



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 041 240 A1** 2009.03.05

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 041 240.3**

(22) Anmeldetag: **30.08.2007**

(43) Offenlegungstag: **05.03.2009**

(51) Int Cl.⁸: **G05B 19/048** (2006.01)
G01D 21/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
Endress + Hauser Process Solutions AG, Reinach, CH

(74) Vertreter:
Andres, A., Pat.-Anw., 79576 Weil am Rhein

(72) Erfinder:
Maneval, Michael, 79650 Schopfheim, DE; Ferreira Da Silva Neto, Eugenio, Biel-Benken, CH; Veith, Georg, Frick, CH; Nunnenmacher, Klaus, 79426 Buggingen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE10 2006 006273 A1

DE 101 52 765 A1

DE 101 44 006 A1

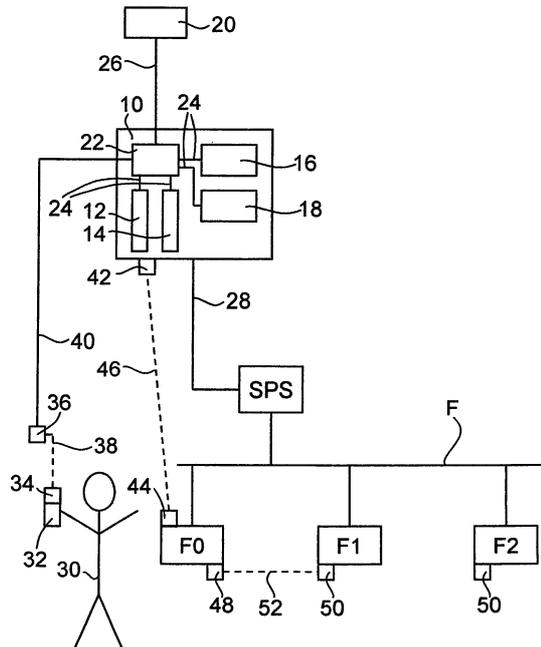
US2005/02 16 099 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Verbessern einer Diagnosefunktion eines Feldgerätes**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbessern einer Diagnosefunktion eines Feldgerätes (F0; F1; F2), das über einen Feldbus (F) mit einer übergeordneten Einheit (SPS) verbunden ist und das in Bezug auf das Feldgerät (F0; F1; F2) und/oder in Bezug auf mindestens ein anderes an dem Feldbus (F) angeschlossenes Feldgerät (F0; F1; F2) Diagnoseinformationen erstellt. Die erstellten Diagnoseinformationen werden an ein Wissenssystem (10) übermittelt. Nach Durchführen einer Instandhaltungsarbeit an dem Feldgerät (F0; F1; F2), zu dem die Diagnoseinformationen erstellt werden, wird in dem Wissenssystem (10) eine Regel erstellt, welche eine Beziehung zwischen den vor Durchführung der Instandhaltungsarbeit erstellten Diagnoseinformationen und der durchgeführten Instandhaltungsarbeit und/oder dem aufgetretenen Fehler herstellt. Anschließend wird die Regel von dem Wissenssystem (10) an zumindest das Feldgerät (F0; F1; F2), durch das die Diagnoseinformationen erstellt wurden, übermittelt. Die Diagnosefunktion des Feldgerätes (F0; F1; F2), an das die Regel übermittelt wurde, wird, basierend auf der Regel, dahingehend automatisiert aktualisiert, dass in der Regel enthaltene Informationen beim Erstellen von Diagnoseinformationen berücksichtigt werden.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbessern einer Diagnosefunktion eines Feldgerätes, das über einen Feldbus mit einer übergeordneten Einheit verbunden ist und das in Bezug auf das Feldgerät und/oder in Bezug auf mindestens ein anderes, an dem Feldbus angeschlossenes Feldgerät Diagnoseinformationen erstellt.

[0002] In der Prozessautomatisierungstechnik werden vielfach Feldgeräte eingesetzt, die zur Erfassung und/oder Beeinflussung von Prozessvariablen dienen. Zur Erfassung von Prozessvariablen dienen Sensoren, wie beispielsweise Füllstandsmessgeräte, Durchflussmessgeräte, Druck- und Temperaturmessgeräte, pH-Redoxpotentialmessgeräte, Leitfähigkeitsmessgeräte, etc., welche die entsprechenden Prozessvariablen Füllstand, Durchfluss, Druck, Temperatur, pH-Wert bzw. Leitfähigkeit erfassen. Zur Beeinflussung von Prozessvariablen dienen Aktoren, wie zum Beispiel Ventile oder Pumpen, über die der Durchfluss einer Flüssigkeit in einem Rohrleitungsabschnitt bzw. der Füllstand in einem Behälter geändert werden kann.

[0003] Als Feldgeräte werden im Prinzip alle Geräte bezeichnet, die prozessnah eingesetzt werden und die prozessrelevante Informationen liefern oder verarbeiten. Eine Vielzahl solcher Feldgeräte wird von der Firma Endress + Hauser hergestellt und vertrieben.

[0004] In modernen Industrieanlagen sind Feldgeräte in der Regel über Bussysteme (Profibus®, Foundation® Fieldbus, HART®, etc.) mit einer oder mehreren übergeordneten Einheiten verbunden. Normalerweise handelt es sich bei den übergeordneten Einheiten um Leitsysteme bzw. Steuereinheiten, wie beispielsweise eine SPS (speicherprogrammierbare Steuerung) oder eine PLC (Programmable Logic Controller). Die übergeordneten Einheiten dienen unter anderem zur Prozesssteuerung, Prozessvisualisierung, Prozessüberwachung sowie zur Inbetriebnahme der Feldgeräte.

[0005] Um die Ausfallzeiten einer Anlage, in der Feldgeräte eingesetzt werden, möglichst gering zu halten, werden in modernen Industrieanlagen häufig computerunterstützte Instandhaltungssysteme eingesetzt, die in einer oder mehreren Datenbank(en) instandhaltungsrelevante Informationen bezüglich der Feldgeräte und gegebenenfalls auch der weiteren Geräte, die in der Anlage eingesetzt werden, verwalten (im Folgenden: computerunterstützte Instandhaltungssysteme). Diese in der Regel Software-basierten computerunterstützten Instandhaltungssysteme können je nach Anbieter und je nach Konfiguration der jeweiligen Anlage verschiedene Funktionen in

standhaltungsarbeiten ausführen. Insbesondere können diese computerunterstützten Instandhaltungssysteme die Abläufe und Funktionen ausführen, die herkömmlich von Wartungspersonal oder von einer für die Instandhaltung der Anlage verantwortlichen Verwaltungspersonal manuell ausgeführt wurden, um vorzunehmende Instandhaltungsarbeiten zu planen und durchgeführte Instandhaltungsarbeiten zu dokumentieren.

[0006] Ein derartiges Software-basiertes computerunterstütztes Instandhaltungssystem ist unter der Bezeichnung „CMMS“ (englisch: „Computerised Maintenance Management System“; deutsch: „Computerunterstütztes Instandhaltungs-Management System“) bekannt. In der Regel werden durch ein CMMS zumindest die nachfolgenden Funktionen bereitgestellt, wobei Abweichungen bei den von einzelnen Anbietern angebotenen CMMS auftreten können:

- Erstellen und Planen von Instandhaltungsaufträgen für die einzelnen Feldgeräte (und gegebenenfalls weiterer Geräte einer Anlage), basierend auf gerätespezifischen Instandhaltungsintervallen und den Daten von bereits durchgeführten Instandhaltungsarbeiten sowie gegebenenfalls zusätzlich basierend auf Informationen über verfügbares Wartungspersonal;
- Aufnehmen und Dokumentieren von Serviceberichten, Fehlerberichten, Eingaben bezüglich erforderlicher Ersatzteile und/oder von Aufträgen bezüglich weiterer vorzunehmender Instandhaltungsarbeiten;
- Asset Management, insbesondere Verwaltung und Bereitstellung von Gerätedaten, Handbüchern, Checklisten, Gewährleistungsinformationen, Instandhaltungsintervallen, Serviceverträgen, Informationen über das Kaufdatum, Informationen über die zu erwartende Lebensdauer, Ersatzteilinformationen, Informationen zu Fehlermeldungen des Feldgerätes und zur Problembehandlung derselben und/oder Informationen zur Parametrierung, Kalibrierung und/oder Konfigurierung der einzelnen Feldgeräte (und gegebenenfalls weiterer Geräte einer Anlage);
- Lagerverwaltung, insbesondere Verwalten von Lagerbeständen und Durchführen einer Abfrage bezüglich der Verfügbarkeit von Ersatzteilen, Werkzeugen, Hilfsmitteln und Verbrauchsmaterialien an ein Lager (beispielsweise des Anlagenbetreibers) oder an einen Hersteller;
- Statistische Analyse, insbesondere Bereitstellung von Informationen bezüglich der Häufigkeit von verschiedenen Defekten oder Fehlern, Anzahl von bereits vorgenommenen Instandhaltungsarbeiten, Instandhaltungskosten, etc., bei den verschiedenen Feldgeräten (und gegebenenfalls bei den weiteren Geräten einer Anlage).

[0007] Alternativ oder zusätzlich zu einem CMMS

kann ein „PAM“ (englisch: „Plant Asset Management“; deutsch: Anlagen-Asset-Management“) bereitgestellt werden. In einem PAM sind in der Regel für die einzelnen Feldgeräte (und gegebenenfalls für die weiteren Geräte einer Anlage) verschiedene relevante Informationen und deren zeitliche Abfolge gespeichert. Insbesondere sind in einem PAM gerätespezifische Daten angefangen von dem Herstellungsdatum bis zu dem aktuellen Datum, wie beispielsweise Informationen über vorgenommene Instandhaltungsarbeiten, über ausgetauschte Teile, etc. dokumentiert. Neben CMMS und PAM existieren weitere Software-basierte computerunterstützte Instandhaltungssysteme, durch die instandhaltungsrelevante Informationen eines oder mehrerer Feldgeräte in einer oder mehreren Datenbank(en) verwaltet werden. Diese weiteren Instandhaltungssysteme führen in der Regel zumindest einen Teil der oberhalb in Bezug auf CMMS und PAM erläuterten Funktionen aus.

[0008] Zusätzlich zu den computerunterstützten Instandhaltungssystemen werden teilweise von den Anlagenbetreibern auch Datenbanken und Datenbanksysteme, die gegebenenfalls noch mit weiteren Funktionalitäten, wie beispielsweise Suchfunktionen, ausgestattet sein können, eingesetzt. In diesen Datenbanken und Datenbanksystemen können beispielsweise herstellerspezifische Informationen bezüglich eines oder mehrerer der Feldgeräte der Anlage, anlagenspezifische Informationen, Informationen bezüglich einer digitalen Kommunikation über einen Feldbus der Anlage, und/oder spezifische Informationen bezüglich eines Prozesses, einer Industrie und/oder einer Anwendung gespeichert und verwaltet werden. Diese Datenbanken und Datenbanksysteme werden zum Teil proprietär von dem Anlagenbetreiber bereitgestellt und verwaltet, so dass in der Regel auch nur der Anlagenbetreiber darauf Zugriff hat.

[0009] Sowohl die oberhalb genannten, computerunterstützten Instandhaltungssysteme als auch die proprietären, von dem Anlagenbetreiber bereitgestellten Datenbanken und Datenbanksysteme werden häufig anlagenübergreifend eingesetzt. Dementsprechend ist häufig der Computer oder die Datenverarbeitungsanlage, auf dem/der solch ein computerunterstütztes Instandhaltungssystem und/oder die von dem Anlagenbetreiber bereitgestellten Datenbanken und Datenbanksysteme implementiert ist/sind, räumlich getrennt von den einzelnen Feldgeräten (und gegebenenfalls von weiteren Geräten der Anlage) angeordnet.

[0010] Neben den proprietären, von den Anlagenbetreibern bereitgestellten Datenbanken werden teilweise auch von Herstellern von Feldgeräten, von Systembetreibern, etc. zentral in einer oder mehreren entsprechenden Datenbank(en) oder Datenbank-

system(en) Informationen bereitgestellt. Die zentral bereitgestellten Informationen können insbesondere einen oder mehrere der Informationsbereiche, die oberhalb in Bezug auf die proprietären, von den Anlagenbetreibern verwalteten Informationsbereiche genannt sind, umfassen. Die Informationen dieser Datenbanken oder Datenbanksysteme werden beispielsweise über das Internet über entsprechende Portalseiten, die über passwortgeschützte Logins zugänglich sind, bereitgestellt. Im Folgenden werden diese Datenbanken oder Datenbanksysteme als „zentral bereitgestellte Datenbanken oder Datenbanksysteme“ bezeichnet. Beispielsweise kann bei Datenbanksystemen, die von Herstellern von Feldgeräten bereitgestellt werden, über den gesamten Lebenszyklus eines Feldgerätes dieses Herstellers hinweg auf aktuelle Informationen zu dem Feldgerät, wie beispielsweise auf Informationen bezüglich der Kalibrierung des Feldgerätes, bezüglich Wartungs- und Reparaturarbeiten, bezüglich Beschaffung, Installation, Einrichtung und Betrieb, etc., zugegriffen werden. Ein solches System wird beispielsweise von Endress + Hauser durch das „Web-enabled Asset Managementsystem W@M“ bereitgestellt.

[0011] Ferner werden verschiedene Diagnosesysteme eingesetzt, um Ausfallzeiten einer Anlage oder das Auftreten von Störungen in einer Anlage zu vermeiden. Solche Ausfallzeiten oder Störungen können durch abnormale Situationen, insbesondere durch defekte und/oder verschmutzte Anlagenteile, verursacht werden. Dabei haben Störungen und Ausfälle der Anlage nicht nur erhebliche Gewinneinbußen des Anlagenbetreibers zur Folge. Je nachdem, was für ein Prozess in einer Anlage abläuft, können auftretende Störungen zu erheblichen gesundheitlichen Risiken der Personen im Umfeld der Anlage und zu Umweltschäden führen. Durch die eingesetzten Diagnosesysteme wird angestrebt, eine abnormale Situation, wie beispielsweise einen Defekt oder Fehler, eine vorzunehmende Instandhaltungsarbeit, etc., möglichst frühzeitig zu erfassen. Dadurch kann die Gefahr, dass aufgrund einer abnormalen Situation größere Schäden an der Anlage auftreten, erheblich reduziert werden. Insbesondere kann bei einem frühzeitigen Entdecken einer abnormalen Situation deren Ursache oftmals behoben werden, ohne dass die gesamte Anlage stillgelegt werden muss.

[0012] Bei den bekannten Diagnosesystemen weisen Feldgeräte in der Regel Diagnosefunktionen auf, um den Prozess in der Umgebung des Feldgerätes und/oder die Funktionalität des Feldgerätes selbst zu überwachen und um gegebenenfalls eine abnormale Situation festzustellen. Wird eine abnormale Situation festgestellt, so wird in der Regel eine entsprechende Diagnoseinformation an die übergeordnete Einheit gesendet. Zusätzlich kann je nach Gefahrstufe (criticality) der erfassten abnormalen Situation das betreffende Feldgerät automatisch in einen Notbe-

trieb umgeschaltet werden. In der übergeordneten Einheit oder in einer anderweitigen PC-basierten Plattform, an welche die Diagnoseinformation ebenfalls übermittelt wurde, werden in der Regel eine weitergehende Analyse zu der aufgetretenen abnormalen Situation durchgeführt und gegebenenfalls weitere erforderliche Schritte in der Anlage, wie beispielsweise das Umstellen der Anlage auf einen Notbetrieb, vorgenommen.

[0013] Im Folgenden werden unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) verschiedene angewandte Diagnosefunktionen eines Feldgerätes **2** erläutert. In [Fig. 1](#) ist ein Feldgerät **2**, das an ein Foundation® Fieldbus Bussystem anschließbar und entsprechend diesem Standard aufgebaut ist, dargestellt. Das Feldgerät **2** weist einen „Resource Block“ RB und einen „Transducer Block“ TB auf, die jeweils in der Foundation® Fieldbus Spezifikation (Foundation® Specification, Function Block Application Prozess, Revision FS 1.7) definiert sind. Der „Resource Block“ RB steht dabei über einen Link **4** mit einer Hardware **6** des Feldgerätes **2** in Verbindung. Der „Transducer Block“ TB ist über einen weiteren Link **4** mit einer Hardware **8** eines (nicht dargestellten) Sensors des Feldgerätes **2** verbunden. Ferner weist das Feldgerät **2** Funktionsblöcke auf, die im vorliegenden Beispiel durch die Standardfunktionsblöcke „Analog Input“ AI und „Proportional-Integral-Derivative“ PID gebildet werden. Diese Standardfunktionsblöcke sind ebenfalls in der Foundation® Fieldbus Spezifikation spezifiziert. Zusätzlich ist in dem Feldgerät ein Diagnoseblock DB, der ebenfalls durch einen Funktionsblock gebildet wird, vorgesehen. Der Diagnoseblock DB kann dabei eine oder mehrere der nachfolgend erläuterten Diagnosefunktionen ausführen. Wie in [Fig. 1](#) dargestellt ist, sind der „Resource Block“ RB, der „Transducer Block“ TB, sowie die Funktionsblöcke „Analog Input“ AI und „Proportional-Integral-Derivative“ PID jeweils über Links **4** mit dem Diagnoseblock DB verbunden. Über die Links **4** können die jeweiligen Blöcke miteinander kommunizieren, wobei in [Fig. 1](#) die Richtung des Informationsflusses jeweils durch die Pfeile an den Links **4** dargestellt ist.

[0014] In dem Diagnoseblock DB kann beispielsweise eine Überwachung von Werten dahingehend durchgeführt werden, ob ein oberer oder ein unterer Grenzwert über- bzw. unterschritten wird. Ist dies der Fall, so kann diese abnormale Situation durch eine entsprechende Diagnoseinformation, insbesondere durch eine Statusinformation, die von dem Feldgerät zusammen mit dem jeweiligen Wert auf den Feldbus übermittelt wird, an die übergeordnete Einheit mitgeteilt werden. Derartige Statusinformationen sind beispielsweise in der Profibus® Spezifikation (Profibus Profile Specification, Version 3.0) und der Foundation® Fieldbus Spezifikation unter anderem für die Funktionsblöcke „Analog Input“ (AI), „Discrete Input“ (DI), „Totalizer“ (TOT) (nur bei Profibus®-Bussystem),

„Analog Output“ (AO) und „Discrete Output“ (DO) spezifiziert. Neben der Überschreitung von Grenzwerten können durch diese Statusinformationen auch noch weitere abnormale Situationen mitgeteilt werden. Daneben besteht auch die Möglichkeit, dass die übergeordnete Einheit und/oder eine anderweitige PC-basierte Plattform Diagnoseinformationen aus dem Feldgerät, insbesondere aus dem Diagnoseblock des Feldgerätes, ausliest.

[0015] Ferner kann der Diagnoseblock DB als weitere Module auch noch eine Feldgerät-Diagnostik (englisch: „Device Diagnostics“) und/oder eine Schleifen-Diagnostik (englisch: „Loop Diagnostics“) aufweisen. Über die Feldgerät-Diagnostik können beispielsweise Fehler an einem Sensor des Feldgerätes **2**, das Auftreten von Elektronik-Fehlern, wie beispielsweise ein Speicherproblem an einem Mainboard des Feldgerätes **2**, und/oder das Auftreten von Problemen bei der Kommunikation über den Feldbus erfasst werden. Über die Schleifen-Diagnostik kann die Funktionalität einer Schleife (englisch: „Loop“), wie beispielsweise einer PID-Schleife überwacht werden. Beispielsweise kann bei einer PID-Schleife überwacht werden, ob diese korrekt eingestellt ist und ob eine Prozess-Variabilität der PID-Schleife innerhalb eines vorgegebenen Rahmens ist.

[0016] Moderne Feldgeräte sind teilweise mit hoch entwickelten Datenverarbeitungs- und Kommunikationsfähigkeiten ausgestattet. Dies wird insbesondere durch Vorsehung von leistungsfähigen CPUs und Speichern in den Feldgeräten ermöglicht. Durch diese „intelligenten“ Feldgeräte können Diagnosefunktionen bereitgestellt werden, die bei den herkömmlichen, „einfachen“ Feldgeräten mit weniger leistungsfähigen CPUs, Speichern und weniger Kommunikationsfähigkeiten nicht möglich waren. Während herkömmlich ein Großteil der Erfassung und Analyse von abnormalen Situationen in der übergeordneten Einheit oder einer anderweitigen PC-basierten Plattform durchgeführt wurde, wird bei den „intelligenten“ Feldgeräten eine weitergehende Diagnose in dem Feldgerät selbst durchgeführt und das Ergebnis digital über den Feldbus an die übergeordnete Einheit (bzw. an eine anderweitige PC-basierte Plattform) übermittelt. Diese in dem Feldgerät durchgeführten Diagnosefunktionen umfassen insbesondere die Durchführung einer Statistischen Prozessüberwachung SPM (englisch: „Statistical Process Monitoring“) und einer Muster-Erkennungstechnologie (englisch: „Pattern Recognition Technology“). Die von solchen „intelligenten“ Feldgeräten bereitgestellten und digital über den Feldbus übermittelten Diagnoseinformationen werden teilweise auch als Diagnose-PV (Diagnose-Prozessvariablen; englisch: „diagnostics PV“ bzw. diagnostics Process variables“) bezeichnet.

[0017] Bei der Statistischen Prozessüberwachung SPM wird ein Signal, insbesondere der Ausgangs-

wert eines Sensors oder eines anderweitigen Prozesses, mit einer bestimmten Frequenz erfasst. Der Vorteil bei der Erfassung des Signals durch das Feldgerät selbst ist, dass diese Erfassung mit einer sehr hohen Frequenz durchgeführt werden kann und damit wertvolle Diagnoseinformationen über das erfasste Signal erstellt werden können. Insbesondere können durch die SPM ein Drift, eine Verzerrung (Biss), ein Rauschen und/oder Spitzen des Signals erfasst werden. Dabei kann das Rauschen zu- oder abnehmen. Unter Drift wird eine graduelle Änderung des Signals verstanden. Bei einer Verzerrung (Bias) ändert sich der Wert oder das Niveau des Signals, es tritt also ein Offset gegenüber dem normalen Niveau des Signals auf. Treten Spitzen in dem Signal auf, so sind einige Werte des erfassten Signals deutlich höher oder niedriger als das normale Rauschen des Signals.

[0018] Bei der Muster-Erkennungstechnologie durchläuft der Diagnosealgorithmus zunächst eine Lernphase, und erst anschließend wird die eigentliche Prozessüberwachung (Überwachungsphase) durchgeführt. In der Lernphase wird das Feldgerät während eines „normalen“ Prozessablaufs betrieben und bestimmt dabei Parameter, die typisch für einen normalen Prozessablauf sind. Dieser in der Lernphase erstellte Parametersatz wird auch als Referenzmuster bezeichnet. Dabei kann solch ein Referenzmuster bereits von dem Hersteller in dem Feldgerät konfiguriert werden. Zusätzlich oder alternativ dazu kann der Anlagenbetreiber das Feldgerät die Lernphase am tatsächlichen Einsatzort in der Anlage durchlaufen lassen. Vorzugsweise wird die Muster-Erkennungstechnologie mit der SPM kombiniert, so dass insbesondere ein Referenzmuster in Bezug auf statistische Parameter eines erfassten Signals erstellt wird. Als typische statistische Parameter können beispielsweise ein Mittelwert, eine Varianz, eine Standardabweichung und/oder eine Differenz zwischen einem Maximalwert und einem Minimalwert des erfassten Signals bestimmt werden. Ferner kann das erfasste Signal auch bearbeitet, insbesondere gefiltert und/oder geglättet werden und erst anschließend analysiert werden. Daneben werden auch weitere statistische Methoden zur Auswertung des Signals, wie beispielsweise PLS (partial least square analysis) und PCA (principal component analysis) eingesetzt. In der Überwachungsphase wird das Signal überwacht und die in der Überwachungsphase erfassten und/oder bestimmten Parameter (siehe oben) werden mit dem in der Lernphase erstellten Parametersatz (Referenzmuster) verglichen. Treten Abweichungen von dem Referenzmuster auf, so kann dies als Hinweis auf das Vorliegen einer abnormalen Situation dienen. Das Feldgerät sendet in diesem Fall über den Feldbus entsprechende Diagnoseinformationen, die gegebenenfalls nähere Details zu der Art der Abweichung von dem Referenzmuster angeben, an die übergeordnete Einheit und/oder an

eine anderweitige PC-basierte Plattform. In der übergeordneten Einheit und/oder der anderweitigen PC-basierten Plattform werden die erhaltenen Diagnoseinformationen weiter analysiert und es werden dann entsprechende Maßnahmen getroffen, um den Prozess in der Anlage vor Schäden zu bewahren, um eine Alarmmeldung auszugeben und/oder um einen Auftrag für einen entsprechenden Instandhaltungsauftrag zu geben. Insbesondere bei einer Kombination der Muster-Erkennungstechnologie mit der SPM können so frühzeitig abnormale Situationen erkannt und rechtzeitig behoben werden. Dadurch kann eine voraussagende („predictive“) Instandhaltungsstrategie realisiert werden. Dies bedeutet, dass die abnormale Situation keine oder nur sehr geringe Auswirkungen auf den Prozess hat, da sie rechtzeitig erkannt und behoben werden kann.

[0019] Moderne Diagnosesysteme sind dabei nicht nur dazu ausgelegt, eine abnormale Situation möglichst frühzeitig zu erfassen. In der Regel sind in der übergeordneten Einheit bzw. gegebenenfalls in einer anderweitigen PC-basierten Plattform, an welche die Diagnoseinformationen übermittelt werden, Diagnose-Serviceprogramme (diagnostic tools) implementiert. In diesen Diagnose-Serviceprogrammen werden die erhaltenen Diagnoseinformationen, insbesondere die Art der Abweichung der Parameter von dem Referenzmuster, analysiert. Basierend auf Erfahrungswerten und/oder auf Regeln, die im Voraus in dem Diagnose-Serviceprogramm erstellt wurden, kann das Diagnose-Serviceprogramm in vielen Fällen eine detaillierte Auskunft über die Ursache für die abnormale Situation und/oder eine Empfehlung zu deren Behebung, d. h. einen aufgetretenen Fehler und/oder eine vorzunehmende Instandhaltungsarbeit, angeben. Beispielsweise wird durch solch ein Diagnose-Serviceprogramm dann angegeben, dass ein bestimmter Sensor verschmutzt und dementsprechend zu reinigen ist.

[0020] Dabei besteht bei solchen Diagnose-Serviceprogrammen das Problem, dass diese nicht für sämtliche mögliche Abweichungen der Parameter von einem Referenzmuster eine Verknüpfung zu einer entsprechenden Ursache und/oder einer Empfehlung zu deren Behebung aufweisen. Damit kann das Diagnose-Serviceprogramm nicht in allen Fällen eine detaillierte Auskunft und/oder Fehlermeldung geben. Teilweise sind auch die von dem Feldgerät übermittelten Diagnoseinformationen nicht ausreichend detailliert, so dass durch das Diagnose-Serviceprogramm mehrere mögliche Ursachen ermittelt werden. Um die Anzahl solcher Fälle möglichst gering zu halten, werden die Diagnose-Serviceprogramme speziell für bestimmte Arten von Feldgeräten erstellt und umfassen eine möglichst große Anzahl an Verknüpfungen zwischen möglichen Parametern und entsprechenden Ursachen und/oder Empfehlungen zu deren Behebung. Dadurch ist der

Einsatzbereich solcher hoch entwickelten und spezialisierten Diagnose-Serviceprogramme jedoch auf die bestimmte Art von Feldgeräten beschränkt. Insbesondere dann, wenn neue Feldgeräte entwickelt werden, in dem Prozess neue Situationen auftreten oder ein Feldgerät in einem neuen Einsatzbereich eingesetzt wird, müssen aufwändige Updates der Diagnose-Serviceprogramme und gegebenenfalls auch der Diagnosefunktionen der Feldgeräte selbst durchgeführt werden, um weiterhin eine effektive Diagnose bereitstellen zu können. Dies ist mit erheblichen Kosten und Aufwand verbunden.

[0021] Demgemäß besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, ein Verfahren bereitzustellen, durch welches eine effektive Diagnose und eine Anpassung und/oder Erweiterung eines Diagnosesystems flexibel und mit wenig Aufwand ermöglicht wird.

[0022] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 und durch ein Verfahren gemäß Anspruch 19 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0023] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Verbessern einer Diagnosefunktion eines Feldgerätes, das über einen Feldbus mit einer übergeordneten Einheit verbunden ist und das in Bezug auf das Feldgerät und/oder in Bezug auf mindestens ein anderes, an dem Feldbus angeschlossenes Feldgerät Diagnoseinformationen erstellt, bereitgestellt. Die erstellten Diagnoseinformationen werden an ein Wissenssystem übermittelt, das zumindest auf Instandhaltungsrelevante Informationen in Bezug auf das Feldgerät, zu dem die Diagnoseinformationen erstellt werden, Zugriff hat. Das Verfahren weist die nachfolgenden Schritte auf, die nach Durchführen einer Instandhaltungsarbeit an dem Feldgerät, zu dem die Diagnoseinformationen erstellt werden, durchgeführt werden:

- A) Erstellen einer Regel in dem Wissenssystem, welche eine Beziehung zwischen den vor Durchführung der Instandhaltungsarbeit erstellten Diagnoseinformationen in Bezug auf dieses Feldgerät und der an diesem Feldgerät durchgeführten Instandhaltungsarbeit und/oder dem in Bezug auf dieses Feldgerät aufgetretenen Fehler herstellt;
- B) Übermitteln der Regel von dem Wissenssystem an zumindest das Feldgerät, durch das die Diagnoseinformationen erstellt wurden;
- C) Automatisiertes Aktualisieren der Diagnosefunktion des Feldgerätes, an das die Regel übermittelt wurde, basierend auf der Regel dahingehend, dass in der Regel enthaltene Informationen beim Erstellen von Diagnoseinformationen berücksichtigt werden.

[0024] Mit „Instandhaltung“ wird im vorliegenden Zusammenhang allgemein auf Wartung, Inspektion,

Instandsetzung und Verbesserung Bezug genommen. Wartung umfasst dabei Maßnahmen zur Verzögerung von Abnutzungen an einem Gerät. Inspektion umfasst insbesondere Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung eines Istzustandes eines Gerätes. Instandsetzung umfasst insbesondere Maßnahmen zur Rückführung eines Gerätes in den funktionsfähigen Zustand, wie beispielsweise eine Reparatur. Verbesserungen umfassen insbesondere die Steigerung der Funktionssicherheit eines Gerätes, ohne die von dem Gerät ausgeführte Funktion zu ändern. Dementsprechend umfassen auch „instandhaltungsrelevante Informationen“ allgemein Informationen, welche die Maßnahmen der Wartung, der Inspektion, der Instandsetzung und der Verbesserung betreffen. Personen, welche die Maßnahmen der Wartung, der Inspektion, der Instandsetzung und der Verbesserung durchführen, werden hier allgemein als Wartungspersonen bezeichnet. Unter einem „automatisierten Aktualisieren“ wird verstanden, dass dieses Aktualisieren in dem Feldgerät automatisch, d. h. ohne menschliches Eingreifen, durchgeführt wird. Vorzugsweise wird dieses Aktualisieren durch eine entsprechende Software in dem Feldgerät durchgeführt.

[0025] Das Wissenssystem kann insbesondere eines oder mehrere von den oberhalb beschriebenen computerunterstützten Instandhaltungssystemen, Datenbanken und/oder Datenbanksystemen, die Instandhaltungsrelevante Informationen verwalten, integral aufweisen. Alternativ dazu kann das Wissenssystem auch vollständig oder teilweise separat ausgebildet sein und lediglich Zugriff auf alle oder einen Teil dieser Systeme haben.

[0026] Der Feldbus kann beispielsweise durch ein Profibus[®] Bussystem, ein Foundation[®] Fieldbus Bussystem oder durch ein HART[®] Bussystem gebildet werden. Daneben sind auch nicht standardisierte, digitale Bussysteme möglich. Die Regeln entsprechen vorzugsweise dem jeweiligen Busstandard, so dass der Schritt C) des automatisierten Aktualisierens in den einzelnen Feldgeräten problemlos durchführbar ist. Die Busverbindung kann dabei drahtgebunden oder auch drahtlos (wireless) realisiert sein. Als Feldgeräte, bei denen die Erfindung eingesetzt werden kann, kommen insbesondere Sensoren und Aktoren in Betracht.

[0027] Gemäß der vorliegenden Erfindung erstellt das Feldgerät „in Bezug auf“ das Feldgerät und/oder „in Bezug auf“ mindestens ein anderes, an dem Feldbus angeschlossenes Feldgerät Diagnoseinformationen. Davon werden nicht nur Diagnoseinformationen unmittelbar zu dem betreffenden Feldgerät selbst, wie beispielsweise ein Defekt an einem Sensor des Feldgerätes, umfasst, sondern diese Diagnoseinformationen können auch Ursachen betreffen, die lediglich im Umfeld des Feldgerätes liegen, so dass sie durch das Feldgerät diagnostiziert werden können.

Dies betrifft beispielsweise Fehler in der Kommunikation über den Feldbus oder auch die Diagnose, dass eine Leitung, in der ein Durchflusssensor des Feldgerätes angeordnet ist, verstopft ist. Dementsprechend umfassen auch die in Anspruch 1 genannten „instandhaltungsrelevanten Informationen in Bezug auf das Feldgerät“, eine „an diesem Feldgerät durchgeführte Instandhaltungsarbeit“ und der „in Bezug auf dieses Feldgerät aufgetretene Fehler“ Informationen, Instandhaltungsarbeiten bzw. Fehler, die nicht nur das Feldgerät unmittelbar sondern auch dessen Umfeld und/oder Einflussbereich betreffen.

[0028] Für den in Anspruch 1 angegebenen Schritt C) des automatisierten Aktualisierens der Diagnosefunktion des Feldgerätes ist eine gewisse Intelligenz des Feldgerätes erforderlich. Vorzugsweise weist das Feldgerät hierfür eine eingebaute Intelligenz, insbesondere eine CPU (Central Processing Unit) und eine Speichereinheit, auf, die derart ausgebildet ist, dass der Schritt des automatisierten Aktualisierens der Diagnosefunktion des Feldgerätes durch die eingebaute Intelligenz durchführbar ist. Teilweise weisen an einem Feldbus angeschlossene Feldgeräte keine ausreichenden Datenverarbeitungs- und Speicherfähigkeiten auf, um diesen Schritt durchzuführen. In der Regel können solche „einfachen“ Feldgeräte auch keine oder nur beschränkte Diagnoseinformationen erstellen. Ist solch ein einfaches Feldgerät an dem Feldbus angeschlossen, so kann auch ein weiteres, an dem Feldbus angeschlossenes Feldgerät, das ausreichende Datenverarbeitungs- und Speicherfähigkeiten aufweist (im Folgenden: Diagnose erstellendes Feldgerät) für dieses einfache Feldgerät Diagnoseinformationen erstellen. Ein solches Diagnose erstellendes Feldgerät kann dabei auch für mehrere einfache Feldgeräte Diagnoseinformationen erstellen. Dabei kann das Diagnose erstellende Feldgerät sämtliche Diagnoseinformationen oder auch nur ergänzende Diagnoseinformationen für das einfache Feldgerät erstellen. Das Diagnose erstellende Feldgerät kann hierzu beispielsweise Werte, die von dem einfachen Feldgerät auf den Feldbus übermittelt werden, auslesen und zu diesen Werten Diagnoseinformationen erstellen. In Schritt A) des Anspruchs 1 wird dementsprechend eine Beziehung zwischen den vor Durchführung der Instandhaltungsarbeit erstellten Diagnoseinformationen in Bezug auf das einfache Feldgerät und der an diesem einfachen Feldgerät durchgeführten Instandhaltungsarbeit und/oder dem in Bezug auf dieses einfache Feldgerät aufgetretenen Fehler hergestellt. Die Schritte B) und C) des Anspruchs 1 hingegen betreffen das Übermitteln der Regel an das die Diagnose erstellende Feldgerät und das automatisierte Aktualisieren der Diagnosefunktion zumindest des Diagnose erstellenden Feldgerätes.

[0029] Alternativ kann, insbesondere bei der Vorsehung solcher „einfachen“ Feldgeräte, auch eine über-

geordnete Einheit, wie beispielsweise eine SPS, für mindestens ein an dem selben Feldbus angeschlossenes Feldgerät Diagnoseinformationen erstellen. In diesem Fall wird gemäß der vorliegenden Erfindung die Diagnosefunktion der übergeordneten Einheit verbessert, wie dies in dem Verfahren gemäß Anspruch 19 angegeben ist. Die in dem Absatz oberhalb erläuterten Varianten und Weiterbildungen, die in Bezug auf das Diagnose erstellende Feldgerät erläutert werden, sind dann auch bei der übergeordneten Einheit entsprechend realisierbar. Ferner sind die in den abhängigen Ansprüchen 2 bis 18 angegebenen Weiterbildungen und nachfolgend diskutierten Varianten entsprechend auch bei dem Verfahren gemäß Anspruch 19 anwendbar.

[0030] Als weitere Alternative ist in Anspruch 1 angegeben, dass das Feldgerät in Bezug auf sich selbst Diagnoseinformationen erstellt. In diesem Fall betreffen die in Anspruch 1 angegebenen Schritte A), B) und C) alle zumindest das Feldgerät, das die Diagnoseinformationen in Bezug auf sich selbst erstellt hat.

[0031] Gemäß Schritt B) wird die Regel zumindest an das Feldgerät, durch das die Diagnoseinformationen erstellt wurden, übermittelt. Daneben kann das Wissenssystem die Regel auch an weitere Feldgeräte übermitteln. Dies kann durch Senden (Broadcasten) an alle Feldgeräte, mit denen das Wissenssystem kommunizieren kann, erfolgen. In diesem Fall ist vorteilhaft, wenn der Schritt C) nur von den Feldgeräten durchgeführt wird, für welche die übermittelte Regel tatsächlich relevant ist. Alternativ kann das Wissenssystem die Regel auch nur an die Feldgeräte selektiv übermitteln, die von dem gleichen Typ sind und/oder die an demselben Feldbus angeschlossen sind.

[0032] Das Erstellen einer Regel in dem Wissenssystem (Schritt A)) erfolgt vorzugsweise automatisch durch eine entsprechende Software, die in dem Wissenssystem implementiert ist. Alternativ dazu kann solch eine Regel jedoch auch durch einen Experten erstellt werden. Insbesondere kann eine Kombination dieser beiden Varianten sinnvoll sein. In diesem Fall können beispielsweise einfache Regeln automatisch durch die Software erstellt werden, während komplexere Regeln durch einen Experten erstellt werden.

[0033] Durch die erfindungsgemäße Lernfähigkeit des Feldgerätes wird dessen Diagnosefunktion basierend auf Erfahrungen, die bei der Durchführung von Instandhaltungsarbeiten gemacht werden, ständig verbessert. Dadurch wird die Intelligenz des gesamten Feldbus-Netzwerkes über die Zeit verbessert. Insbesondere bei neuen Problemen, neuen Fehlern, geänderten Prozessbedingungen, neu entwickelten Feldgeräten, etc. ist es nicht mehr so häufig erforderlich, aufwändige Updates der Diagnose-Ser-

viceprogramme und der Diagnosefunktionen der Feldgeräte durchzuführen. Dadurch, dass das Feldgerät in der Regel enthaltene Informationen beim Erstellen von Diagnoseinformationen berücksichtigt, kann das Feldgerät in Zukunft bei Auftreten derselben abnormalen Situation direkt detailliertere, höherwertige Diagnoseinformationen bereitstellen. Dadurch kann durch das Wissenssystem nach Erhalt solcher detaillierteren, höherwertigen Diagnoseinformationen unmittelbarer und direkter eine mögliche Ursache für die abnormale Situation und/oder eine Anweisung zur Behebung der abnormalen Situation, d. h. Informationen zu dem aufgetretenen Fehler und/oder zu einer durchzuführenden Instandhaltungsarbeit, angegeben werden. Dies wird insbesondere dann ermöglicht, wenn gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung in der Regel enthaltene Informationen beim Erstellen von Diagnoseinformationen derart berücksichtigt werden, dass in dem Fall, in dem die von dem Feldgerät erstellten Diagnoseinformationen denjenigen, die in der Beziehung der Regel enthalten sind, entsprechen, durch das Feldgerät zusätzliche Diagnoseinformationen zu der in der Beziehung angegebenen Instandhaltungsarbeit und/oder zu dem in der Beziehung angegebenen Fehler bereitgestellt werden.

[0034] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird nach Durchführung einer Instandhaltungsarbeit an dem Feldgerät eine Feedback-Information bezüglich einer tatsächlich an dem Feldgerät durchgeführten Instandhaltungsarbeit und/oder bezüglich eines tatsächlich an dem Feldgerät aufgetretenen Fehlers an das Wissenssystem übermittelt und der Schritt A) des Erstellens einer Regel in dem Wissenssystem wird in Abhängigkeit von dieser Feedback-Information durchgeführt. Dadurch wird das Wissenssystem über die tatsächlich durchgeführte Instandhaltungsarbeit und/oder den tatsächlich an dem Feldgerät aufgetretenen Fehler informiert, so dass es in Schritt A) die Regel korrekt erstellen kann. Insbesondere dann, wenn eine Wartungsperson während der Durchführung einer Instandhaltungsarbeit ein mobiles, in der Hand tragbares Gerät, wie beispielsweise einen PDA (Personal Digital Assistant bzw. Persönlicher Digitaler Assistent), mit sich führt, ist vorteilhaft, wenn diese Feedback-Information über das mobile, in der Hand tragbare Gerät an das Wissenssystem übermittelt wird.

[0035] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung werden die erstellten Diagnoseinformationen von dem Feldgerät, durch das die Diagnoseinformationen erstellt werden, über den Feldbus an die übergeordnete Einheit übermittelt. Das Wissenssystem kann dabei räumlich getrennt von der übergeordneten Einheit vorgesehen sein. In diesem Fall können die erstellten Diagnoseinformationen über die übergeordnete Einheit und/oder über ein an dem Feldbus angeschlossenes Gateway an das Wissens-

system übermittelt werden. In ersterem Fall sind das Wissenssystem und die übergeordnete Einheit über einen Kommunikationspfad miteinander verbunden, wobei diese Anordnung vorzugsweise als Client-Server-Architektur ausgebildet ist. In dem zweiten Fall ist ein Gateway an dem Feldbus angeschlossen, und das Wissenssystem kann über das Gateway Informationen aus dem Feldbus, und damit die auf den Feldbus übermittelten Diagnoseinformationen, auslesen.

[0036] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung stellt die in dem Wissenssystem erstellte Regel eine Beziehung zwischen den vor Durchführung der Instandhaltungsarbeit erstellten Diagnoseinformationen und einer bei Vorliegen dieser Diagnoseinformationen durch das entsprechende Feldgerät anzugebenden und/oder auszulösenden Alarmstufe her. Die Alarmstufe ist insbesondere dafür relevant, mit welcher Priorität die entsprechenden Diagnoseinformationen behandelt werden und wie schnell eine entsprechende Instandhaltungsarbeit zur Behebung der Ursache für die abnormale Situation eingeleitet wird. Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung wird die Beziehung zu der anzugebenden und/oder auszulösenden Alarmstufe in Abhängigkeit von einer Instandhaltungsstrategie hergestellt. Wie oberhalb erläutert wird, ist die Instandhaltungsstrategie vorzugsweise voraussagend („predictive“), so dass das Auftreten größerer Schäden und/oder Störungen vermieden werden kann. Alternativ dazu könnte die Instandhaltungsstrategie auch reaktiv sein, was bedeutet, dass erst reagiert wird, wenn ein Ausfall oder ein Defekt aufgetreten ist. Eine weitere mögliche Instandhaltungsstrategie ist eine pro-aktive Instandhaltungsstrategie, was bedeutet, dass Instandhaltungsarbeiten in sehr kurzen Zeiträumen durchgeführt werden, um das Auftreten eines Ausfalls oder eines Defektes möglichst vollständig zu vermeiden. Diese Instandhaltungsstrategie ist jedoch kosten- und zeitaufwändig. Vorzugsweise entspricht die realisierte Instandhaltung der NAMUR Empfehlung NE 107.

[0037] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist das Feldgerät zumindest eine der nachfolgenden Diagnosefunktionen auf: eine Statistische Prozessüberwachung SPM; eine Muster-Erkennungstechnologie; eine Grenzwert-Überwachung; eine Feldgerät-Diagnostik (englisch: „Device Diagnostics“); und eine Schleifen-Diagnostik (englisch: „Loop Diagnostics“). Bei diesen Diagnosefunktionen kann die erfindungsgemäße Lernfunktion realisiert werden, wobei die Lernfunktion insbesondere bei der Statistischen Prozessüberwachung SPM und der Muster-Erkennungstechnologie vorteilhaft ist. Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist das Feldgerät einen Funktionsblock in Form eines Diagnoseblocks auf. In diesem Fall kann eine oder mehrere der oberhalb angegebenen Diagnosefunktionen durch den Diagnoseblock realisiert wer-

den. Vorzugsweise ist der Diagnoseblock als „Advanced Diagnostic Block“ (Hoch Entwickelter Diagnoseblock), durch den eine Statistische Prozessüberwachung SPM durchführbar und im Rahmen einer Muster-Erkennungstechnologie eine Lernfunktion und eine Überwachungsfunktion ausführbar ist, ausgebildet. Wie oberhalb erläutert wird, muss das Feldgerät für die Realisierung solch eines „Advanced Diagnostic Block“ mit hoch entwickelten Datenverarbeitungs- und Kommunikationsfähigkeiten ausgestattet sein.

[0038] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung erfolgt der Schritt B) des Übermittels der Regel von dem Wissenssystem an zumindest das Feldgerät, durch das die Diagnoseinformationen erstellt wurden, über einen Kommunikationsweg, der zumindest im Bereich des Feldgerätes drahtlos ist, wobei dieser drahtlose Kommunikationsweg vorzugsweise über ein W-LAN (Wireless Local Area Network), Infrarot, Bluetooth, HSDPA (High Speed Downlink Packet Access), UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) oder über GPRS (General Packet Radio Service) gebildet wird. Alternativ dazu kann der Kommunikationsweg zumindest teilweise durch den Feldbus gebildet werden. Hierzu können beispielsweise die Kommunikationswege genutzt werden, die oberhalb in Bezug auf die Übermittlung von erstellten Diagnoseinformationen von dem Feldgerät an das Wissenssystem erläutert wurden. Ferner besteht die Möglichkeit, die Regel von dem Wissenssystem an ein mobiles, in der Hand tragbares Gerät, insbesondere an ein PDA, das von einer Wartungsperson vor Ort zu dem betreffenden Feldgerät mitgeführt wird, zu übertragen. Wie nachfolgend im Detail erläutert wird, kann die Regel insbesondere über eine drahtlose Verbindung von dem Wissenssystem auf das PDA übertragen werden. Anschließend kann die Regel dann von dem PDA auf das Diagnose erstellende Feldgerät oder gegebenenfalls auf die Diagnose erstellende übergeordnete Einheit drahtgebunden oder drahtlos übertragen werden.

[0039] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist das Verfahren die nachfolgenden, weiteren Schritte auf:

D) Übermitteln der erhaltenen Regel durch das Feldgerät, an das die Regel von dem Wissenssystem übermittelt wurde, an mindestens ein weiteres Feldgerät;

E) Automatisiertes Aktualisieren der Diagnosefunktion des mindestens einen weiteren Feldgerätes basierend auf der Regel dahingehend, dass in der Regel enthaltene Informationen beim Erstellen von Diagnoseinformationen berücksichtigt werden.

[0040] Dadurch wird nicht nur die Diagnosefunktion des Feldgerätes, an dem die Instandhaltungsarbeit

durchgeführt wurde, verbessert, sondern auch die Diagnosefunktionen weiterer Feldgeräte. Diese weiteren Feldgeräte können damit direkt beim erstmaligen Auftreten der betreffenden abnormalen Situation detailliertere, höherwertige Diagnoseinformationen erstellen. Vorzugsweise erfolgt der Schritt D) des Übermittels der erhaltenen Regel an mindestens ein weiteres Feldgerät über einen Kommunikationsweg, der drahtlos ist, wobei dieser drahtlose Kommunikationsweg vorzugsweise über ein W-LAN, Infrarot, Bluetooth, HSDPA, UMTS, EDGE oder über GPRS gebildet wird. Je nach Reichweite des gewählten drahtlosen Kommunikationsweges können damit weitere Feldgeräte in der Umgebung des Feldgerätes, welches die Regel weiter übermittelt, erreicht werden. Der Vorteil eines drahtlosen Kommunikationsweges besteht darin, dass damit der Datenverkehr auf dem Feldbus nicht erhöht wird. Alternativ dazu kann der Kommunikationsweg auch durch den Feldbus gebildet werden. Dabei kann die Übermittlung der Regel an das mindestens eine weitere Feldgerät auch durch die übergeordnete Einheit gesteuert werden. Die drahtlose wie auch die drahtgebundene Übermittlung kann durch Senden (Broadcasten) an alle Feldgeräte, mit denen das Feldgerät, welches die Regel übermittelt, kommunizieren kann, erfolgen. In diesem Fall ist vorteilhaft, wenn der Schritt E) nur von den Feldgeräten durchgeführt wird, für welche die übermittelte Regel tatsächlich relevant ist. Alternativ kann das Feldgerät, welches die Regel weiter übermittelt, die Regel auch nur an die Feldgeräte selektiv übermitteln (Peer-to-Peer Übermittlung), die von dem gleichen Typ sind.

[0041] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung weist das Wissenssystem einen Server auf, der auf mindestens eine Datenbank, vorzugsweise auf mehrere Datenbanken, Zugriff hat, wobei die mindestens eine Datenbank instandhaltungsrelevante Informationen zumindest zu der Anlage, die den Feldbus, damit verbundene Feldgeräte und die übergeordnete Einheit aufweist, enthält. Als Anlage wird allgemein auf eine Anlage Bezug genommen, bei der Feldgeräte üblicherweise eingesetzt werden, wie beispielsweise eine Produktionsanlage, eine Tankanlage mit mehreren Tanks, eine Chemieanlage mit mehreren zu überwachenden und/oder zu regelnden Prozessen, etc. Sind Datenbanken extern von dem Server vorgesehen, so kann der Zugriff beispielsweise über ein Intranet oder das Internet erfolgen. Dies ist insbesondere bei den oberhalb beschriebenen, zentral bereitgestellten Datenbanken vorteilhaft. Vorzugsweise hat das Wissenssystem auf eine oder mehrere der nachfolgenden instandhaltungsrelevanten Informationen zu der Anlage Zugriff, wobei die Informationen vorzugsweise in entsprechenden Datenbanken verwaltet werden: Herstellerspezifische Informationen bezüglich eines oder mehrerer der Feldgeräte; Anlagenspezifische Informationen; Informationen bezüglich der digitalen Kommunikation über den Feldbus

der Anlage; Spezifische Informationen bezüglich eines Prozesses, einer Industrie und/oder einer Anwendung.

[0042] Wie oberhalb erläutert wurde, können einzelne dieser Datenbanken auch durch zentral bereitgestellte Datenbanken gebildet werden. In diesem Fall ist besonders vorteilhaft, wenn in den zentral bereitgestellten Datenbanken ebenfalls entsprechende Regeln erstellt werden, durch die vor Durchführung einer Instandhaltungsarbeit erstellte Diagnoseinformationen in Bezug auf ein Feldgerät und die an dem betreffenden Feldgerät durchgeführte Instandhaltungsarbeit und/oder der in Bezug auf das betreffende Feldgerät aufgetretene Fehler miteinander in Beziehung gesetzt werden. Dadurch kann ein Anlagenbetreiber nicht nur von den Erfahrungen profitieren, die in der eigenen Anlage gemacht wurden. Vielmehr können auch die Regeln genutzt werden, die basierend auf Erfahrungen in anderen Anlagen erstellt wurden.

[0043] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist das Wissenssystem ein computerunterstütztes Instandhaltungssystem, insbesondere ein „CMMS“ und/oder ein „PAM“ auf oder hat darauf Zugriff.

[0044] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird bei der Durchführung einer Instandhaltungsarbeit an dem Feldgerät, zu dem die Diagnoseinformationen erstellt werden, zum Austausch von instandhaltungsrelevanten Informationen mit dem Wissenssystem von einem mobilen, in der Hand tragbaren Gerät, insbesondere von einem PDA (Personal Digital Assistant bzw. Persönlicher Digitaler Assistent), das/der eine Schnittstelle für einen drahtlosen Netzzugang aufweist, ein drahtloser Netzzugang hergestellt und eine Netzverbindung mit dem Wissenssystem hergestellt. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn eine Wartungsperson vor Ort feststellt, dass sie weitere Informationen für die Durchführung einer Instandhaltungsarbeit benötigt. Durch das mobile, in der Hand tragbare Gerät kann damit unabhängig von der aktuellen Position eine Netzverbindung, wie beispielsweise über das Internet oder ein Intranet, zu dem Wissenssystem hergestellt werden. Ein kabelgebundener Netzzugang ist in einer Anlage oftmals aus Sicherheitsgründen nicht möglich. Damit kann sich die Wartungsperson auf bequeme und einfache Weise weitere, benötigte Informationen beschaffen. Als mobiles, in der Hand tragbares Gerät kann grundsätzlich auch ein Notebook eingesetzt werden. Bevorzugt ist jedoch ein Gerät im Taschenformat, wie beispielsweise in der Größe eines PDA oder eines Handys.

[0045] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird durch das Wissenssystem eine interaktive Führung, insbesondere eine interaktive Abfra-

ge, bereitgestellt, durch die durch Austausch von instandhaltungsrelevanten Informationen zwischen dem Wissenssystem und dem mobilen, in der Hand tragbaren Gerät eine an dem betreffenden Feldgerät durchzuführende Instandhaltungsarbeit und/oder ein in Bezug auf das betreffende Feldgerät aufgetretener Fehler ermittelbar ist/sind. Dadurch kann eine Wartungsperson basierend auf der vor Ort vorgefundenen Situation durch die interaktive Führung, insbesondere durch die interaktive Abfrage, auf schnelle und einfache Weise die benötigten Informationen erhalten und eine erforderliche Instandhaltungsarbeit direkt durchführen.

[0046] Weitere Vorteile und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich anhand der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren. Von den Figuren zeigen:

[0047] [Fig. 1](#): eine schematische Darstellung eines Feldgerätes, das einen Diagnoseblock aufweist;

[0048] [Fig. 2](#): eine schematische Darstellung eines Feldbus-Netzwerkes und eines Wissenssystems gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

[0049] [Fig. 3](#): eine schematische Darstellung eines Feldbus-Netzwerkes und eines Wissenssystems gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung; und

[0050] [Fig. 4](#): eine schematische Darstellung eines Feldbus-Netzwerkes und eines Wissenssystems gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung.

[0051] Die schematische Darstellung in [Fig. 2](#) zeigt ein kleines Feldbus-Netzwerk, bei dem drei Feldgeräte F0, F1 und F2 sowie eine Steuereinheit SPS an einem Feldbus F angeschlossen sind. Die Steuereinheit SPS ist ein Master, während die Feldgeräte F0, F1 und F2 jeweils Slaves sind. Die Kommunikation zwischen der Steuereinheit SPS und den Feldgeräten F0, F1 und F2 erfolgt über den Feldbus F nach dem entsprechenden Feldbus-Standard.

[0052] Räumlich getrennt von der Steuereinheit SPS ist ein Wissenssystem **10** vorgesehen, das in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel durch einen Computer gebildet wird. Auf dem Wissenssystem **10** ist ein computerunterstütztes Instandhaltungssystem implementiert, das im vorliegenden Ausführungsbeispiel durch ein CMMS **12** und ein PAM **14** gebildet wird. In dem Wissenssystem **10** sind ferner zwei Datenbanken **16**, **18**, die proprietär, von dem Anlagenbetreiber bereitgestellte Datenbanken sind, integral ausgebildet. In der Datenbank **16** sind anlagenspezifische Informationen gespeichert und in der Datenbank **18** sind Informationen bezüglich der digitalen Kommunikation über den Feldbus F der Anlage ge-

speichert. Räumlich getrennt von dem Wissenssystem **10** und dem Feldbus-Netzwerk ist eine zentral bereitgestellte Datenbank **20** vorgesehen. In dieser Datenbank **20** sind herstellerspezifische Informationen bezüglich der Feldgeräte F0, F1 und F2 gespeichert. Die Datenbank **20** wird dabei von dem Hersteller der Feldgeräte bereitgestellt und aktualisiert. Insbesondere kann der Hersteller in solch einer Datenbank Regeln bereitstellen, die jeweils eine Beziehung zwischen den vor Durchführung einer Instandhaltungsarbeit erstellten Diagnoseinformationen in Bezug auf einen bestimmten Feldgerätetyp und der an diesem Feldgerätetyp durchgeführten Instandhaltungsarbeit und/oder dem in Bezug auf diesen Feldgerätetyp aufgetretenen Fehler herstellen. Auf diese Regeln kann das Wissenssystem **10** dann bei Bedarf zugreifen.

[0053] Ferner weist das Wissenssystem **10** einen Server **22** auf, der Zugriff auf die von dem CMMS **12**, dem PAM **14**, sowie von den Datenbanken **16** und **18** verwalteten Informationen hat. Der Zugriff erfolgt dabei innerhalb des Wissenssystems **10** über entsprechende Leitungen, die in [Fig. 2](#) schematisch durch die Linien **24** dargestellt sind. Auf die zentral bereitgestellte Datenbank **20** kann der Server **22** über das Internet zugreifen. Die entsprechende Internetverbindung ist in [Fig. 2](#) schematisch durch die Linie **26** dargestellt.

[0054] Im Folgenden wird ein Beispiel erläutert, bei dem in einem Diagnoseblock DB des Feldgerätes F0 eine abnormale Situation erfasst wird. Das Feldgerät F0 kann dabei beispielsweise wie das in [Fig. 1](#) dargestellte Feldgerät **2** aufgebaut sein. Basierend auf der Diagnose in dem Feldgerät F0 erstellt das Feldgerät F0 Diagnoseinformationen. Diese Diagnoseinformationen übermittelt das Feldgerät F0 auf den Feldbus F zu der Steuereinheit SPS. Das Wissenssystem **10** und die Steuereinheit SPS sind über einen Kommunikationspfad **28** miteinander verbunden, wobei diese Anordnung vorzugsweise als Client-Server-Architektur ausgebildet ist. Die Diagnoseinformationen werden über diesen Kommunikationspfad **28** an das Wissenssystem **10** übermittelt. Das computerunterstützte Instandhaltungssystem **12**, **14** in dem Wissenssystem **10** informiert eine Wartungsperson **30** darüber, dass an dem Feldgerät F0 eine Instandhaltungsarbeit durchzuführen ist. Im vorliegenden Beispielfall sind die von dem Feldgerät F0 bereitgestellten Diagnoseinformationen nicht detailliert genug, so dass das Wissenssystem **10** keine eindeutige Angabe dazu machen kann, was für eine Art von Fehler an dem Feldgerät F0 aufgetreten ist und welche Instandhaltungsarbeit die Wartungsperson **30** durchführen muss.

[0055] Die Wartungsperson **30** geht als nächstes zu dem Einsatzort des Feldgerätes F0 und führt dabei einen PDA **32** mit sich. Am Einsatzort kann die War-

tungsperson **30** über das Internet Verbindung zu dem Wissenssystem **10** aufnehmen. Hierzu ist in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel im Bereich der Anlage, an der sich die Feldgeräte F0, F1 und F2 befinden, ein Hotspot-System eingerichtet. Der PDA **32** weist eine W-LAN Schnittstelle **34** auf, über die der PDA **32** zu dem lokalen W-LAN, das durch das Hotspot-System bereitgestellt wird, Zugang erhalten kann. Ferner weist das Hotspot-System eine Schnittstelle **36** zwischen dem W-LAN und dem Internet auf. In [Fig. 1](#) ist die W-LAN Verbindung zwischen der W-LAN Schnittstelle **34** des PDA **32** und der Schnittstelle **36** als gestrichelte Linie **38** dargestellt. Demgemäß wird über das Hotspot-System ein drahtloser Internetzugang von dem PDA **32** aus hergestellt. Auch das Wissenssystem **10** ist über eine entsprechende Schnittstelle an dem Internet angeschlossen. Die Internetverbindung zwischen der Schnittstelle **36** und dem Wissenssystem **10** ist in [Fig. 2](#) durch die durchgezogene Linie **40** dargestellt. Dementsprechend kann die Wartungsperson **30** vom Einsatzort aus instandhaltungsrelevante Informationen mit dem Wissenssystem **10** austauschen. Insbesondere kann das Wissenssystem **10** eine interaktive Führung oder eine interaktive Abfrage bereitstellen, wobei durch den Austausch von instandhaltungsrelevanten Informationen zwischen dem Wissenssystem **10** und dem mobilen, in der Hand tragbaren Gerät **32** eine an dem Feldgerät F0 durchzuführende Instandhaltungsarbeit und/oder ein in Bezug auf das Feldgerät F0 aufgetretener Fehler ermittelbar ist. Bei der Durchführung einer interaktiven Abfrage kann das Wissenssystem **10** beispielsweise einen Fragenbaum bereitstellen, den die Wartungsperson **30** am Einsatzort abarbeitet und so zu den gewünschten Informationen geführt wird.

[0056] Basierend auf den von dem Wissenssystem **10** bereitgestellten Informationen führt die Wartungsperson **30** eine entsprechende Instandhaltungsarbeit durch. Anschließend übermittelt die Wartungsperson **30** über den PDA **32** eine Feedback-Information an das Wissenssystem **10**, ob die von dem Wissenssystem **10** angegebene Instandhaltungsarbeit und/oder der angegebene Fehler korrekt war. Falls die Angaben von dem Wissenssystem **10** nicht korrekt waren, gibt die Wartungsperson **30** den tatsächlichen Fehler in Bezug auf das Feldgerät F0 und die tatsächlich durchgeführte Instandhaltungsarbeit ein.

[0057] Anschließend wird in dem Wissenssystem **10** durch eine entsprechende Software eine Regel erstellt, die eine Beziehung zwischen den vor Durchführung der Instandhaltungsarbeit erstellten Diagnoseinformationen in Bezug auf das Feldgerät F0 und der an dem Feldgerät F0 durchgeführten Instandhaltungsarbeit und/oder dem in Bezug auf das Feldgerät F0 aufgetretenen Fehler herstellt. Anschließend wird die erstellte Regel von dem Wissenssystem **10** an das Feldgerät F0 übermittelt. Die Übermittlung kann dabei wiederum über den Kommunika-

tionspfad **28**, die Steuereinheit SPS und den Feldbus F erfolgen. Alternativ dazu kann die Übermittlung auch drahtlos, beispielsweise über UMTS, erfolgen. Diese Alternative ist in [Fig. 2](#) ebenfalls dargestellt. Hierzu weist das Wissenssystem **10** einen Sender **42** und das Feldgerät F0 einen entsprechenden Empfänger **44** auf. Die drahtlose Verbindung über UMTS ist in [Fig. 2](#) schematisch durch die gestrichelte Linie **46** dargestellt.

[0058] In dem Feldgerät F0 wird dessen Diagnosefunktion basierend auf der erhaltenen Regel dahingehend automatisiert aktualisiert, dass in der Regel enthaltene Informationen beim Erstellen von Diagnoseinformationen berücksichtigt werden.

[0059] Das Feldgerät F1, das ebenfalls an dem Feldbus F angeschlossen ist, ist in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel von dem gleichen Typ wie das Feldgerät F0. Demgemäß kann durch die Regel, die das Feldgerät F0 erhalten hat, auch die Diagnosefunktion des Feldgerätes F1 verbessert werden. Das Feldgerät F0 ist in dem vorliegenden Fall derart ausgebildet ist, dass es die erhaltene Regel auch an das Feldgerät F1 übermitteln kann. Die Übermittlung kann dabei über den Feldbus F erfolgen. Alternativ dazu kann die Übermittlung auch drahtlos, beispielsweise über UMTS, erfolgen. Diese Alternative ist in [Fig. 2](#) ebenfalls dargestellt. Hierzu weist das Feldgerät F0 einen Sender **48** und das Feldgerät F1 einen entsprechenden Empfänger **50** auf. Die drahtlose Verbindung über UMTS ist in [Fig. 2](#) schematisch durch die gestrichelte Linie **52** dargestellt. In dem Feldgerät F1 wird dessen Diagnosefunktion basierend auf der erhaltenen Regel dahingehend automatisiert aktualisiert, dass in der Regel enthaltene Informationen beim Erstellen von Diagnoseinformationen berücksichtigt werden.

[0060] Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erläutert. Dabei werden gleiche Bauteile mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Im Folgenden wird lediglich auf die Unterschiede gegenüber der ersten Ausführungsform eingegangen.

[0061] Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist das Wissenssystem **10** nicht wie bei der ersten Ausführungsform über einen Kommunikationspfad mit der Steuereinheit SPS verbunden. Vielmehr ist ein Gateway **54** an dem Feldbus F angeschlossen und das Wissenssystem **10** liest über das Gateway **54** Diagnoseinformationen, die auf den Feldbus F übermittelt werden, aus.

[0062] Ferner ist das Feldgerät F0 lediglich als „einfaches“ Feldgerät ausgebildet, was bedeutet, dass es nur einfache Diagnosefunktionen ausführen kann. Das Feldgerät F1, das ebenfalls an dem Feldbus F angeschlossen ist, weist ausreichende Datenverar-

beitungs- und Speicherfähigkeiten auf, um für das „einfache“ Feldgerät F0 ergänzende Diagnoseinformationen zu erstellen. Das Feldgerät F1 liest hierzu Werte, die von dem „einfachen“ Feldgerät F0 auf den Feldbus F übermittelt werden, aus und erstellt hierzu ergänzende Diagnoseinformationen. Diese ergänzenden Diagnoseinformationen werden von dem Feldgerät F1 ebenfalls über den Feldbus F an die Steuereinheit SPS ermittelt. Wie oberhalb erläutert wird, liest das Wissenssystem **10** über das Gateway **54** sowohl die von dem Feldgerät F0 erstellten als auch die von dem Feldgerät F1 erstellten, ergänzenden Diagnoseinformationen aus.

[0063] Wird nun in Bezug auf das Feldgerät F0 eine abnormale Situation erfasst, so wird wiederum über das Wissenssystem **10** eine Wartungsperson **30** benachrichtigt und vor Ort zu dem Feldgerät F0 geschickt. Der Austausch von Instandhaltungsrelevanten Informationen mit dem Wissenssystem **10** und die Ermittlung einer durchzuführenden Instandhaltungsarbeit und/oder eines Fehlers erfolgt dabei unter Heranziehung eines PDA **32**, wie es bei der ersten Ausführungsform erläutert wird. Gleichermaßen wird in dem Wissenssystem **10** eine Regel erstellt, die eine Beziehung zwischen den vor Durchführung der Instandhaltungsarbeit in Bezug auf das Feldgerät F0 erstellten Diagnoseinformationen und der an dem Feldgerät F0 durchgeführten Instandhaltungsarbeit und/oder dem in Bezug auf das Feldgerät F0 aufgetretenen Fehler herstellt. Im Unterschied zu der ersten Ausführungsform wird diese Regel nicht an das Feldgerät F0, sondern an das Feldgerät F1 übermittelt. Dementsprechend wird auch in dem Feldgerät F1 der Schritt des automatisierten Aktualisierens der Diagnosefunktion durchgeführt. Die Übermittlung der Regel von dem Wissenssystem **10** an das Feldgerät F1 kann dabei drahtgebunden über das Gateway **54** und den Feldbus F oder drahtlos, beispielsweise über UMTS, erfolgen. Die drahtlose Übermittlung ist in [Fig. 3](#) wiederum schematisch durch den Sender **42** an dem Wissenssystem **10**, dem Empfänger **44** an dem Feldgerät F1 und die UMTS-Verbindung **46** dargestellt.

[0064] Anstelle des Feldgerätes F1 kann bei der in [Fig. 3](#) dargestellten Anordnung auch die Steuereinheit SPS Diagnoseinformationen in Bezug auf das Feldgerät F0 erstellen. Im Unterschied zu der oberhalb angegebenen Ausführungsform werden die Diagnoseinformationen dann von der Steuereinheit SPS (beispielsweise über das Gateway **54**) an das Wissenssystem **10** übermittelt. Ferner wird die in dem Wissenssystem erstellte Regel wiederum an die Steuereinheit SPS übermittelt und die Diagnosefunktion der Steuereinheit SPS wird basierend auf der erhaltenen Regel aktualisiert.

[0065] Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf [Fig. 4](#) eine dritte Ausführungsform der vorliegenden

Erfindung erläutert. Dabei werden gleiche Bauteile mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Im Folgenden wird lediglich auf die Unterschiede gegenüber der ersten Ausführungsform eingegangen.

[0066] Im Unterschied zu der ersten Ausführungsform sind das Wissenssystem **10** und die Steuereinheit SPS integral ausgebildet. Dadurch ist das Wissenssystem **10** direkt an dem Feldbus F angeschlossen. Im Unterschied zu den ersten beiden Ausführungsformen kann dabei die Übermittlung von Diagnoseinformationen von den Feldgeräten F0, F1 und F2 an das Wissenssystem **10** sowie die Übermittlung der Regel von dem Wissenssystem **10** an das entsprechende Feldgerät (hier: F0) ausschließlich über den Feldbus F erfolgen. Alternativ ist in beiden Fällen selbstverständlich wieder eine drahtlose Übermittlung möglich, wie in [Fig. 4](#) in Bezug auf das Feldgerät F0 durch den Sender **42** an dem Wissenssystem **10**, den Empfänger **44** an dem Feldgerät F0 und die UMTS-Verbindung **46** dargestellt ist.

[0067] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die in den Figuren dargestellten und oberhalb beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Insbesondere ist die in Schritt C) angegebene Lernfunktion nicht auf die in der vorliegenden Anmeldung beschriebenen Diagnosefunktionen beschränkt. Ferner können auch mehr als nur eine zentral bereitgestellte Datenbank, wie beispielsweise mehrere zentral bereitgestellte Datenbanken von verschiedenen Herstellern, vorgesehen sein, auf die der Server des Wissenssystems über eine Internetverbindung oder eine Intranetverbindung zugreifen kann. Ferner können auch das CMMS, das PAM und/oder weitere proprietäre, von dem Anlagenbetreiber bereitgestellte Datenbanken räumlich getrennt von dem Wissenssystem vorgesehen sein. In diesem Fall kann der Server des Wissenssystems wiederum über eine Internetverbindung oder eine Intranetverbindung darauf zugreifen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbessern einer Diagnosefunktion eines Feldgerätes (**2**; F0; F1; F2), das über einen Feldbus (F) mit einer übergeordneten Einheit (SPS) verbunden ist und das in Bezug auf das Feldgerät (**2**; F0; F1; F2) und/oder in Bezug auf mindestens ein anderes, an dem Feldbus (F) angeschlossenes Feldgerät (**2**; F0; F1; F2) Diagnoseinformationen erstellt, wobei die erstellten Diagnoseinformationen an ein Wissenssystem (**10**) übermittelt werden, das zumindest auf instandhaltungsrelevante Informationen in Bezug auf das Feldgerät (**2**; F0; F1; F2), zu dem die Diagnoseinformationen erstellt werden, Zugriff hat, gekennzeichnet durch die nachfolgenden Schritte, die nach Durchführen einer Instandhaltungsarbeit an dem Feldgerät (**2**; F0; F1; F2), zu dem die Diagnoseinformationen erstellt werden, durchgeführt werden:

A) Erstellen einer Regel in dem Wissenssystem (**10**), welche eine Beziehung zwischen den vor Durchführung der Instandhaltungsarbeit erstellten Diagnoseinformationen in Bezug auf dieses Feldgerät (**2**; F0; F1; F2) und der an diesem Feldgerät (**2**; F0; F1; F2) durchgeführten Instandhaltungsarbeit und/oder dem in Bezug auf dieses Feldgerät (**2**; F0; F1; F2) aufgetretenen Fehler herstellt;

B) Übermitteln der Regel von dem Wissenssystem (**10**) an zumindest das Feldgerät (**2**; F0; F1; F2), durch das die Diagnoseinformationen erstellt wurden;

C) Automatisiertes Aktualisieren der Diagnosefunktion des Feldgerätes (**2**; F0; F1; F2), an das die Regel übermittelt wurde, basierend auf der Regel dahingehend, dass in der Regel enthaltene Informationen beim Erstellen von Diagnoseinformationen berücksichtigt werden.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in der Regel enthaltene Informationen beim Erstellen von Diagnoseinformationen derart berücksichtigt werden, dass in dem Fall, in dem die von dem Feldgerät (**2**; F0; F1; F2) erstellten Diagnoseinformationen denjenigen, die in der Beziehung der Regel enthalten sind, entsprechen, durch das Feldgerät (**2**; F0; F1; F2) zusätzliche Diagnoseinformationen zu der in der Beziehung angegebenen Instandhaltungsarbeit und/oder zu dem in der Beziehung angegebenen Fehler bereitgestellt werden.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Feedback-Information bezüglich einer tatsächlich an dem Feldgerät (**2**; F0; F1; F2) durchgeführten Instandhaltungsarbeit und/oder bezüglich eines tatsächlich an dem Feldgerät (**2**; F0; F1; F2) aufgetretenen Fehlers an das Wissenssystem (**10**) übermittelt wird und der Schritt (A)) des Erstellens einer Regel in dem Wissenssystem (**10**) in Abhängigkeit von dieser Feedback-Information durchgeführt wird.

4. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erstellten Diagnoseinformationen von dem Feldgerät (**2**; F0; F1; F2), durch das die Diagnoseinformationen erstellt werden, über den Feldbus (F) an die übergeordnete Einheit (SPS) übermittelt werden und über die übergeordnete Einheit (SPS) und/oder über ein an dem Feldbus (F) angeschlossenes Gateway (**54**) an das Wissenssystem (**10**) übermittelt werden.

5. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die in dem Wissenssystem (**10**) erstellte Regel eine Beziehung zwischen den vor Durchführung der Instandhaltungsarbeit erstellten Diagnoseinformationen und einer bei Vorliegen dieser Diagnoseinformationen durch das entsprechende Feldgerät (**2**; F0; F1; F2) anzugebenden und/oder auszulösenden Alarmstufe

herstellt.

6. Verfahren gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Beziehung zu der anzugebenden und/oder auszulösenden Alarmstufe in Abhängigkeit von einer Instandhaltungsstrategie, die vorzugsweise „predictive“ (voraussagend) ist, hergestellt wird.

7. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Feldgerät (2; F0; F1; F2) zumindest eine der nachfolgenden Diagnosefunktionen aufweist:
eine Statistische Prozessüberwachung SPM (englisch: „Statistical Process Monitoring“);
eine Muster-Erkennungstechnologie (englisch: „Pattern Recognition Technologie“);
eine Grenzwert-Überwachung;
eine Feldgerät-Diagnostik (englisch: „Device Diagnostics“); und
eine Schleifen-Diagnostik (englisch: „Loop Diagnostics“).

8. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Feldgerät (2; F0; F1; F2) einen Funktionsblock in Form eines Diagnoseblocks (DB) aufweist, wobei der Diagnoseblock (DB) vorzugsweise als „Advanced Diagnostic Block“ (Hoch Entwickelter Diagnoseblock), durch den eine Statistische Prozessüberwachung SPM durchführbar und im Rahmen einer Muster-Erkennungstechnologie eine Lernfunktion und eine Überwachungsfunktion ausführbar ist, ausgebildet ist.

9. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Feldgerät (2; F0; F1; F2), durch das die Diagnoseinformationen erstellt werden, eine eingebaute Intelligenz, insbesondere eine CPU (Central Processing Unit) und eine Speichereinheit, aufweist, die derart ausgebildet ist, dass der Schritt des automatisierten Aktualisierens der Diagnosefunktion des Feldgerätes (2; F0; F1; F2) durch die eingebaute Intelligenz durchführbar ist.

10. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt (B)) des Übermittels der Regel von dem Wissenssystem (10) an zumindest das Feldgerät (2; F0; F1; F2), durch das die Diagnoseinformationen erstellt wurden, über einen Kommunikationsweg erfolgt, der zumindest im Bereich des Feldgerätes (2; F0; F1; F2) drahtlos ist, wobei dieser drahtlose Kommunikationsweg (46) vorzugsweise über ein W-LAN (Wireless Local Area Network), Infrarot, Bluetooth, HSDPA (High Speed Downlink Packet Access), UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) oder über GPRS (General Packet Radio Service) gebildet wird,

oder der zumindest teilweise durch den Feldbus (F) gebildet wird.

11. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die nachfolgenden, weiteren Schritte:

D) Übermitteln der erhaltenen Regel durch das Feldgerät (2; F0; F1; F2), an das die Regel von dem Wissenssystem (10) übermittelt wurde, an mindestens ein weiteres Feldgerät (2; F0; F1; F2);

E) Automatisiertes Aktualisieren der Diagnosefunktion des mindestens einen weiteren Feldgerätes (2; F0; F1; F2) basierend auf der Regel dahingehend, dass in der Regel enthaltene Informationen beim Erstellen von Diagnoseinformationen berücksichtigt werden.

12. Verfahren gemäß Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt (D)) des Übermittels der erhaltenen Regel durch das Feldgerät (2; F0; F1; F2), an das die Regel von dem Wissenssystem (10) übermittelt wurde, an mindestens ein weiteres Feldgerät (2; F0; F1; F2) über einen Kommunikationsweg erfolgt, der drahtlos ist, wobei dieser drahtlose Kommunikationsweg (52) vorzugsweise über ein W-LAN (Wireless Local Area Network), Infrarot, Bluetooth, HSDPA (High Speed Downlink Packet Access), UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) oder über GPRS (General Packet Radio Service) gebildet wird, oder der durch den Feldbus (F) gebildet wird.

13. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Wissenssystem (10) einen Server (22) aufweist, der auf mindestens eine Datenbank (16, 18, 20), vorzugsweise auf mehrere Datenbanken, Zugriff hat, wobei die mindestens eine Datenbank (16, 18, 20) instandhaltungsrelevante Informationen zumindest zu der Anlage, die den Feldbus (F), damit verbundene Feldgeräte (F0; F1; F2) und die übergeordnete Einheit (SPS) aufweist, enthält.

14. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Wissenssystem (10) auf eine oder mehrere der nachfolgenden instandhaltungsrelevanten Informationen zu der Anlage, die den Feldbus (F), damit verbundene Feldgeräte (F0; F1; F2) und die übergeordnete Einheit (SPS) aufweist, Zugriff hat, wobei die Informationen vorzugsweise in entsprechenden Datenbanken (16, 18, 20) verwaltet werden:

Herstellerspezifische Informationen bezüglich eines oder mehrerer der Feldgeräte (F0; F1; F2);
Anlagenspezifische Informationen;
Informationen bezüglich der digitalen Kommunikation über den Feldbus (F) der Anlage;
Spezifische Informationen bezüglich eines Prozesses, einer Industrie und/oder einer Anwendung.

15. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Wissenssystem (10) ein computerunterstütztes Instandhaltungssystem, insbesondere ein „CMMS“ (Computerised Maintenance Management System bzw. Computerunterstütztes Instandhaltungs-Management-System) (12) und/oder ein „PAM“ (Plant Asset Management bzw. Anlagen-Asset-Management) (14) aufweist oder darauf Zugriff hat.

16. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Durchführung einer Instandhaltungsarbeit an dem Feldgerät (2; F0; F1; F2), zu dem die Diagnoseinformationen erstellt werden, zum Austausch von instandhaltungsrelevanten Informationen mit dem Wissenssystem (10) von einem mobilen, in der Hand tragbaren Gerät, insbesondere von einem PDA (Personal Digital Assistant bzw. Persönlicher Digitaler Assistent) (32), das/der eine Schnittstelle (34) für einen drahtlosen Netzzugang aufweist, ein drahtloser Netzzugang hergestellt wird und eine Netzverbindung mit dem Wissenssystem (10) hergestellt wird.

17. Verfahren gemäß Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass durch das Wissenssystem (10) eine interaktive Führung, insbesondere eine interaktive Abfrage, bereitgestellt wird, durch die durch Austausch von instandhaltungsrelevanten Informationen zwischen dem Wissenssystem (10) und dem mobilen, in der Hand tragbaren Gerät (32) eine an dem betreffenden Feldgerät (2; F0; F1; F2) durchzuführende Instandhaltungsarbeit und/oder ein in Bezug auf das betreffende Feldgerät (2; F0; F1; F2) aufgetretener Fehler ermittelbar ist/sind.

18. Verfahren gemäß Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass über das mobile, in der Hand tragbare Gerät (32) eine Feedback-Information bezüglich einer tatsächlich an dem betreffenden Feldgerät (2; F0; F1; F2) durchgeführten Instandhaltungsarbeit und/oder bezüglich eines tatsächlich an dem betreffenden Feldgerät (2; F0; F1; F2) aufgetretenen Fehlers an das Wissenssystem (10) übermittelbar ist.

19. Verfahren zum Verbessern einer Diagnosefunktion einer übergeordneten Einheit (SPS), die über einen Feldbus (F) mit mindestens einem Feldgerät (2; F0; F1; F2) verbunden ist und in Bezug auf mindestens ein an dem Feldbus (F) angeschlossenes Feldgerät (2; F0; F1; F2) Diagnoseinformationen erstellt, wobei die erstellten Diagnoseinformationen an ein Wissenssystem (10) übermittelt werden, das zumindest auf instandhaltungsrelevante Informationen in Bezug auf das Feldgerät (2; F0; F1; F2), zu dem die Diagnoseinformationen erstellt werden, Zugriff hat, gekennzeichnet durch die nachfolgenden Schritte, die nach Durchführen einer Instandhaltungsarbeit an dem Feldgerät (2; F0; F1; F2), zu dem

die Diagnoseinformationen erstellt werden, durchgeführt werden:

- A) Erstellen einer Regel in dem Wissenssystem (10), welche eine Beziehung zwischen den vor Durchführung der Instandhaltungsarbeit erstellten Diagnoseinformationen in Bezug auf dieses Feldgerät (2; F0; F1; F2) und der an diesem Feldgerät (2; F0; F1; F2) durchgeführten Instandhaltungsarbeit und/oder dem in Bezug auf dieses Feldgerät (2; F0; F1; F2) aufgetretenen Fehler herstellt;
- B) Übermitteln der Regel von dem Wissenssystem (10) an zumindest die übergeordnete Einheit (SPS);
- C) Automatisiertes Aktualisieren der Diagnosefunktion der übergeordneten Einheit (SPS) basierend auf der Regel dahingehend, dass in der Regel enthaltene Informationen beim Erstellen von Diagnoseinformationen berücksichtigt werden.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

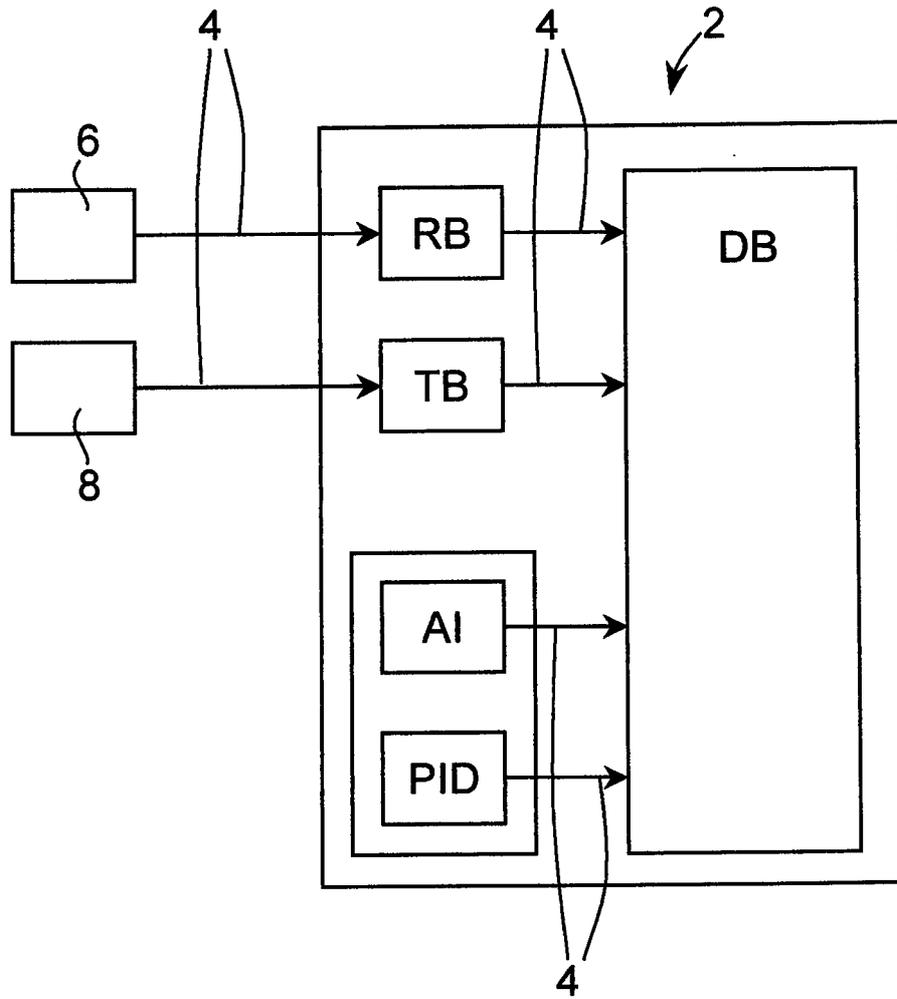


Fig. 1

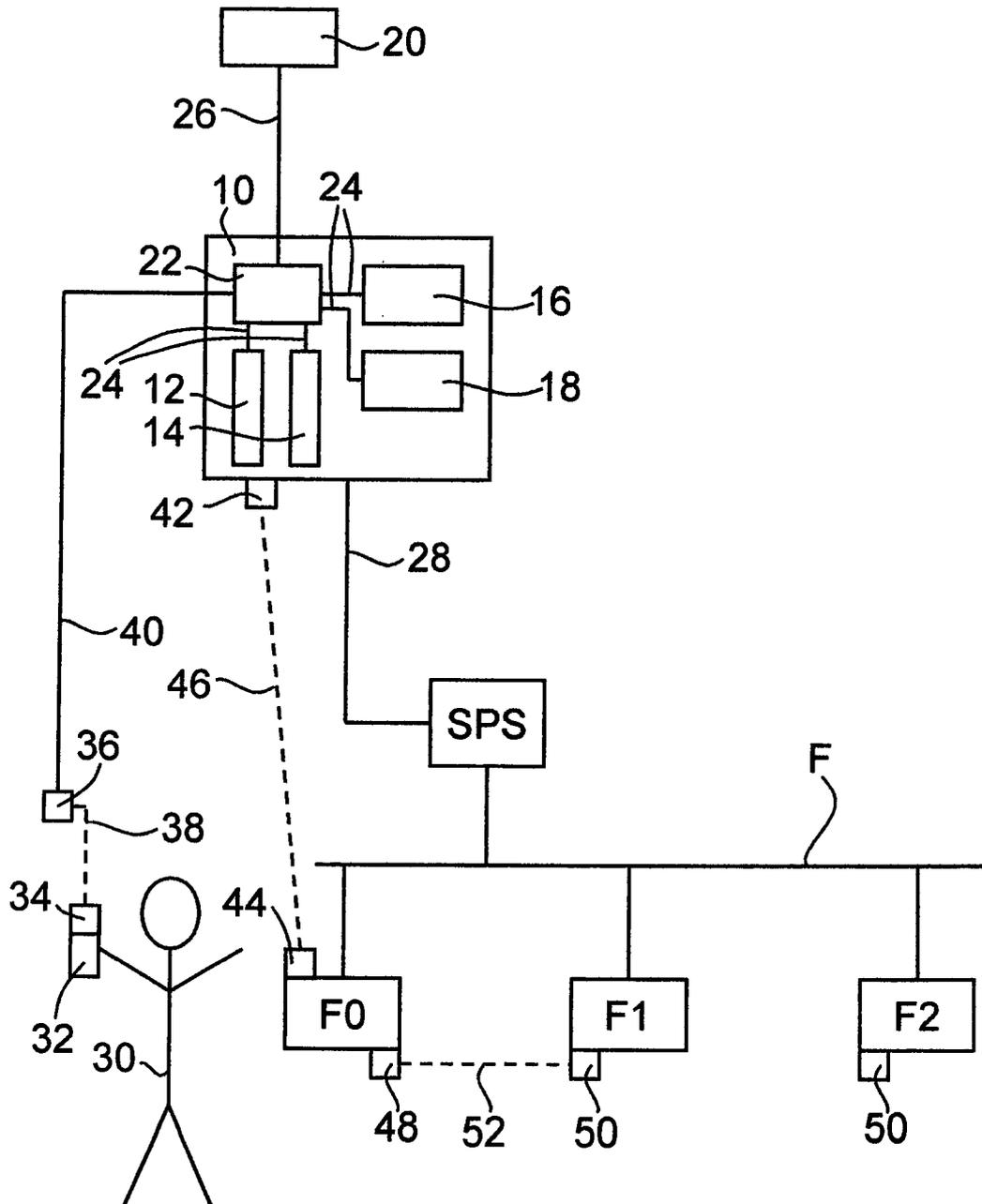


Fig. 2

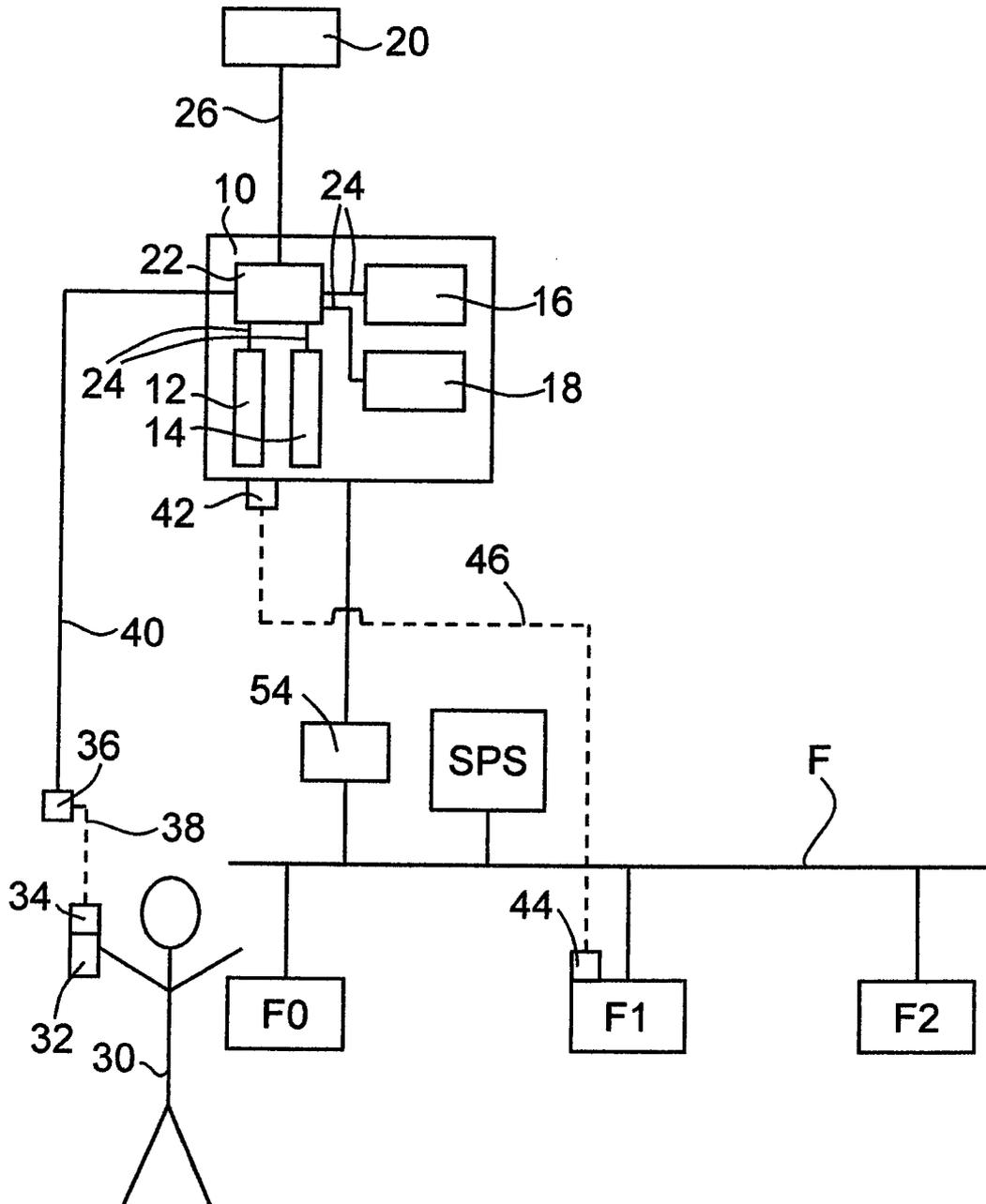


Fig. 3

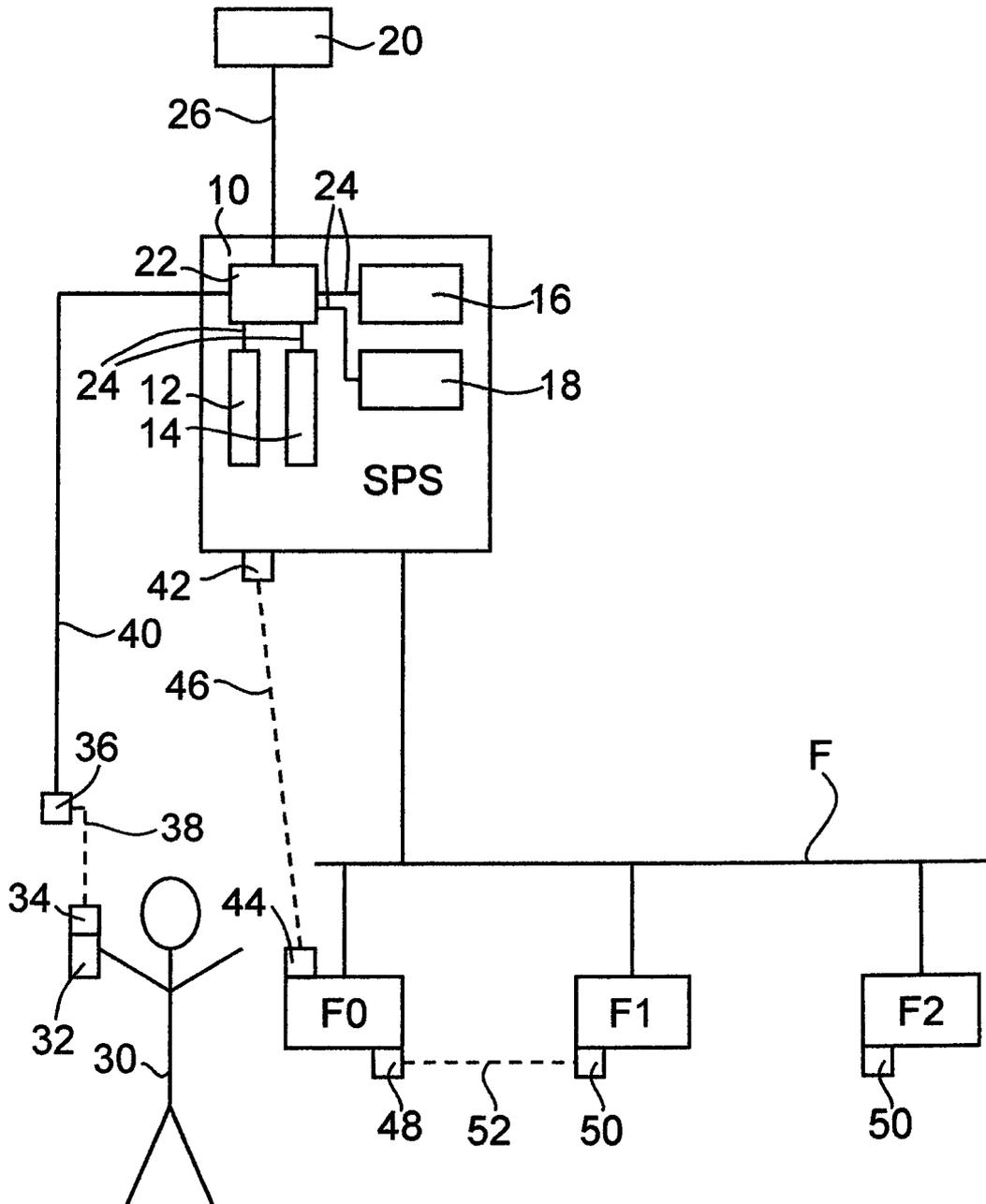


Fig. 4