse **104** (wie etwa HART®- und/oder FOUNDATION™-Feldbusse), diskrete Hochgeschwindigkeitsbusse, eingebundene erweiterte Steuerung und erweiterte Einheits- und Chargenverwaltung. Feldbusse **104** vernetzen Feldvorrichtungen **106** innerhalb des Prozesssteuerungssystems **100** und stellen eine Infrastruktur für verschiedene Anwendungen bereit, einschließlich Vorrichtungsmanagement, Konfiguration, Überwachung und Diagnose usw.

[0027] Das beispielhafte Prozesssteuerungssystem **100** enthält die beispielhaften Feldvorrichtungen **106**, (ein) beispielhafte(s) Steuersystem(e) **108**, beispielhafte E/A-Vorrichtungen **110** und einen beispielhaften Host **112**. Die beispielhaften Feldvorrichtungen **106** steuern und/oder überwachen Prozesse und können zum Beispiel Ventile, Sensoren, Näherungsschalter, Motorstarter, Antriebe usw. enthalten. In dem dargestellten Beispiel sind die Feldvorrichtungen **106** kommunikativ mit den E/A-Vorrichtungen **110** gekoppelt und die E/A-Vorrichtungen erleichtern die Kommunikation mit den beispielhaften Feldvorrichtungen **106**. Die beispielhaften E/A-Vorrichtungen **110** unterstützen viele verschiedene Module zum Kommunizieren (z. B. über digitale und/oder analoge Kommunikation) mit vielen verschiedenen Feldvorrichtungen **106**. So kann zum Beispiel eine E/A-Vorrichtung ein analoges Modul zum Koppeln mit einer dreidimensionalen Temperatursonde und ein digitales Modul zum Koppeln mit einer digitalen Ventilsteuervorrichtung aufweisen. Die beispielhaften E/A-Vorrichtungen **110** empfangen Daten von den Feldvorrichtungen **106** und wandeln die Daten in Kommunikationen um, die von der beispielhaften Steuervorrichtung **108** verarbeitet werden können. Darüber hinaus wandeln die beispielhaften E/A-Vorrichtungen **110** Daten und/oder Kommunikationen von der beispielhaften Steuervorrichtung **108** in ein Format um, das von den Feldvorrichtungen **106** verarbeitet werden kann. In manchen Beispielen sind die E/A-Vorrichtungen **110** und die Steuervorrichtung(en) **108** in einer Einheit zusammengefasst.

[0028] In dem dargestellten Beispiel ist das Prozesssteuerungssystem **100** in Bereiche **114a**, **114b** eingeteilt, die die E/A-Vorrichtungen **110**, die Feldvorrichtungen **106** und/oder die Steuervorrichtung **108** enthalten, um Untergruppen dieses Prozesssteuerungssystems **100** auszubilden. Die beispielhaften Bereiche **114a**, **114b** teilen das Prozesssteuerungssystem **100** auf der Grundlage von logischen und/oder geografischen Verhältnissen zwischen den enthaltenen E/A-Vorrichtungen **110**, den Feldvorrichtungen **106** und/oder der Steuervorrichtung **108** ein. So kann der Bereich **114a** zum Beispiel für die E/A-Vorrichtungen **110**, die Feldvorrichtungen **106** und/oder die Steuervorrichtung **108** mit Bezug auf das Verarbeiten von Rohmaterialien definiert sein. Als ein weiteres Beispiel kann ein Bereich **114b** für die Feldvorrichtungen **106** und damit verknüpfte E/A-Vorrichtungen **110**, die in einem Reinraum einer Herstellungsanlage enthalten sind, definiert sein.

[0029] Die beispielhafte Steuervorrichtung **108** ist über ein verdrahtetes oder drahtloses Netz (z. B. ein LAN, ein WAN, das Internet usw.) mit dem Host **112** (z. B. eine Workstation und/oder ein Server) gekoppelt. Die beispielhafte Steuervorrichtung **108** steuert Routinen zum Berechnen von Prozessdaten auf der Grundlage von Ausgaben von der Feldvorrichtung **106** für Prozesssteuerungsanwendungen, wie zum Beispiel Überwachungsanwendungen, Alarmverwaltungsanwendungen, Prozesstrend- und/oder -verlaufsanwendungen, Diagnoseanwendungen, Stapelverarbeitungs- und/oder -kampagnenverwaltungsanwendungen, Statistikanwendungen, Videostreaminganwendungen, erweiterte Steuerungsanwendungen, sicherheitsinstrumentierte Anwendungen, Ereignisanwendungen usw. Die Steuervorrichtung **108** leitet Prozessdaten in periodischen Intervallen und/oder beim Verarbeiten oder Erzeugen der Prozessdaten an den Host **112** weiter. Die durch die Steuervorrichtung **108** übermittelten Prozessdaten enthalten möglicherweise Prozesssteuerungswerte, Datenwerte, Alarminformationen, Text, Blockmoduselementstatusinformationen, Diagnoseinformationen, Fehlermeldungen, Parameter, Ereignisse und/oder Vorrichtungsidentifikatoren.

[0030] In dem in **Fig. 1** dargestellten Beispiel führt der Host **112** Prozesssteuerungsanwendungen aus. Prozesssteuerungsanwendungen kommunizieren mit der beispielhaften Steuervorrichtung **108** zum Überwachen, Steuern und/oder Diagnostizieren der Feldvorrichtungen **106**. So können die Prozesssteuerungsanwendungen zum Beispiel Steuerautomatisierung, grafische Darstellungen des Prozesssteuerungssystems **100**, Änderungsmanagement, Prozesssteuerungsänderung, Datenerfassung, Datenanalyse usw. enthalten. In einigen

Beispielen zeigt eine mit dem Host **112** verbundene Anzeige die Prozesssteuerungsanwendungen über eine Benutzerschnittstelle an, um die Prozessdaten in einem grafischen Format darzustellen, das es einem Benutzer des Hosts **112** ermöglicht, die von den Feldvorrichtungen **106** erzeugten Prozessdaten (über eine Anwendung) grafisch einzusehen. In manchen Beispielen kann ein Bediener, wenn die Prozesssteuerungsanwendung auf einem Server ausgeführt wird, eine Fernverbindung von einer Workstation **116** zu dem Host **112** aufbauen, um auf die Prozesssteuerungsanwendungen zuzugreifen.

[0031] Darüber hinaus überwacht der beispielhafte Host **112** Prozesssteuerungsalarme in dem Prozesssteuerungssystem **100**. In manchen Beispielen empfängt der Host **112** von den beispielhaften Feldvorrichtungen **106** und/oder der beispielhaften Steuervorrichtung **108** Meldungen, die einen Alarmzustand (z. B. ein von einer Feldvorrichtung **106** gemessener Parameter erfüllt (z. B. übersteigt, unterschreitet usw.) einen in einer Laufzeitprozesssteuerungsalarmdefinition definierten Grenzwert) andeuten. Als Reaktion auf ein Anzeigen eines Prozesssteuerungsalarms kann der Host **112** sichtbare und/oder hörbare Warnungen zum Beispiel in der Workstation **116** erzeugen. In dem dargestellten Beispiel speichern die Feldvorrichtungen **106** und/oder die Steuervorrichtung **108** die Laufzeitprozesssteuerungsalarmdefinitionen, die die jeweilige Feldvorrichtung **108** und/oder die Steuervorrichtung **108** nutzt, um einen Alarmzustand zu erkennen.

[0032] Die Laufzeitprozesssteuerungsalarmdefinitionen können während der Laufzeit des Prozesssteuerungssystems **100** geändert werden. In manchen Beispielen kann ein Bediener eine Wertgrenze einer Prozesssteuerungsalarmdefinition ändern. So kann ein Bediener zum Beispiel eine Wertgrenze für einen Prozesssteuerungsalarm einstellen, der flattert (z. B. liegt der Alarmparameter bei normalen Betriebsbedingungen nah an dem gemessenen Parameter, was dazu führt, dass der Prozesssteuerungsalarm häufig ausgelöst wird). Darüber hinaus kann in manchen Beispielen die Steuerungslogik eine Wertgrenze einstellen. So kann zum Beispiel eine Feldvorrichtung **106** im Laufe der Zeit einen Grundwert eines Parameters festlegen und eine Wertgrenze einstellen, um einen Alarm auszulösen, wenn ein plötzlicher Spitzenwert in dem Wert des Parameters vorliegt. In manchen Beispielen kann ein Benutzer Prozesssteuerungsalarme durch Aufschieben (z. B. über einen Zeitraum vorübergehend deaktivieren) unterdrücken (z. B. deaktivieren) und/oder Prozesssteuerungsalarme außer Betrieb setzen (z. B. bis zum erneuten Aktivieren deaktivieren).

[0033] In dem dargestellten Beispiel aus **Fig. 1** enthält das Prozesssteuerungssystem **100** eine beispielhafte Systemtechnikdatenbank **118**. **Fig. 2** zeigt eine beispielhafte Datenstruktur **200**, die in der Systemtechnikdatenbank **118** gespeichert ist, die Beziehungen zwischen Komponenten (z. B. den Feldvorrichtungen **106**, den E/A-Vorrichtungen **110**, der Steuervorrichtung **108** usw.) des beispielhaften Prozesssteuerungssystems **100** identifiziert. In dem dargestellten Beispiel aus **Fig. 2** enthält die Datenstruktur **200** einen beispielhaften Feldvorrichtungsidentifikator (ID) **202**, eine beispielhafte Steuervorrichtungs-ID **204**, eine beispielhafte E/A-Vorrichtungs-ID **206** und ein beispielhaftes Bereichs-Tag **208**. Der beispielhafte Feldvorrichtungsidentifikator **202** identifiziert eine Feldvorrichtung **106** in dem beispielhaften Prozesssteuerungssystem **100** eindeutig. Die beispielhafte Steuervorrichtungs-ID **204** identifiziert eine Steuervorrichtung **108** in dem beispielhaften Prozesssteuerungssystem **100**, mit dem die entsprechende Feldvorrichtung **106** kommunikativ gekoppelt ist. Die beispielhafte E/A-Vorrichtungs-ID **206** identifiziert die E/A-Vorrichtung **110** in dem beispielhaften Prozesssteuerungssystem **100**, mit dem die entsprechende Feldvorrichtung **106** kommunikativ gekoppelt ist. Das beispielhafte Bereichs-Tag **208** identifiziert einen Bereich **114a**, **114b** in dem beispielhaften Prozesssteuerungssystem **100** dem die entsprechende Feldvorrichtung **106** zugeordnet ist, eindeutig.

[0034] Wieder bezogen auf das in **Fig. 1** dargestellte Beispiel überwacht der beispielhafte Alarmhandler **102** Prozesssteuerungsalarme in dem Prozesssteuerungssystem **100**. Um einen Prozesssteuerungsalarm zu überwachen sendet der Alarmhandler **102** Überwachungsabfragen über den Feldbus **104** an die Feldvorrichtungen **106** und/oder die Steuervorrichtung **108**. Die beispielhaften Überwachungsabfragen fordern die Prozesssteuerungsalarmdefinitionen von den Feldvorrichtungen **106** und/oder der Steuervorrichtung **108** (z. B., die Laufzeitprozesssteuerungsalarmdefinitionen) und/oder einen Status (z. B. aktiviert, deaktiviert, unterdrückt) an. In manchen Beispielen fordern die Überwachungsabfragen auch den Betriebszustand (z. B. Leerlauf, Betrieb, Herunterfahren usw.) der Feldvorrichtungen **106** und/oder der Steuervorrichtung **108** an. Der beispielhafte Alarmhandler **102** weist die Überwachungsabfragen als mit niedriger Priorität aus, sodass die Feldvorrichtungen **106** und/oder die Steuervorrichtungen **108** die Überwachungsabfragen verarbeiten, wenn dies nicht den normalen Betrieb der Feldvorrichtungen **106** und/oder den Steuervorrichtungen **108** stören würde.

[0035] Der Alarmhandler **102** des dargestellten Beispiels erzeugt Berichte auf der Grundlage von Ergebnissen der an die Feldvorrichtungen **106** und/oder die Steuervorrichtung **108** gesendeten Überwachungsabfragen. In manchen Beispielen erzeugt der Alarmhandler **102** einen Differenzbericht durch Vergleichen der von den Feldvorrichtungen **106** und/oder der Steuervorrichtung **108** erhaltenen Laufzeitprozesssteuerungsalarm-

definitionen mit entsprechenden Auslegungsprozesssteuerungsalarmdefinitionen in einer Alarmdefinitionsdatenbank **120**. Darüber hinaus oder zusätzlich dazu erzeugt der Alarmhandler **102** in manchen Beispielen einen Laufzeitbericht, der die Laufzeitprozesssteuerungsalarmdefinitionen und die damit verbundenen Statusse meldet, die von den Feldvorrichtungen **106** und/oder der Steuervorrichtung **108** empfangen worden sind.

[0036] Der beispielhafte Alarmhandler **102** empfängt Überwachungsberichtanforderungen von der Workstation **116**. Die Überwachungsberichtanforderungen spezifizieren, welche Prozesssteuerungsalarme zu überwachen sind. So kann zum Beispiel eine Überwachungsberichtanforderung spezifizieren, dass mit dem Bereich **114a**, **114b** verknüpfte Prozesssteuerungsalarme, die dem Tag MATERIAL_PREP_AREA entsprechen, zu überwachen sind. Darüber hinaus spezifizieren die Überwachungsberichtanforderungen, welche Art von Bericht (z. B. ein Laufzeitbericht, ein Differenzbericht usw.) von dem beispielhaften Alarmhandler **102** zu erzeugen ist. In manchen Beispielen nimmt der Alarmhandler **102** Überwachungsberichtanforderungen mit Befehlszeilenparametern an. Befehlszeilenparameter sind Parameter, die die Überwachungsberichtanforderung modifizieren. Die Befehlszeilenparameter ermöglichen es einer auf der Workstation **116** ausgeführten Anwendung (z. B. einer Drittanbieteranwendung usw.) eine bestimmte Überwachungsberichtanforderung zu erzeugen, ohne in den Alarmhandler **102** integriert zu sein. Beispielhafte Befehlszeilenparameter, die der beispielhafte Alarmhandler **102** akzeptiert sind nachfolgend in Tabelle 1 dargestellt.

| Befehlszeilenparameter | Beispiel | Beschreibung |
|------------------------|---------------------------|---|
| Dateipfad | „H:\AlarmReports\Runtime“ | Der Speicherort in einem Netzwerk, an dem der Alarmhandler den Überwachungsbericht speichern soll. |
| Berichttyp | „runtime“ | Die Art des zu erstellenden Berichts (e.g. ein Laufzeitbericht, ein Differenzbericht usw.). |
| Aktivierte Alarme | „/enabledalarms“ | Spezifiziert, ob der Alarmhandler nur aktivierte Prozesssteuerungsalarme überwachen soll. |
| Prozessalarme | „/processalarms“ | Spezifiziert, ob der Alarmhandler nur Prozessalarme überwachen soll. |
| Systemalarme | „/sysalarms“ | Spezifiziert, ob der Alarmhandler nur Systemalarme überwachen soll. |
| Bereich | „/area:PRODUCTION1_AREA“ | Der Alarmhandler überwacht Prozesssteuerungsalarme, die den E/A-Vorrichtungen und/oder Feldvorrichtungen entsprechen, die dem spezifizierten Bereich entsprechen. |
| Steuervorrichtung | „/controller:CON1“ | Der Alarmhandler überwacht Prozesssteuerungsalarme, die den E/A-Vorrichtungen und/oder Feldvorrichtungen entsprechen, die der spezifizierten Steuervorrichtung entsprechen. |
| E/A-Vorrichtung | „/iodevice:LTB412“ | Der Alarmhandler überwacht Prozesssteuerungsalarme, die der spezifizierten E/A-Vorrichtung entsprechen. |
| Feldvorrichtung | „/fielddevice:MXR_MAT2“ | Der Alarmhandler überwacht mit der Feldvorrichtung verknüpfte Prozesssteuerungsalarme. |

TABELLE 1: BEISPIELHAFTE BEFEHLSZEILENPARAMETER

[0037] In dem dargestellten Beispiel bestimmt der Alarmhandler **102** nach dem Empfangen einer Überwachungsberichtanforderung, welche Prozesssteuerungsalarme zu überwachen sind. In manchen Beispielen überwacht der Alarmhandler **102** alle mit den Feldvorrichtungen **106** und/oder den Steuervorrichtungen **108** in dem Prozesssteuerungssystem **100** verknüpften Prozesssteuerungsalarme. Alternativ dazu überwacht der Alarmhandler **102** in manchen Beispielen durch die Überwachungsberichtanforderung (z. B. über die Befehlszeilenparameter) spezifizierte Prozesssteuerungsalarme auf der Grundlage der in der Systemtechnikdaten-

bank **118** gespeicherten Datenstruktur **200** und/oder den in der Alarmdefinitionsdatenbank **120** gespeicherten Prozesssteuerungsalarmdefinitionen. Wenn zum Beispiel die Überwachungsberichtanforderung mit einem Bereich (z. B: dem Bereich **114a**) verknüpfte Prozesssteuerungsalarme, ausgewiesen durch das Tag PRODUCTION1_AREA, dann ruft der Alarmhandler **102** die mit dem Bereichs-Tag **208** „PRODUCTION1_AREA“ verknüpften Feldvorrichtungs-IDs **202** aus der Systemtechnikdatenbank **118** ab.

[0038] In manchen Beispielen pflegt der Alarmhandler **102** eine Anforderungswarteschlange. In solchen Beispielen platziert der Alarmhandler **102** neue Überwachungsberichtanforderungen in die Anforderungswarteschlange und behandelt die Überwachungsberichtanforderungen, um die erforderlichen Prozessor- und Bandbreitenressourcen des Prozesssteuerungssystems **100** zum Beantworten der Überwachungsberichtanforderungen zu begrenzen. Wenn zum Beispiel der Alarmhandler **102** Überwachungsberichtanforderungen mit hoher Häufigkeit (z. B. in einem Denial of Service-artige Angriff) empfängt, dann platziert der Alarmhandler **102** die Überwachungsberichtanforderungen in der Anforderungswarteschlange (oder löscht in manchen Fällen manche der Überwachungsberichtanforderungen) und verarbeitet die Anforderungen einzeln.

[0039] Um die Prozesssteuerungsalarme zu überwachen, erzeugt der Alarmhandler **102** über den Feldbus **104** an die Feldvorrichtungen **106** und/oder die Steuervorrichtungen **108** zu sendende Überwachungsabfragen. Der beispielhafte Alarmhandler **102** verwaltet die Überwachungsabfragen derart, dass die Leistung des Prozesssteuerungssystems **100** nicht verschlechtert wird. In manchen Beispielen weist der Alarmhandler **102** die Überwachungsabfragen als von niedriger Priorität aus, sodass die Feldvorrichtungen **106** und/oder die Steuervorrichtungen **108** ein Beantworten der Überwachungsabfragen verzögert, wenn eine Maßnahme (z. B. eine Alarmmeldung usw.) mit höherer Priorität vorliegt. In manchen Beispielen pflegt der Alarmhandler **102** eine Anforderungswarteschlange für die erzeugten Überwachungsabfragen. In solchen Beispielen steuert der Alarmhandler **102** eine Rate, mit der die Überwachungsabfragen an die Feldvorrichtungen **106** und/oder die Steuervorrichtungen **108** gesendet werden.

[0040] In dem dargestellten Beispiel empfängt der Alarmhandler **102** Antworten auf die Überwachungsabfragen. Da den Überwachungsabfragen in manchen Beispielen eine niedrige Priorität zugeordnet ist, werden die Antworten möglicherweise über einen Zeitraum von dem Alarmhandler **102** empfangen. In dem dargestellten Beispiel überwacht der Alarmhandler **102**, welche Überwachungsabfragen mit welcher Überwachungsberichtanforderung verknüpft sind. Der beispielhafte Alarmhandler **102** erzeugt die den Überwachungsberichtanforderungen entsprechenden Überwachungsberichte, wenn der Alarmhandler **102** die Antworten auf die mit der Überwachungsberichtanforderung verknüpften Überwachungsabfragen empfangen hat. In manchen Beispielen assoziiert der Alarmhandler **102**, wenn mehrere Überwachungsberichtanforderungen zu Überwachungsabfragen in derselben Feldvorrichtung **106** und/oder derselben Steuervorrichtung **108** führen, die an die Feldvorrichtung **106** und/oder die Steuervorrichtung **108** gesendeten Überwachungsabfragen mit den mehreren Überwachungsberichtanforderungen. Auf diese Weise geht der Alarmhandler **102** sparsam mit den Ressourcen (z. B. die Verarbeitungszyklen, die Bandbreite usw.) des Prozesssteuerungssystems **100** um, indem die Anzahl der Überwachungsabfragen, auf die die Feldvorrichtung **106** und/oder die Steuervorrichtungen **108** antworten müssen, verringert wird.

[0041] Fig. 3 stellt eine Umsetzung des beispielhaften Alarmhandlers **102** aus Fig. 1 zum Überwachen von Prozesssteuerungsalarmen in einem Prozesssteuerungssystem **100** aus Fig. 1 dar. Der Alarmhandler **102** des dargestellten Beispiels enthält einen beispielhaften Alarmkommunikator **300**, einen beispielhaften Abfragegenerator **302**, einen beispielhaften Systemkommunikator **304** und einen beispielhaften Berichtgenerator **306**. Der beispielhafte Alarmkommunikator **300** steht in Kommunikation mit der Workstation **116** aus Fig. 1. In manchen Beispielen kommuniziert der Alarmkommunikator **300** mit der Workstation **116** über eine Internetprotokollverbindung (z. B. TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) usw.). In manchen Beispielen nimmt der Alarmkommunikator **300** eine Befehlszeileingabe an.

[0042] Der beispielhafte Alarmkommunikator **300** empfängt Überwachungsberichtanforderungen und/oder Überwachungsberichtdefinitionen. Die beispielhaften Überwachungsberichtanforderungen spezifizieren Bereiche **114a**, **114b** (Fig. 1), E/A-Vorrichtungen **110** (Fig. 1) und/oder Feldvorrichtungen **106** (Fig. 1), für die verknüpfte Prozesssteuerungsalarme zu überwachen sind. In manchen Beispielen enthalten die Überwachungsberichtanforderungen auch Filteroptionen, um weiter zu präzisieren, welche der Prozesssteuerungsalarme zu überwachen sind. Zum Beispiel kann eine Überwachungsberichtanforderung die mit der Feldvorrichtung **106** assoziierten Prozesssteuerungsalarme mit der Feldvorrichtungs-ID **202** MXR_MAT1 **202** (Fig. 2) spezifizieren und kann einen Filterwert „AKTIVIERT“ spezifizieren.

[0043] Die Überwachungsberichtdefinitionen spezifizieren Bereiche **114a**, **114b** (Fig. 1), E/A-Vorrichtungen **110** (Fig. 1) und/oder Feldvorrichtungen **106** (Fig. 1), für die verknüpfte Prozesssteuerungsalarme zu überwachen sind. In manchen Beispielen enthalten die Überwachungsberichtdefinitionen auch Filteroptionen, um weiter zu präzisieren, welche der Prozesssteuerungsalarme zu überwachen sind. Wenn eine Überwachungsberichtdefinition von dem Alarmkommunikator **300** empfangen wird, dann speichert der beispielhafte Alarmkommunikator **300** die Überwachungsberichtdefinition in einer beispielhaften Berichtdefinitionsdatenbank **308**. Auf diese Weise kann eine Überwachungsberichtanforderung eine Überwachungsberichtdefinition in der Berichtdefinitionsdatenbank **308** spezifizieren, um zu spezifizieren, welche Prozesssteuerungsalarme zu überwachen sind. In manchen Beispielen weist der Alarmkommunikator **300** einer empfangenen Überwachungsberichtanforderung eine Anforderungs-ID zu, um das Nachverfolgen von als Antwort auf die Überwachungsberichtanforderung erzeugten Überwachungsabfragen zu erleichtern.

[0044] In dem dargestellten Beispiel empfängt der Abfragegenerator **302** die Überwachungsberichtanforderungen von dem Alarmkommunikator **300** oder ruft sie auf andere Weise ab. Der beispielhafte Abfragegenerator **302** bestimmt, welche Prozesssteuerungsalarme zu überwachen sind und erzeugt Überwachungsabfragen, die an die mit den zu überwachenden Alarmen verknüpften Feldvorrichtungen **106** und/oder Steuervorrichtungen **108** zu senden sind. Um zu bestimmen, welche Überwachungsabfragen zu erzeugen sind, bestimmt der beispielhafte Abfragegenerator **302**, welche Feldvorrichtungen **106** und/oder Steuervorrichtungen **108** durch die Überwachungsberichtanforderung spezifiziert werden. In dem dargestellten Beispiel ruft der Abfragegenerator **302** Feldvorrichtungs-IDs **202** (Fig. 2) und/oder Steuervorrichtungs-IDs **204** (Fig. 2) aus der Systemtechnikdatenbank **118** (Fig. 1), entsprechend den in der Überwachungsberichtanforderung spezifizierten Bereichen **114a**, **114b**, E/A-Vorrichtungen **110** und/oder Feldvorrichtungen **106** ab. Wenn zum Beispiel eine Überwachungsberichtanforderung einen bestimmten Bereichs-Tag **208** (Fig. 2) spezifiziert, dann ruft der Abfragegenerator **302** die Feldvorrichtungs-IDs **202** und/oder die Steuervorrichtungs-IDs **204** (Fig. 2) aus der mit diesem Bereichs-Tag **208** verknüpften Systemtechnikdatenbank **118** ab. In manchen Beispielen sind die Überwachungsabfragen mit der Anforderungs-ID verknüpft, die durch den Alarmkommunikator **300** der Überwachungsberichtanforderung zugeordnet worden ist.

[0045] In dem dargestellten Beispiel aus Fig. 3 pflegt der Systemkommunikator **304** eine Statusaktualisierungswarteschlange zum Verwalten der Übermittlung der Überwachungsabfragen an die Feldvorrichtungen **106** und/oder andere Steuervorrichtungen **108** mit zu überwachenden Prozesssteuerungsalarmen. Nachdem der Abfragegenerator **302** eine Überwachungsabfrage erzeugt, platziert der Systemkommunikator **304** die Überwachungsabfrage in der Statusaktualisierungswarteschlange. Wenn der Systemkommunikator **304** dann eine Überwachungsabfrage von dem Abfragegenerator **302** empfängt, die einer Überwachungsabfrage in der Statusaktualisierungswarteschlange entspricht (z. B. eine Überwachungsabfrage, die für dieselbe Feldvorrichtung **106** und/oder dieselbe Steuervorrichtung **108** vorgesehen ist wie die bereits in der Statusaktualisierungswarteschlange befindliche Überwachungsabfrage), dann kombiniert der Systemkommunikator **304** in manchen Beispielen die zwei Überwachungsabfragen. In manchen solchen Beispielen verknüpft der Systemkommunikator **304** die der empfangenen Überwachungsabfrage entsprechende Anforderungs-ID mit der bereits in der Statusaktualisierungswarteschlange befindlichen Überwachungsabfrage, um die beiden Überwachungsabfragen zu kombinieren.

[0046] Der beispielhafte Systemkommunikator **304** verwaltet die Übermittlung der Überwachungsabfragen über den Feldbus **104**, um den Betrieb des Prozesssteuerungssystems **100** nicht zu stören. In manchen Beispielen steuert der Systemkommunikator **304** eine Häufigkeit, mit der die Überwachungsabfragen in der Statusaktualisierungswarteschlange an die entsprechenden Feldvorrichtungen **106** und/oder die entsprechenden Steuervorrichtungen **108** gesendet werden. Darüber hinaus oder alternativ dazu weist der Systemkommunikator **304** die Überwachungsabfragen als Meldungen mit niedriger Priorität aus. Der beispielhafte Systemkommunikator **304** verfolgt Überwachungsantworten, die von den beispielhaften Feldvorrichtungen **106** empfangene Prozesssteuerungsalarmdefinitionen enthalten. In dem dargestellten Beispiel leitet der Systemkommunikator **304** die Überwachungsantworten an den beispielhaften Berichtgenerator **306** weiter.

[0047] In dem dargestellten Beispiel empfängt der Berichtgenerator **306** die Überwachungsberichtanforderungen von dem Abfragegenerator **302** oder ruft sie auf andere Weise ab. Die Überwachungsberichtanforderung spezifiziert einen Typ von Überwachungsbericht (z. B. einen Laufzeitbericht, einen Differenzbericht usw.), den der Berichtgenerator **306** erstellen soll. Der beispielhafte Berichtgenerator **306** empfängt die Berichtantworten von dem Systemkommunikator **304**. Die beispielhaften Überwachungsantworten enthalten Laufzeitprozesssteuerungsalarmdefinitionen, die von den entsprechenden Feldvorrichtungen **106** eingesetzt werden. In manchen Beispielen werden die Überwachungsantworten über einen Zeitraum empfangen, während Feldvorrichtungen **106** auf die Überwachungsabfragen antworten. In manchen Beispielen verfolgt der Berichtgenerator

306, welche Überwachungsantworten angefordert werden (z. B. auf der Grundlage der von dem Abfragegenerator **302** empfangenen Überwachungsberichtanforderungen). Wenn der beispielhafte Berichtgenerator **306** die Überwachungsantwort für eine Überwachungsberichtanforderung empfängt, erzeugt der beispielhafte Berichtgenerator **306** einen Überwachungsbericht. In manchen Beispielen wartet der Berichtgenerator **306** eine Zeit lang (z. B. sechs Stunden, einen Tag, eine Woche usw.) auf den Empfang der Überwachungsantworten. In solchen Beispielen erzeugt der Berichtgenerator **306**, wenn der Zeitraum abläuft, den Überwachungsbericht, der Fehlermeldungen für Prozesssteuerungsalarme enthält, für die die entsprechende Überwachungsantwort nicht empfangen worden ist.

[0048] Um einen Laufzeitbericht zu erzeugen, kompiliert der Berichtgenerator **306** die Überwachungsantworten von den Feldvorrichtungen **106** und wendet die Filterwerte an, falls welche in der Überwachungsberichtanforderung enthalten sind. Zum Beispiel entfernt der Berichtgenerator **306**, wenn eine Überwachungsberichtanforderung einen Filter zum Ausschließen von unterdrückten Prozesssteuerungsalarmen spezifiziert, Überwachungsantworten, die angeben, dass die entsprechenden Prozesssteuerungsalarne unterdrückt werden (z. B. aufgeschoben, außer Betrieb usw.).

[0049] In manchen Beispielen spezifiziert die Überwachungsberichtanforderung einen Laufzeitbericht. **Fig. 4** zeigt einen beispielhaften Laufzeitbericht **400**, erstellt durch den Berichtgenerator **306**. In dem dargestellten Beispiel enthält der Laufzeitbericht **400** Laufzeitprotokolle **401**. Die beispielhaften Laufzeitprotokolle **401** enthalten die Informationen in diesen Laufzeitprozesssteuerungdefinitionen und Informationen zur Unterdrückung des Prozesssteuerungsalarms. In dem dargestellten Beispiel enthalten die Laufzeitprotokolle **401** einen beispielhaften Prozesssteuerungsalarmpfad **402**, einen beispielhaften Prioritätsindikator **404**, eine beispielhafte Aktivierungskennzeichen **406**, einen beispielhaften Grenzwert **408** einen beispielhaften Unterdrückungsgrund **410**, einen beispielhaften Unterdrückungszeitüberschreitungswert **412**, ein beispielhaftes Aufschubunterdrückungskennzeichen **414** und ein beispielhaftes außer-Betrieb-Unterdrückungskennzeichen **416**. In dem dargestellten Beispiel enthält der Laufzeitbericht **400** die Filterwerte **418**, die andeuten, welche Filter in dieser Überwachungsberichtanforderung enthalten waren. In dem dargestellten Beispiel deutet der Prozesssteuerungsalarmpfad den Bereichs-Tag **208**, die Steuervorrichtung-ID **204** und eine mit dem entsprechenden Prozesssteuerungsalarm verknüpfte Prozesssteuerungsalarm-ID an. Der beispielhafte Prioritätsindikator **404** deutet eine Prioritätsstufe für den entsprechenden Prozesssteuerungsalarm an. Das beispielhafte Aktivierungskennzeichen **406** gibt an, ob der Prozesssteuerungsalarm AKTIVIERT (z. B. ein die Aktivierung anzeigen Wert) oder DEAKTIVIERT (z. B. ein die Deaktivierung anzeigen Wert) ist. Der beispielhafte Grenzwert **408** gibt den Laufzeitgrenzwert an, der den Prozesssteuerungsalarm auslöst. Der beispielhafte Unterdrückungsgrund **410** enthält eine kurze Erklärung des Grundes dafür, dass der entsprechende Prozesssteuerungsalarm unterdrückt ist. Der beispielhafte Unterdrückungszeitüberschreitungswert **412** deutet eine Zeit an, bis der Prozesssteuerungsalarm nicht länger aufgeschoben ist. Das beispielhafte Aufschubunterdrückungskennzeichen **414** deutet an, ob der entsprechende Prozesssteuerungsalarm aufgeschoben ist. Das beispielhafte außer-Betrieb-Unterdrückungskennzeichen **416** deutet an, ob der entsprechende Prozesssteuerungsalarm außer Betrieb ist.

[0050] In manchen Beispielen spezifiziert die Überwachungsberichtanforderung einen Differenzbericht. Um einen Differenzbericht zu erzeugen, ruft der Berichtgenerator **306** aus **Fig. 3** Auslegungsprozesssteuerungsalarmdefinitionen aus der Alarmdefinitionsdatenbank **120** ab, die den Laufzeitprozesssteuerungsalarmdefinitionen entsprechen, welche in den von dem Systemkommunikator **304** empfangenen Überwachungsantworten enthalten sind. Der beispielhafte Berichtgenerator **306** bestimmt Differenzen zwischen den Laufzeitprozesssteuerungsalarmdefinitionen und den Auslegungsprozesssteuerungsalarmdefinitionen.

[0051] **Fig. 5** zeigt einen beispielhaften Differenzbericht **500**, erstellt durch den beispielhaften Berichtgenerator **306**. In dem dargestellten Beispiel enthält Differenzbericht **500** eine Zusammenfassung **502** der Differenz zwischen den Laufzeitprozesssteuerungsalarmdefinitionen und den Auslegungsprozesssteuerungsalarmdefinitionen. Der beispielhafte Differenzbericht **500** deutet beispielhafte Differenzprotokolle **503** an. In dem dargestellten Beispiel enthalten die Differenzprotokolle **503** einen beispielhaften Prozesssteuerungsalarmpfad **402** ein beispielhaftes Eigenschaftsfeld **(504)**, ein beispielhaftes Auslegungsfeld **(506)**, ein beispielhaftes Laufzeitfeld **508** und ein beispielhaftes zusätzliches Datenfeld **510**. In dem dargestellten Beispiel deutet der Prozesssteuerungsalarmpfad **402** den Bereichs-Tag **208**, die Steuervorrichtung-ID **204** und eine mit dem entsprechenden Prozesssteuerungsalarm verknüpfte Prozesssteuerungsalarm-ID an. Das beispielhafte Eigenschaftsfeld **504** deutet an, welche Eigenschaft (z. B. der Prioritätsindikator **404**, das Aktivierungskennzeichen **406**, der Grenzwert **408** usw.) in den Laufzeitprozesssteuerungsalarmdefinitionen anders ausfällt als in den Auslegungsprozesssteuerungsalarmdefinitionen.

[0052] Wie in **Fig. 5** dargestellt kann ein Prozesssteuerungsalarm (z. B. hier durch den Prozesssteuerungspfad **402** angedeutet) mehr als einmal in einem Differenzbericht **500** dargestellt sein, wenn mehr als eine Eigenschaft, wie durch das Eigenschaftsfeld **504** angedeutet, in den Laufzeitprozesssteuerungsalarmdefinitionen anders ausfällt als in den Auslegungsprozesssteuerungsalarmdefinitionen. Das beispielhafte Auslegungsfeld **506** hält den Wert, der der entsprechenden Auslegungsprozesssteuerungsalarmdefinition der durch das Eigenschaftsfeld **504** angedeuteten Eigenschaft entspricht. Das beispielhafte Laufzeitfeld **508** hält den Wert, der der entsprechenden Laufzeitprozesssteuerungsalarmdefinition der durch das Eigenschaftsfeld **504** angedeuteten Eigenschaft entspricht. Das beispielhafte zusätzliche Datenfeld **510** enthält weitere Aspekte (z. B. von Unterdrückungsgrund **410**, Unterdrückungszeitüberschreitungswert **412**, Aufschubunterdrückungskennzeichen **414**, außer-Betrieb-Unterdrückungskennzeichen **416** usw.) der Laufzeitprozesssteuerungsalarmdefinition. Wenn zum Beispiel eine Laufzeitprozesssteuerungsalarmdefinition andeutet, dass der Prozesssteuerungsalarm unterdrückt ist, dann enthält der Berichtgenerator die auf die Unterdrückung bezogenen Daten in dem zusätzlichen Datenfeld **510**. In dem dargestellten Beispiel enthält der Differenzbericht **500** die Filterwerte **418**, die andeuten, welche Filter in dieser Überwachungsberichtanforderung enthalten waren.

[0053] Der Berichtgenerator **306** aus **Fig. 3** erzeugt den Bericht (z. B. den Laufzeitbericht **400**, den Differenzbericht **500** usw.) in einem standardisierten Format (einem DSV-Format, einem HTML-Format, einem XML-Format, einem JSON-Format usw.). Der beispielhafte Berichtgenerator leitet den Bericht an den beispielhaften Alarmkommunikator **300** weiter. In manchen Beispielen sendet der Alarmkommunikator **300** den erzeugten Bericht an die Workstation **116**. Alternativ dazu speichert in manchen Beispielen der Alarmkommunikator **300** den Bericht an einem Speicherort in einem Netzwerk, der durch die Überwachungsberichtanforderung spezifiziert ist.

[0054] Während eine beispielhafte Weise zum Umsetzen des beispielhaften Alarmhandlers **102** aus **Fig. 1** in **Fig. 3** dargestellt ist, können ein oder mehrere dieser in **Fig. 3** dargestellten Elemente, Prozesse und/oder Vorrichtungen kombiniert, geteilt, neu angeordnet, ausgelassen, eliminiert oder auf andere Weise umgesetzt werden. Darüber hinaus kann der beispielhafte Alarmkommunikator **300**, der beispielhafte Abfragegenerator **302**, der beispielhafte Systemkommunikator **304**, der beispielhafte Berichtgenerator **306** und/oder allgemeiner der beispielhafte Alarmhandler **102** aus **Fig. 1** durch Hardware, Software, Firmware und/oder jede Kombination aus Hardware, Software und/oder Firmware umgesetzt werden. So könnte zum Beispiel jedes Element aus dem beispielhaften Alarmkommunikator **300**, dem beispielhaften Abfragegenerator **302**, dem beispielhaften Systemkommunikator **304**, dem beispielhaften Berichtgenerator **306** und/oder allgemeiner dem beispielhaften Alarmhandler **102** durch einen/eine oder mehrere analoge oder digitale Schaltkreise, Logikschaltkreise, programmierbare Prozessoren, anwendungsspezifische integrierte Schaltkreise (application specific integrated circuits – ASICs), programmierbaren Logikbausteine (programmable logic devices – PLDs) und/oder anwenderprogrammierbare Logikschaltkreise (field programmable logic devices – FPLDs) umgesetzt sein. Beim Auslegen eines beliebigen Vorrichtung- oder Systemanspruchs dieses Patents als eine reine Software- und/oder Firmwareumsetzung abdeckend, soll hiermit ausdrücklich wenigstens ein Element aus dem Beispiel, dem beispielhaften Alarmkommunikator **300**, dem beispielhaften Abfragegenerator **302**, dem beispielhaften Systemkommunikator **304** und/oder dem beispielhaften Berichtgenerator **306** definiert sein, eine greifbare computerlesbare Speichervorrichtung oder eine Speicherplatte, wie etwa eine DVD (Digital Versatile Disc), eine CD (Compact Disc), eine Blu-ray Disc usw., auf der die Software und/oder die Firmware gespeichert ist, zu enthalten. Ferner kann der beispielhafte Alarmhandler **102** aus **Fig. 1** ein/einen/eine oder mehrere Elemente, Prozesse und/oder Vorrichtungen zusätzlich zu den in **Fig. 3** dargestellten oder anstelle derer enthalten und/oder kann mehr als ein/einen/eine der dargestellten Elemente, Prozesse und Vorrichtungen enthalten.

[0055] Flussdiagramme, die beispielhafte Verfahren zum Umsetzen des Alarmhandlers **102** aus **Fig. 1** und **Fig. 3** darstellen, sind in **Fig. 6** und **Fig. 7** dargestellt. In diesem Beispiel umfassen die Verfahren ein Programm zum Ausführen durch einen Prozessor, wie etwa den Prozessor **812**, gezeigt in der beispielhaften Prozessorenplattform **800**, im Folgenden dargestellt in Verbindung mit **Fig. 8**. Das Programm kann in Software verkörpert sein, die auf einem greifbaren computerlesbaren Speichermedium, wie etwa einer CD-ROM, einer Diskette, einer Festplatte, einer DVD (digital versatile disk), einer Blu-ray Disc oder einen mit dem Prozessor **812** verknüpften Speicher gespeichert ist, aber das gesamte Programm und/oder Teile davon könnten alternativ dazu durch eine andere Vorrichtung als dem Prozessor **812** ausgeführt werden und/oder in Firmware oder dedizierter Hardware verkörpert sein. Ferner können, wenngleich das beispielhafte Programm / die beispielhaften Programme mit Bezug auf die in **Fig. 6** und **Fig. 7** dargestellten Flussdiagramme beschrieben ist/sind, alternativ dazu zahlreiche andere Verfahren zum Umsetzen des Alarmhandlers **102** eingesetzt werden. Zum Beispiel kann die Reihenfolge der Ausführung der Blöcke geändert werden und/oder manche der beschriebenen Blöcke können geändert, eliminiert oder kombiniert werden.

[0056] Wie zuvor beschrieben können die beispielhaften Verfahren aus **Fig. 6** und **Fig. 7** mit programmierten Anweisungen (z. B. computer- und/oder maschinenlesbaren Anweisungen) umgesetzt werden, die auf einem greifbaren computerlesbaren Speichermedium, wie etwa einem Festplattenlaufwerk, einem Flash-Speicher, einem Nurlesespeicher (read-only memory – ROM), einer CD (compact disk), einer DVD (digital versatile disk), einem Cache, einem Arbeitsspeicher (random-access memory – RAM) und/oder einer anderen Speichervorrichtung oder Speicherplatte, in der Informationen für einen Zeitraum (z. B. für längere Zeiträume, permanent, kurzzeitig, für temporäres Puffern und/oder zum Zwischenspeichern der Informationen) gespeichert sind. Wie hier gebraucht ist der Begriff greifbares computerlesbares Speichermedium ausdrücklich definiert, jeden Typ von computerlesbarem Speichermedium und/oder Speicherplatte zu enthalten und das Verbreiten von Signalen auszuschließen und Übertragungsmedien auszuschließen. Wie hier gebraucht werden die Begriffe „greifbares computerlesbares Speichermedium“ und „greifbares maschinenlesbares Speichermedium“ austauschbar eingesetzt. Zusätzlich dazu oder darüber hinaus können die beispielhaften Verfahren aus **Fig. 6** und **Fig. 7** mit programmierten Anweisungen (z. B. computer- und/oder maschinenlesbaren Anweisungen) umgesetzt werden, die auf einem nichtflüchtigen computer- und/oder maschinenlesbaren Medium, wie etwa einem Festplattenlaufwerk, einem Flash-Speicher, einem Nurlesespeicher, einer CD, einer DVD, einem Cache, einem Arbeitsspeicher und/oder einer anderen Speichervorrichtung oder Speicherplatte, in der Informationen für einen Zeitraum (z. B. für längere Zeiträume, permanent, kurzzeitig, für temporäres Puffern und/oder zum Zwischenspeichern der Informationen) gespeichert sind. Wie hier gebraucht ist der Begriff nichtflüchtiges computerlesbares Medium ausdrücklich definiert, jeden Typ von computerlesbarem Speichermedium und/oder Speicherplatte zu enthalten und das Verbreiten von Signalen auszuschließen und Übertragungsmedien auszuschließen. Wie hier gebraucht ist, wenn der Ausdruck „wenigstens“ in dem Oberbegriff eines Patentanspruchs eingesetzt wird, dieser nach oben nicht begrenzt, ebenso wie der Begriff „umfassend“ unbegrenzt ist.

[0057] **Fig. 6** ist ein Flussdiagramm, das ein beispielhaftes Verfahren **600** darstellt, welches ausgeführt werden kann, um den Alarmhandler **102** aus **Fig. 1** und **Fig. 3** umzusetzen, um Prozesssteuerungsalarme in dem Prozesssteuerungssystem **100** aus **Fig. 1** zu überwachen. Zunächst wählt in Block **602** der Alarmkommunikator **300** (**Fig. 3**) eine Überwachungsberichtanforderung. In manchen Beispielen pflegt der Alarmkommunikator **300** eine Anforderungswarteschlange, um von der Workstation **116** (**Fig. 1**) empfangene Überwachungsberichtanforderungen zu speichern. In Block **604** identifiziert der Abfragegenerator **302** Feldvorrichtungen **106** (**Fig. 1**) die Prozesssteuerungsalarme aufweisen, die auf der Grundlage der in Block **602** ausgewählten Überwachungsberichtanforderungen überwacht werden müssen. Um die Feldvorrichtungen **106** zu identifizieren ruft der beispielhafte Abfragegenerator **302** Feldvorrichtungs-IDs **202** auf, die den in der Überwachungsberichtanforderung enthaltenen Steuervorrichtungs-IDs **204**, E/A-Vorrichtungs-IDs **206** und/oder Bereichs-Tags **208** entsprechen. In manchen Beispielen spezifiziert der Überwachungsbericht (eine) bestimmte Feldvorrichtungs-ID(s) **202**.

[0058] In Block **606** wählt der Abfragegenerator **302** entsprechend der in Block **604** identifizierten Feldvorrichtungs-IDs **202** eine der Feldvorrichtungen **106**. In Block **608** bestimmt der Abfragegenerator **302**, ob eine der Feldvorrichtung entsprechende Überwachungsabfrage in der von dem Systemkommunikator **304** gepflegten Statusaktualisierungswarteschlange enthalten ist. Falls keine der Feldvorrichtung entsprechende Überwachungsabfrage in der Statusaktualisierungswarteschlange vorliegt, fährt die Programmsteuerung mit Block **610** fort. Ansonsten fährt, falls eine der Feldvorrichtung entsprechende Überwachungsabfrage in der Statusaktualisierungswarteschlange vorliegt, die Programmsteuerung mit Block **614** fort. In Block **610** erzeugt der Abfragegenerator **302** eine Überwachungsabfrage, welche die Laufzeitprozesssteuerungsalarmdefinitionen, die von der in Block **606** ausgewählten Feldvorrichtung **106** gespeichert werden, und verknüpft die Überwachungsabfrage mit der in Block **602** ausgewählten Überwachungsberichtanforderung (z. B. über die Anforderungs-ID). In Block **612** platziert der Systemkommunikator die in Block **610** erzeugte Überwachungsabfrage in der Statusaktualisierungswarteschlange.

[0059] In Block **614** verknüpft der Abfragegenerator **302** die Überwachungsabfrage in der Statusaktualisierungswarteschlange mit der in Block **602** ausgewählten Überwachungsberichtanforderung (z. B. über die Anforderungs-ID). Auf diese Weise kann eine Überwachungsabfrage in der Statusaktualisierungswarteschlange mit mehr als einer Überwachungsberichtanforderung verknüpft sein. In Block **616** bestimmt der Abfragegenerator **302**, ob eine weitere Feldvorrichtung **106** vorliegt, für die eine Überwachungsabfrage zu erzeugen ist. Falls eine weitere Feldvorrichtung **106** vorliegt, für die eine Überwachungsabfrage zu erzeugen ist, kehrt die Programmsteuerung zu Block **606** zurück. Ansonsten fährt, falls keine weitere Feldvorrichtung **106** vorliegt, für die eine Überwachungsabfrage zu erzeugen ist, die Programmsteuerung mit Block **618** fort. In Block **618** bestimmt der Alarmkommunikator **300**, ob eine weitere Überwachungsberichtanforderung vorliegt, für die Überwachungsabfragen zu erzeugen sind. Falls eine weitere Überwachungsberichtanforderung vorliegt, für die Überwachungsabfragen zu erzeugen sind, kehrt die Programmsteuerung zu Block **602** zurück. Ansonsten

fährt, falls keine weitere Überwachungsberichtanforderung vorliegt, für die Überwachungsabfragen zu erzeugen sind, die Programmsteuerung mit Block **620** fort. In Block **620** überträgt der Systemkommunikator **304** die Überwachungsabfragen in der Statusaktualisierungswarteschlange über den Feldbus **104** (**Fig. 1**) an die Feldvorrichtungen. Dann endet das beispielhafte Verfahren **600**.

[0060] **Fig. 7** ist ein Flussdiagramm, das ein beispielhaftes Verfahren **700** darstellt, welches ausgeführt werden kann, um den Alarmhandler **102** aus **Fig. 1** und **Fig. 3** umzusetzen, um Überwachungsberichte zu erzeugen. Zunächst wählt der Berichtgenerator **306** in Block **702** einen Überwachungsberichtanforderungsbericht. In Block **704** empfängt der Berichtgenerator **306** eine mit dem in Block **702** ausgewählten Überwachungsbericht verknüpfte Überwachungsantwort. In Block **706** bestimmt der Berichtgenerator **306**, ob alle mit der Überwachungsberichtanforderung verknüpften Überwachungsantworten empfangen worden sind. Falls alle mit der Überwachungsberichtanforderung verknüpften Überwachungsantworten empfangen worden sind, fährt die Programmsteuerung mit Block **708** fort. Ansonsten kehrt, falls nicht alle mit der Überwachungsberichtanforderung verknüpften Überwachungsantworten empfangen worden sind, die Programmsteuerung zu Block **704** zurück.

[0061] In Block **708** filtert der Berichtgenerator **306** die Überwachungsantworten auf der Grundlage von Filterwerten, die in der in Block **702** ausgewählten Überwachungsberichtanforderung spezifiziert sind. Wenn zum Beispiel die Berichtanforderung einen Filterwert darauf bezogen spezifiziert, ob der Prozesssteuerungsalarm aktiviert ist, dann filtert der Berichtgenerator die Überwachungsantwort mit Laufzeitprozesssteuerungsalarmdefinitionen, die angeben, dass der entsprechende Prozesssteuerungsalarm deaktiviert ist. In Block **710** bestimmt der Berichtgenerator **306**, ob die Überwachungsberichtanforderung einen Laufzeitbericht oder einen Differenzbericht spezifiziert. Falls die Überwachungsberichtanforderung einen Laufzeitbericht spezifiziert, fährt die Programmsteuerung mit Block **712** fort. Ansonsten fährt, falls die Überwachungsberichtanforderung einen Laufzeitbericht spezifiziert, die Programmsteuerung mit Block **714** fort. In Block **712** erzeugt der Berichtgenerator **306** einen Laufzeitbericht (z. B. den Laufzeitbericht **400** aus **Fig. 4**) auf der Grundlage der Laufzeitprozesssteuerungsalarmdefinitionen in den in Block **708** gefilterten Überwachungsantworten.

[0062] In Block **714** vergleicht der Berichtgenerator **306** die in der Überwachungsantwort enthaltenen Laufzeitprozesssteuerungsalarmdefinitionen mit den entsprechenden Auslegungsprozesssteuerungsalarmdefinitionen in der Alarmdefinitionsdatenbank **120**. In Block **716** erzeugt der Berichtgenerator **306** einen Differenzbericht (z. B. den Differenzbericht **500** aus **Fig. 5**), der die Differenzen zwischen den Laufzeitprozesssteuerungsalarmdefinitionen und den entsprechenden Auslegungsprozesssteuerungsalarmdefinitionen enthält. So kann zum Beispiel eine Laufzeitprozesssteuerungsalarmdefinition eine Wertgrenze (z. B. die Wertgrenze **408**) von 95 aufweisen, während die entsprechende Auslegungsprozesssteuerungsalarmdefinition eine Wertgrenze von 98 aufweist. In einem solchen Beispiel würde der Berichtgenerator einen Differenzdatensatz **503** (**Fig. 5**) enthalten, der Folgendes aufweisen würde: einen Prozesssteuerungsalarmpfad **402**, welcher dem Prozesssteuerungspfad in der Auslegungsprozesssteuerungsalarmdefinition entspricht, ein Eigenschaftsfeld **504** mit einem Wert „**GRENZWERT**“, einem Auslegungsfeld **508** mit einem Wert „**98**“ und ein Laufzeitfeld mit einem Wert „**95**“.

[0063] In Block **718** bestimmt der Berichtgenerator **718**, ob eine weitere Überwachungsberichtanforderung vorliegt, für die ein Überwachungsbericht zu erzeugen ist. Falls eine weitere Überwachungsberichtanforderung vorliegt, für die ein Überwachungsbericht zu erzeugen ist, kehrt die Programmsteuerung zu **702** zurück. Ansonsten endet, falls keine weitere Überwachungsberichtanforderung vorliegt, für die ein Überwachungsbericht zu erzeugen ist. das beispielhafte Verfahren **700**.

[0064] **Fig. 8** ist ein Blockdiagramm einer beispielhaften Prozessorplattform **800**, die in der Lage ist, Anweisungen auszuführen, um die Verfahren aus **Fig. 6** und **Fig. 7** sowie die des Alarmhandlers **102** aus **Fig. 1** und **Fig. 3** auszuführen. Die Prozessorplattform **800** kann zum Beispiel ein Server, eine Workstation oder jeder andere Typ von Rechnervorrichtung sein.

[0065] Die Prozessorplattform **800** des dargestellten Beispiels enthält einen Prozessor **812**. Bei dem Prozessor **812** des dargestellten Beispiels handelt es sich um Hardware. So kann zum Beispiel der Prozessor **812** durch einen/eine oder mehrere integrierte Schaltkreise, Logikschaltkreise, Mikroprozessoren oder Steuervorrichtungen von jeder/jedem gewünschten Familie oder Hersteller umgesetzt sein. In dem dargestellten Beispiel ist der Prozessor **812** strukturiert, einen beispielhaften Alarmkommunikator **300**, einen beispielhaften Abfragegenerator **302**, einen beispielhaften Systemkommunikator **304** und einen beispielhaften Berichtgenerator **306** zu enthalten.

[0066] Der Prozessor **812** des dargestellten Beispiels enthält einen lokalen Speicher **813** (z. B. einen Cache). Der Prozessor **812** des dargestellten Beispiels steht in Kommunikation mit einem Hauptspeicher, einschließlich

eines flüchtigen Speichers **814** und eines nichtflüchtigen Speichers **816** über einen Bus **818**. Der flüchtige Speicher **814** kann als SDRAM (Synchronous Dynamic Random Access Memory), DRAM (Dynamic Random Access Memory), RDRAM (RAMBUS Dynamic Random Access Memory) und/oder eine beliebige andere Art von Arbeitsspeichervorrichtung umgesetzt sein. Der nichtflüchtige Speicher **816** kann als Flash-Speicher und/oder ein beliebiger anderer gewünschter Typ von Speichervorrichtung umgesetzt sein. Der Zugriff auf den Hauptspeicher **814**, **816** wird durch einen Speichercontroller gesteuert.

[0067] Die Prozessorplattform **800** des dargestellten Beispiels enthält ferner einen Schnittstellenschaltkreis **820**. Der Schnittstellenschaltkreis **820** kann durch einen beliebigen Typ von Schnittstellenstandard umgesetzt sein, wie etwa eine Ethernet-Schnittstelle, einen Universal Serial Bus (USB) und/oder eine PCI-Express-Schnittstelle.

[0068] In dem dargestellten Beispiel sind ein oder mehrere Eingabegeräte **822** mit dem Schnittstellenschaltkreis **820** verbunden. Das Eingabegerät / die Eingabegeräte **822** ermöglicht/ermöglichen es einem Benutzer, Daten und Befehle in den Prozessor **812** einzugeben. Das Eingabegerät / die Eingabegeräte kann/können zum Beispiel durch einen Audiosensor, ein Mikrofon, eine Kamera (Standbild oder Video), eine Tastatur, einen Knopf, eine Maus, einen Touchscreen, ein Trackpad, einen Trackball, Isopoint und/oder ein Spracherkennungssystem umgesetzt sein.

[0069] Ein oder mehrere Ausgabegeräte **824** sind ebenfalls mit dem Schnittstellenschaltkreis **820** des dargestellten Beispiels verbunden. Die Ausgabegeräte **824** können zum Beispiel über Anzeigevorrichtungen (z. B. eine Leuchtdiode (light emitting diode – LED), eine organische Leuchtdiode (organic light emitting diode – OLED), eine Flüssigkristallanzeige, eine Kathodenstrahlröhrenanzeige (cathode ray tube display – CRT), einen Touchscreen, eine taktile Ausgabevorrichtung, einen Drucker und/oder Lautsprecher) umgesetzt sein. Der Schnittstellenschaltkreis **820** des dargestellten Beispiels enthält demnach eine Grafiktreiberkarte, einen Grafiktreiberchip oder einen Grafiktreiberprozessor.

[0070] Der Schnittstellenschaltkreis **820** des dargestellten Beispiels enthält ferner eine Kommunikationsvorrichtung, wie etwa einen Sender, einen Empfänger, einen Sendeempfänger, ein Modem und/oder eine Netzwerkschnittstellenkarte, um einen Datenaustausch mit externen Maschinen (z. B. Rechnervorrichtungen beliebiger Art) über ein Netzwerk **826** (z. B. eine Ethernetverbindung, eine Digital Subscriber Line (DSL), eine Telefonleitung, ein Koaxialkabel, ein zelluläres Telefonsystem usw.) zu ermöglichen.

[0071] Die Prozessorplattform **800** des dargestellten Beispiels enthält ferner eine oder mehrere Massenspeichervorrichtungen **828** zum Speichern von Software und/oder Daten. Zu Beispielen für solche Massenspeichervorrichtungen **828** zählen Diskettenlaufwerke, Festplatten, CD-Laufwerke, Blu-ray-Laufwerke, RAID-Systeme und DVD-Laufwerke.

[0072] Programmierte Anweisungen **832** zum Implementieren der Verfahren aus **Fig. 6** und/oder **Fig. 7** können in der Massenspeichervorrichtung **828**, in dem flüchtigen Speicher **814**, in dem nichtflüchtigen Speicher **816** und/oder in einem entfernbaren greifbaren computerlesbaren Speichermedium, wie etwa einer CD oder DVD.

[0073] Aus dem Obigen geht hervor, dass die zuvor offenbarten Beispiele Überwachungsberichte für Prozesssteuerungsalarme in einem Prozesssteuerungssystem erzeugen und gleichzeitig Prozessor- und Bandbreitenressourcen des Prozesssteuerungssystems verwalten. Der zuvor offenbarte Alarmhandler verringert die Gefährdung des Prozesssteuerungssystems durch Cyber-Bedrohungen durch externe Laufzeitalarmüberwachung auf OPC-Basis. In manchen Beispielen verringert der zuvor offenbarte Alarmhandler die Last auf Prozessor- und Bandbreitenressourcen des Prozesssteuerungssystems durch Verwenden von niedrigen Verbindungen (z. B. über den Feldbus) und durch Verwalten von mehreren Anforderungen für Überwachungsberichte.

[0074] Ferner steigert in manchen Beispielen der zuvor offenbarte Alarmhandler die Anzahl von überwachbaren Prozesssteuerungsalarmen auf in der Laufzeit modifizierbare Prozesssteuerungsalarme. Der zuvor offenbarte beispielhafte Alarmhandler ermöglicht es Überwachungsberichtanforderungen, bestimmte logische und/oder geografische zu überwachende Bereiche des Prozesssteuerungssystems zu spezifizieren, und Überwachungsberichtanforderungen, Filterwerte zu enthalten, um Prozesssteuerungsalarme von Interesse (z. B. Prozesssteuerungsalarme mit Bezug auf Umweltschutz oder Sicherheit) zu spezifizieren.

[0075] Wenngleich hier bestimmte beispielhafte Verfahren, Vorrichtungen und Fertigungsartikel offenbart werden sind, ist der Umfang dieses Patents nicht darauf beschränkt. Tatsächlich deckt dieses Patent alle Verfahren, Vorrichtungen und Fertigungsartikel ab, die angemessen in den Umfang der Patentansprüche dieses Patents fallen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verwalten von Überwachungsberichtanforderungen in einem Prozesssteuerungssystem, wobei das Verfahren Folgendes umfasst:

Bestimmen von zu überwachenden Alarmen, insbesondere einem der Alarne im Prozesssteuerungssystem, auf der Grundlage von in einer der Überwachungsberichtanforderungen enthaltenen Alarmüberwachungsparametern;

Identifizieren von Komponenten in dem Prozesssteuerungssystem, insbesondere mindestens einer Feldvorrichtung, einer E/A-Vorrichtung und/oder einer Steuervorrichtung, die den zu überwachenden Alarmen entsprechen;

wenn eine Abfrage zum Anfordern eines Status eines bestimmten der zu überwachenden Alarne nicht in einer Statusaktualisierungswarteschlange ist, Erzeugen einer mit der Überwachungsberichtanforderung verknüpften Anforderung, um den Status des bestimmten der Alarne von der entsprechenden Komponente anzufordern; wenn die Abfrage zum Anfordern des Status eines bestimmten der zu überwachenden Alarne in der Statusaktualisierungswarteschlange ist, Verknüpfen der Überwachungsberichtanforderung mit der Abfrage;

Übermitteln, über einen Prozesssteuerungssystembus, der Abfragen in der Statusaktualisierungswarteschlange an die entsprechenden der Komponenten, wenn die entsprechenden Komponenten verfügbar sind, wobei die Abfragen als von niedriger Priorität zu kennzeichnen sind; und

Erzeugen eines Überwachungsberichts auf der Grundlage der als Reaktion auf die von den Komponenten empfangenen Abfragen erzeugten Antworten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, ferner enthaltend das Pflegen einer Überwachungsberichtanforderungswarteschlange zum Speichern der Überwachungsberichtanforderungen.

3. Verfahren nach Anspruch 1, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei das Identifizieren der Komponenten in dem den zu überwachenden Alarmen entsprechenden Prozesssteuerungssystem ferner das Abrufen von den Komponenten entsprechenden Komponentenidentifikatoren aus einer Systemtechnikdatenbank auf der Grundlage der in der einen der Überwachungsberichtanforderungen enthaltenen Alarmüberwachungsparameter enthält.

4. Verfahren nach Anspruch 1, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Alarmüberwachungsparameter einen in dem Prozesssteuerungssystem definierten Bereich spezifizieren, der mehrere der Komponenten enthält.

5. Verfahren nach Anspruch 1, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Erzeugen des Überwachungsberichts ferner das Vergleichen von Differenzen zwischen in den Antworten enthaltenen Laufzeitalarmdefinitionen und entsprechenden in einer Alarmdefinitionsdatenbank gespeicherten Auslegungsalarmdefinitionen umfasst; und/oder das Bestimmen von Betriebszuständen der Komponenten auf der Grundlage der von den Komponenten empfangenen Antworten umfasst.

6. Vorrichtung zum Verwalten von Überwachungsberichtanforderungen in einem Prozesssteuerungssystem, wobei die Vorrichtung Folgendes umfasst:

einen Abfragegenerator, um über einen Prozessor Folgendes auszuführen:

Bestimmen von zu überwachenden Alarmen auf der Grundlage von in einer der Überwachungsberichtanforderungen enthaltenen Alarmüberwachungsparametern;

Identifizieren von Komponenten in dem Prozesssteuerungssystem, die insbesondere den zu überwachenden Alarmen entsprechen oder diesen zugeordnet sind;

wenn eine Abfrage zum Anfordern eines Status eines bestimmten der zu überwachenden Alarne nicht in einer Statusaktualisierungswarteschlange ist, Erzeugen einer mit der Überwachungsberichtanforderung verknüpften Anforderung, um den Status des bestimmten der Alarne von der entsprechenden Komponente anzufordern; und

wenn die Abfrage zum Anfordern des Status eines bestimmten der zu überwachenden Alarne in der Statusaktualisierungswarteschlange ist, Verknüpfen der Überwachungsberichtanforderung mit der Abfrage;

einen Systemkommunikator zum Übermitteln, über einen Prozesssteuerungssystembus, der Abfragen in der Statusaktualisierungswarteschlange an die entsprechenden der Komponenten, wenn die entsprechenden Komponenten verfügbar sind, wobei die Abfragen als von niedriger Priorität zu kennzeichnen sind; und einen Berichtgenerator zum Erzeugen eines Überwachungsberichts auf der Grundlage der als Reaktion auf die von den Komponenten empfangenen Abfragen erzeugten Antworten.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, ferner enthaltend einen Alarmkommunikator, um eine Überwachungsberichtanforderungswarteschlange zu pflegen, um die Überwachungsberichtanforderungen zu speichern.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6, insbesondere nach einem der Ansprüche 6 oder 7, wobei das Identifizieren der Komponenten in dem den zu überwachenden Alarmen entsprechenden Prozesssteuerungssystem ferner das Abrufen von den Komponenten entsprechenden Komponentenidentifikatoren aus einer Systemtechnikdatenbank auf der Grundlage der in der einen der Überwachungsberichtanforderungen enthaltenen Alarmüberwachungsparameter enthält.

9. Vorrichtung nach Anspruch 6, insbesondere nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei die Alarmüberwachungsparameter einen in dem Prozesssteuerungssystem definierten Bereich spezifizieren, der mehrere der Komponenten enthält.

10. Vorrichtung nach Anspruch 6, insbesondere nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei der Berichtgenerator zum Erzeugen des Überwachungsberichts ferner Differenzen zwischen in den Antworten enthaltenen Laufzeitalarmdefinitionen und entsprechenden in einer Alarmdefinitionsdatenbank gespeicherten Auslegungsalarmdefinitionen vergleichen soll.

11. Vorrichtung nach Anspruch 6, insbesondere nach einem der Ansprüche 6 bis 10, wobei zum Erzeugen des Überwachungsberichts der Berichtgenerator ferner Betriebszustände der Komponenten auf der Grundlage der von den Komponenten empfangenen Antworten bestimmen soll.

12. (Greifbares) Computerlesbares Medium, umfassend Anweisungen, die, wenn ausgeführt, bewirken, dass eine Maschine wenigstens Folgendes ausführt:

Bestimmen von zu überwachenden Alarmen auf der Grundlage von in einer der Überwachungsberichtanforderungen enthaltenen Alarmüberwachungsparametern;

Identifizieren von Komponenten in einem Prozesssteuerungssystem, insbesondere mindestens einer Feldvorrichtung, einer E/A-Vorrichtung und/oder einer Steuervorrichtung, die den zu überwachenden Alarmen entsprechen;

wenn eine Abfrage zum Anfordern eines Status eines bestimmten der zu überwachenden Alarne nicht in einer Statusaktualisierungswarteschlange ist, Erzeugen einer mit der Überwachungsberichtanforderung verknüpften Anforderung, um den Status des bestimmten der Alarne von der entsprechenden Komponente anzufordern; wenn die Abfrage zum Anfordern des Status eines bestimmten der zu überwachenden Alarne in der Statusaktualisierungswarteschlange ist, Verknüpfen der Überwachungsberichtanforderung mit der Abfrage; Übermitteln, über einen Prozesssteuerungssystembus, der Abfragen in der Statusaktualisierungswarteschlange an die entsprechenden der Komponenten, wenn die entsprechenden Komponenten verfügbar sind, wobei die Abfragen als von niedriger Priorität zu kennzeichnen sind; und

Erzeugen eines Überwachungsberichts auf der Grundlage der als Reaktion auf die von den Komponenten empfangenen Abfragen erzeugten Antworten.

13. Greifbares computerlesbares Speichermedium nach Anspruch 12, ferner enthaltend, die, wenn ausgeführt, bewirken, dass die Maschine eine Überwachungsberichtanforderungswarteschlange pflegt, um die Überwachungsberichtanforderungen zu speichern.

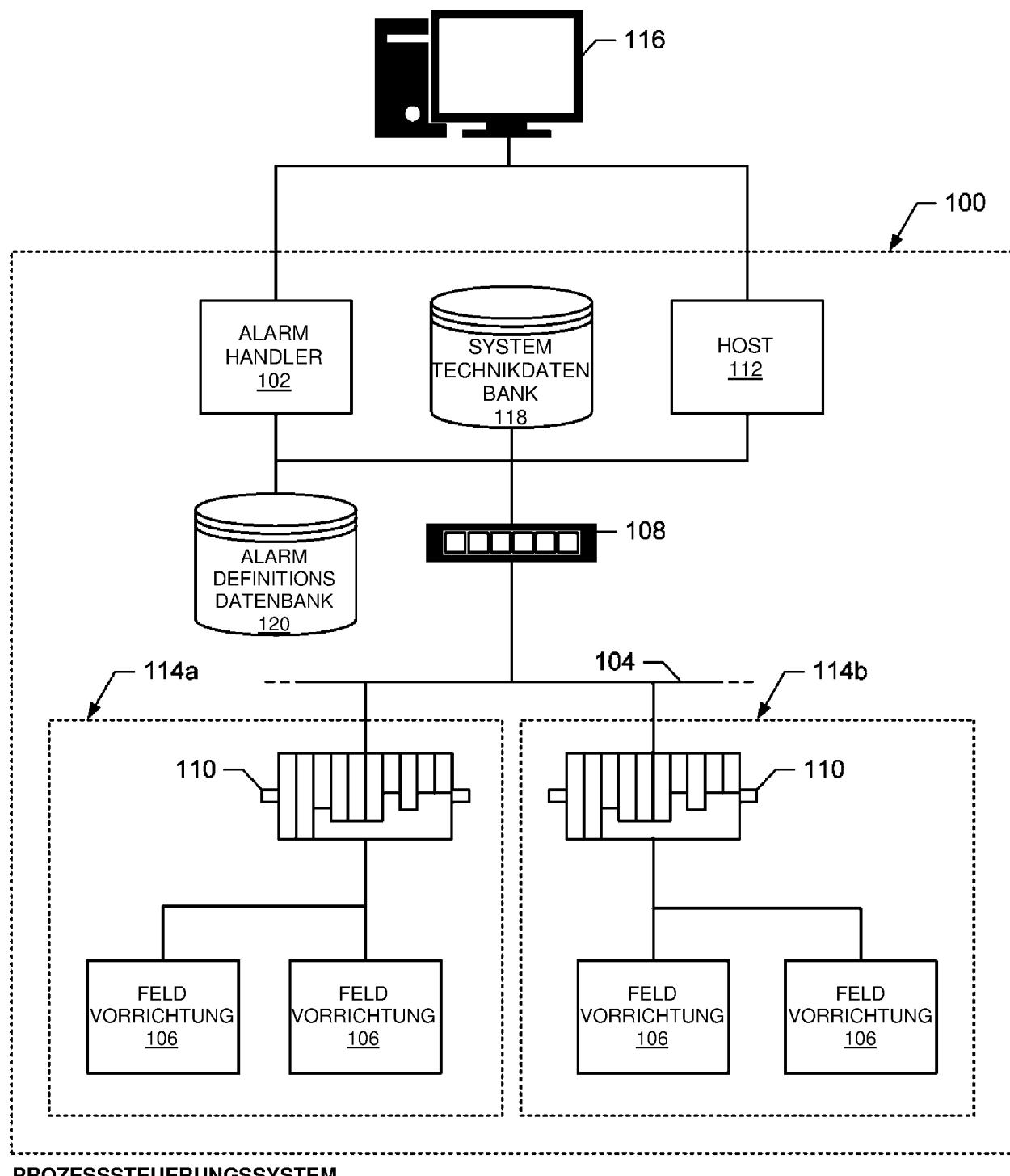
14. Greifbares computerlesbares Speichermedium nach Anspruch 12, insbesondere nach einem der Ansprüche 12 oder 13, wobei zum Identifizieren der Komponenten in dem Prozesssteuerungssystem, die den zu überwachenden Alarmen entsprechen, die Anweisungen, wenn ausgeführt, bewirken, dass die Maschine den Komponenten entsprechende Komponentenidentifikatoren auf der Grundlage der in der einen der Überwachungsberichtanforderungen enthaltenen Alarmüberwachungsparameter aus einer Systemtechnikdatenbank abruft.

15. Greifbares computerlesbares Speichermedium nach Anspruch 12, insbesondere nach einem der Ansprüche 12 bis 14, wobei die Alarmüberwachungsparameter einen in dem Prozesssteuerungssystem definierten Bereich spezifizieren, der mehrere der Komponenten enthält.

16. Greifbares computerlesbares Speichermedium nach Anspruch 12, insbesondere nach einem der Ansprüche 12 bis 15, wobei zum Erzeugen des Überwachungsberichts die Anweisungen, wenn ausgeführt, bewirken, dass die Maschine ferner Differenzen zwischen in den Antworten enthaltenen Laufzeitalarmdefinitionen und entsprechenden in einer Alarmdefinitionsdatenbank gespeicherten Auslegungsalarmdefinitionen vergleicht.

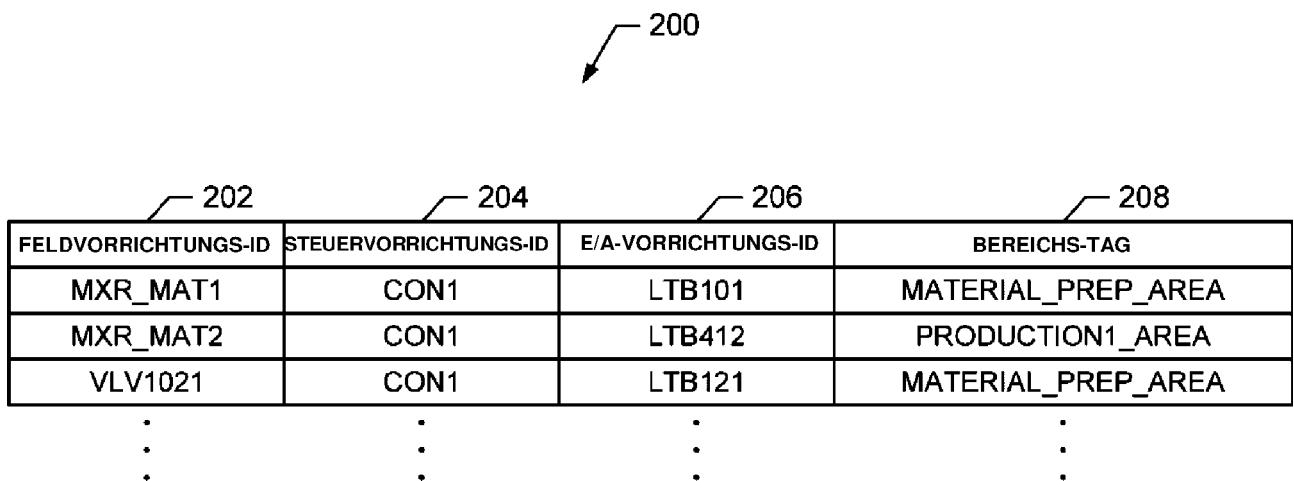
Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



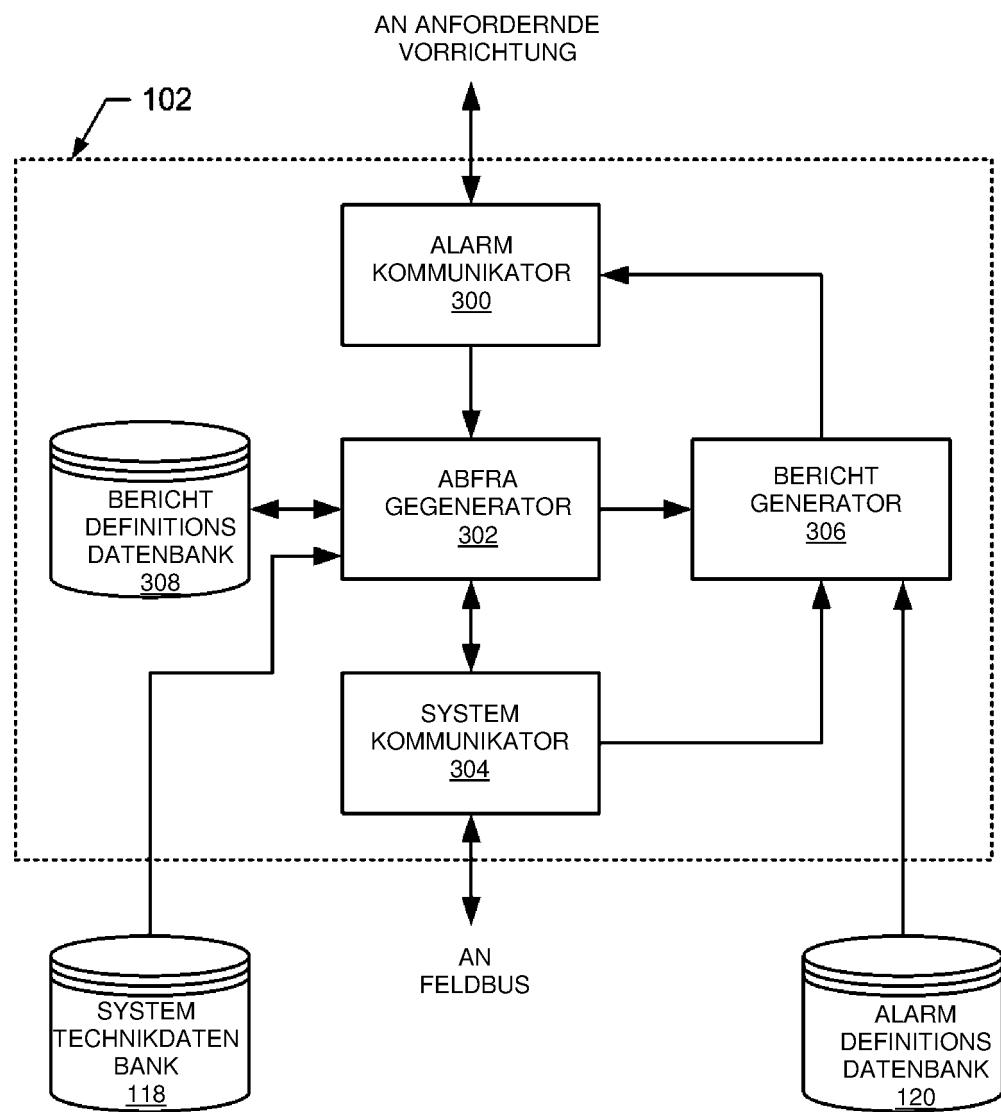
PROZESSSTEUERUNGSSYSTEM

Figur 1

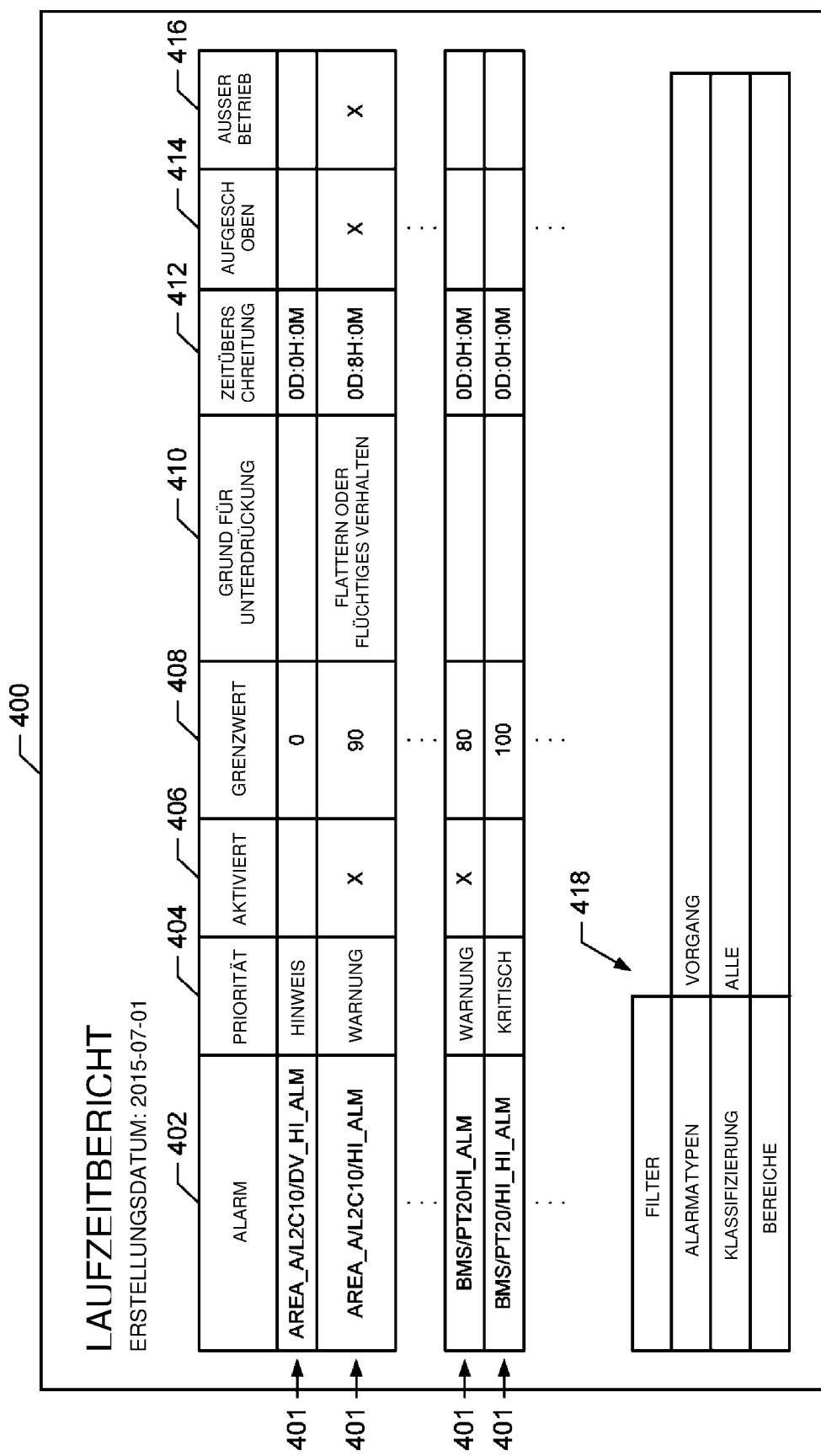


| FELDVORRICHTUNGS-ID | STEUERVORRICHTUNGS-ID | E/A-VORRICHTUNGS-ID | BEREICHSTAG |
|---------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|
| MXR_MAT1 | CON1 | LTB101 | MATERIAL_PREP_AREA |
| MXR_MAT2 | CON1 | LTB412 | PRODUCTION1_AREA |
| VLV1021 | CON1 | LTB121 | MATERIAL_PREP_AREA |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |

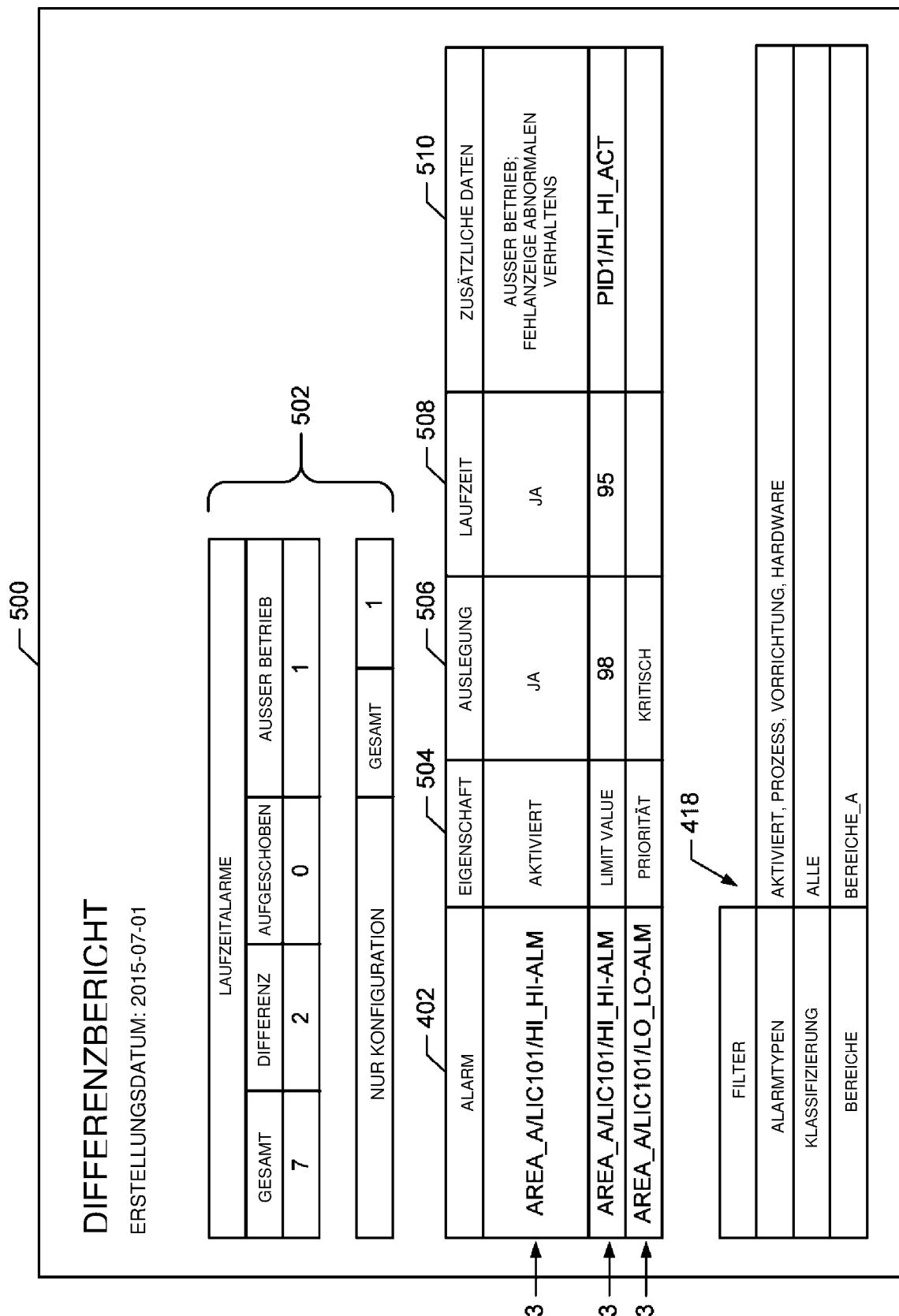
Figur 2



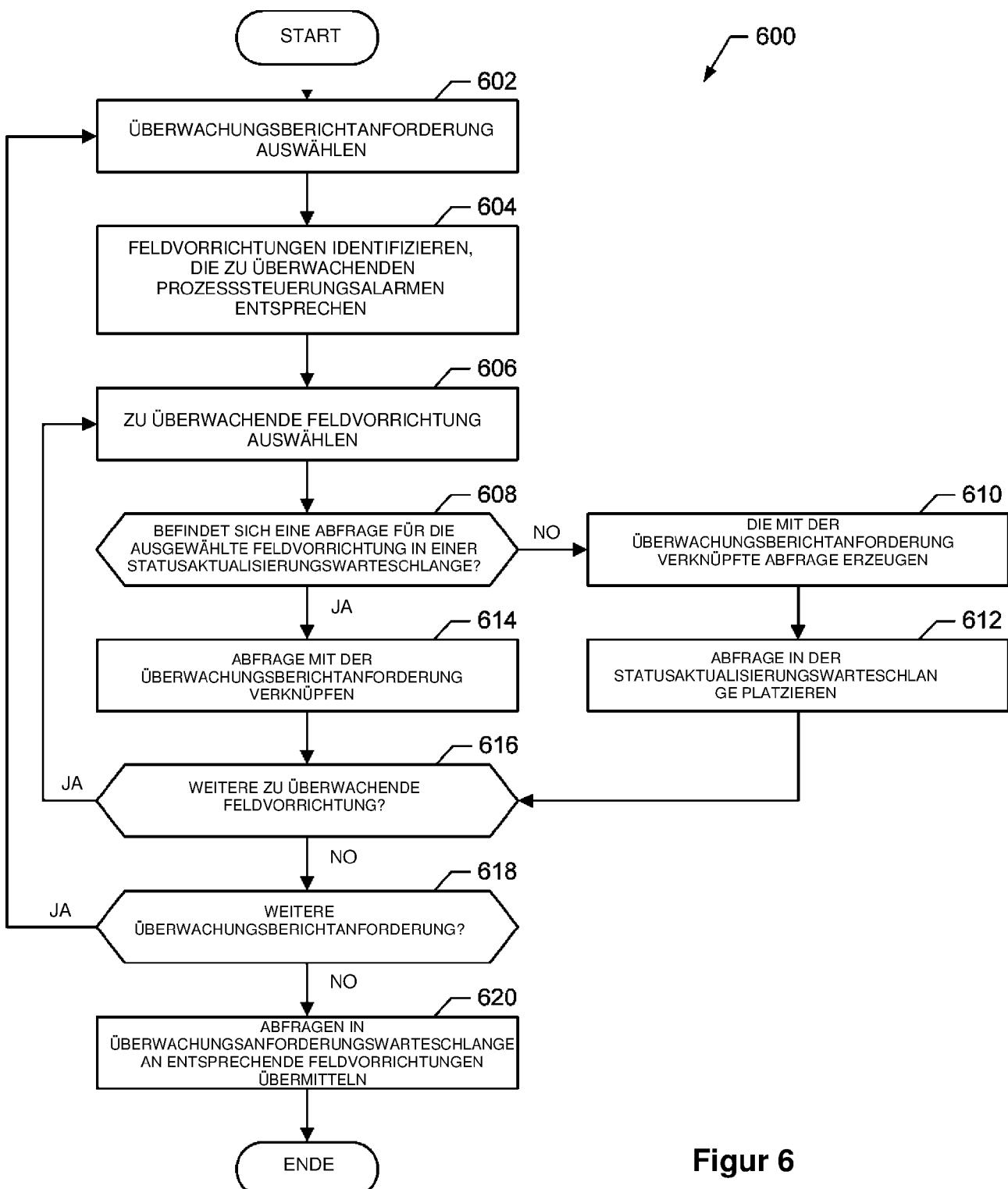
Figur 3



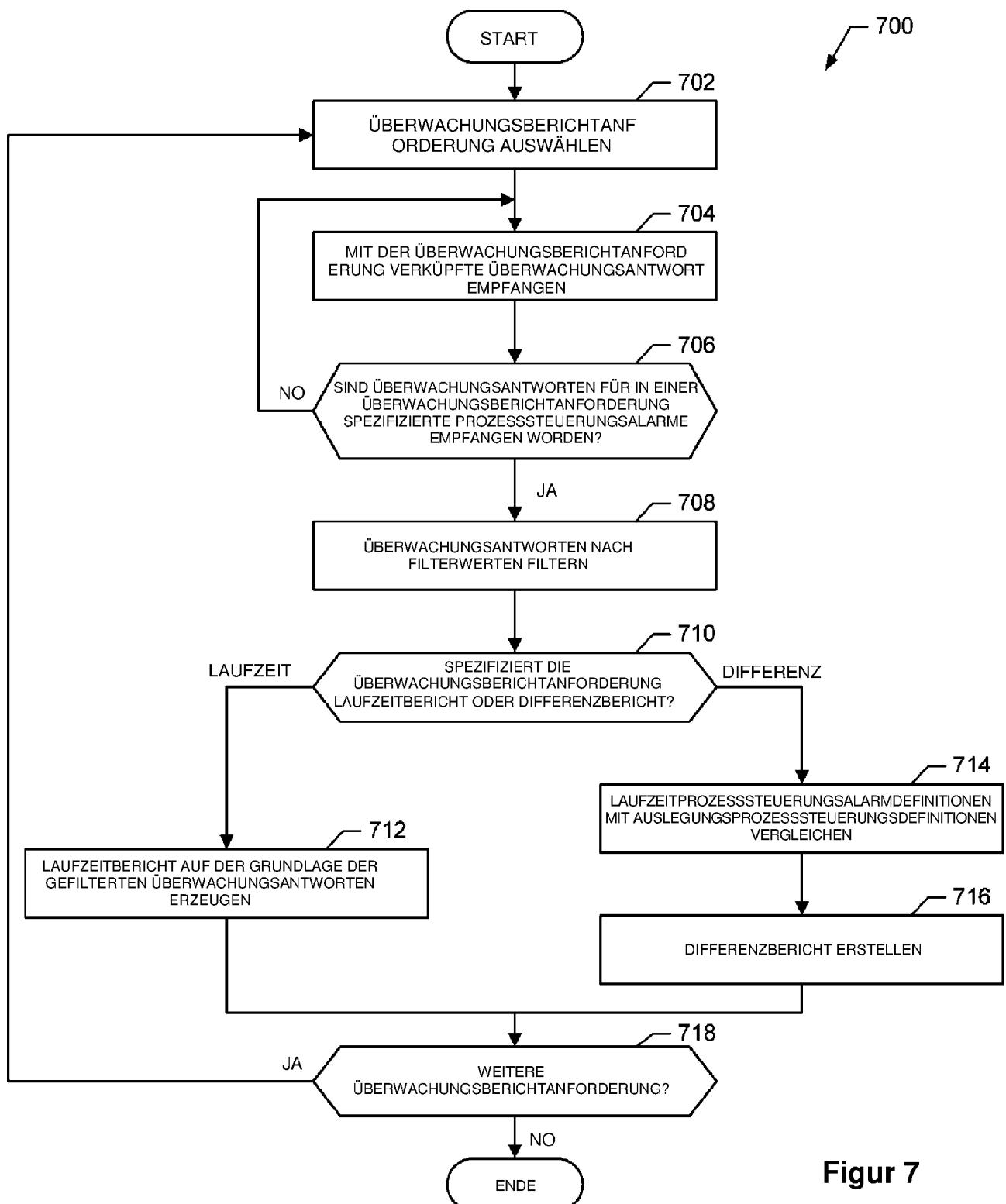
Figur 4



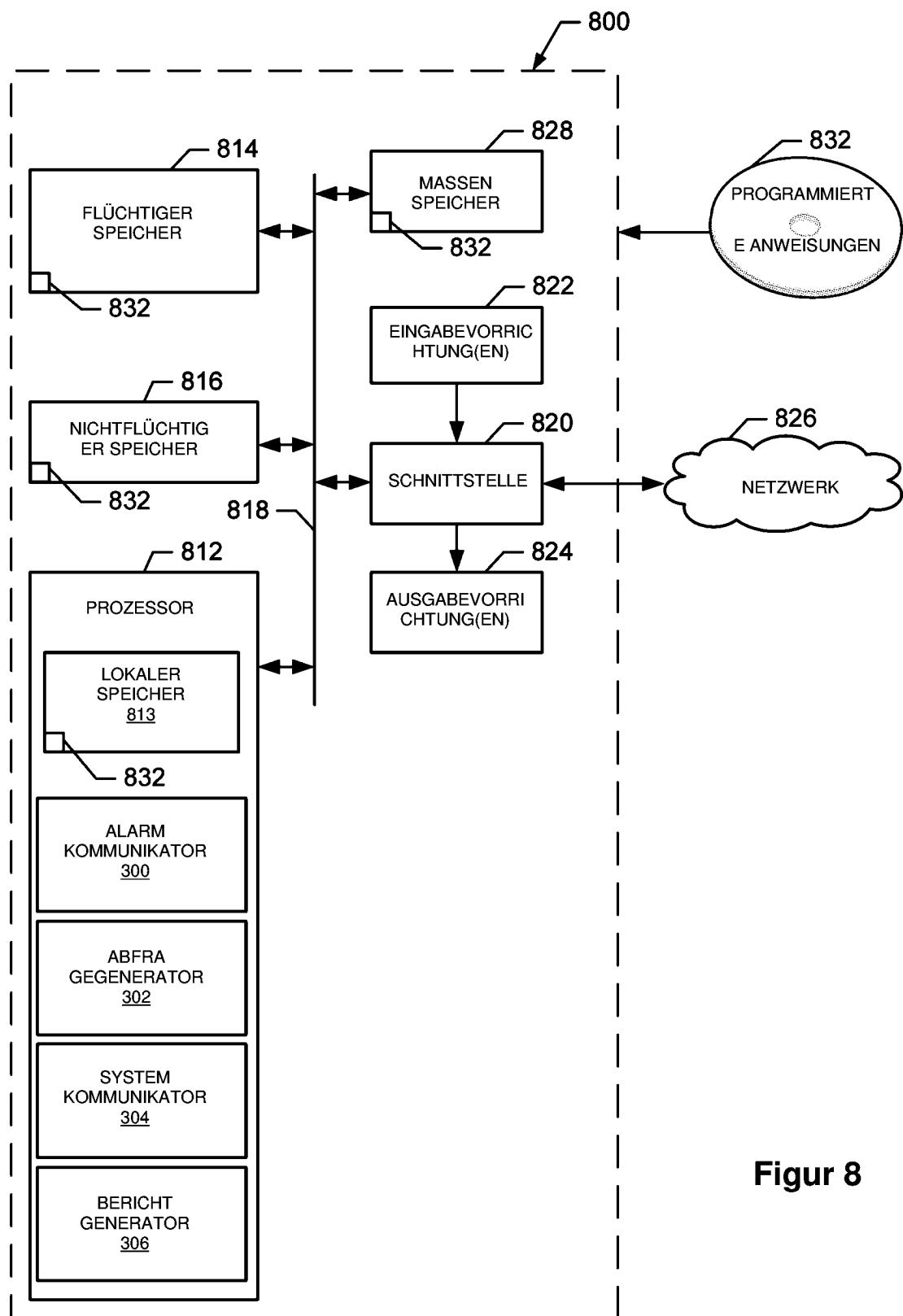
Figur 5



Figur 6



Figur 7



Figur 8