



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 44 088 A1** 2005.08.04

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 44 088.7**

(22) Anmeldetag: **23.09.2003**

(43) Offenlegungstag: **04.08.2005**

(51) Int Cl.⁷: **G05B 23/02**

(71) Anmelder:

Samson Aktiengesellschaft, 60314 Frankfurt, DE

(74) Vertreter:

BOEHMERT & BOEHMERT, 28209 Bremen

(72) Erfinder:

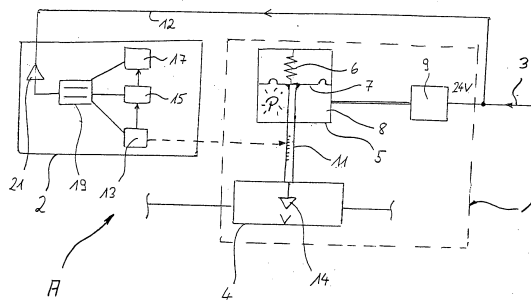
Kah, Harald, 65611 Brechen, DE; Karte, Thomas, Dr., 63486 Bruchköbel, DE; Kiesbauer, Jörg, Dr., 64859 Eppertshausen, DE; Opl, Peter, 63128 Dietzenbach, DE; Schärtner, Karl-Bernd, 63526 Erlensee, DE

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Funktionsprüfvorrichtung für ein Feldgerät und Verfahren zur Funktionsprüfung eines Feldgeräts und Feldgerät**

(57) Zusammenfassung: Bei einer Funktionsprüfvorrichtung für ein Feldgerät, insbesondere für ein Schnellschlussventil eines Notfallsystems vorzugsweise einer chemischen Anlage, eines Gasbrenners oder dergleichen, wobei das Feldgerät dazu ausgelegt ist, bei fehlender Energieversorgung in einen bestimmten Betriebsmodus, insbesondere einen Sicherheits- oder Notbetriebsmodus, zu verfahren oder verfahren zu werden, umfassend zumindest eine Einrichtung zum Erfassen von Betriebsdaten des Feldgeräts und zumindest einen nicht-flüchtigen Speicher zum Sichern der erfassten Betriebsdaten, ist zumindest ein elektrischer Energiepuffer vorgesehen, der derart auf die Einrichtung zum Erfassen von Betriebsdaten und den nicht-flüchtigen Speicher energieversorgend einwirkt, dass zumindest während eines Übergangs des Feldgeräts in den bestimmten Betriebsmodus die Betriebsdaten des Feldgeräts erfasst und nicht-flüchtig gesichert werden.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Funktionsprüfvorrichtung für ein Feldgerät, wobei die Funktionsprüfvorrichtung und das Feldgerät mit elektrischer Energie versorgbar sind und das Feldgerät bei fehlender Energieversorgung in einen bestimmten Betriebsmodus verfahrbar ist. Die Funktionsprüfvorrichtung umfasst zumindest eine Einrichtung zum Erfassen von Betriebsdaten des Feldgeräts und zumindest einen nicht-flüchtigen Speicher zum Sichern der erfassten Betriebsdaten.

[0002] Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Funktionsprüfung eines Feldgeräts, das insbesondere entsprechend der Funktionsweise einer erfindungsgemäßen Funktionsprüfvorrichtung verfährt, sowie ein Feldgerät.

[0003] In der Prozessindustrie spielt die Überwachung von sicherheitsrelevanten Kreisen der Mess- und Regelungstechnik eine immer bedeutendere Rolle. Vor allem ist es im Hinblick auf die Auslegung von Notschaltssystemen von entscheidender Bedeutung, Aussagen über die Zuverlässigkeit des richtigen Betriebs insbesondere in einer Notfallsituation oder über die Ausfallwahrscheinlichkeit von Feldgeräten machen zu können.

[0004] Bei Verwendung von Feldgeräten, die mittels Zweileitertechnik miteinander bzw. einer Prozesssteuereinrichtung verbunden sind, ist jedoch eine zur Überwachung des Feldgeräts wünschenswerte Beobachtung und Speicherung von Betriebsdaten desselben bisher nur teilweise möglich. So ist bei einer Zweileiterleitung, die sowohl die Energieversorgung als auch die Signalübertragung über eine einzelne Leitung gewährleistet, insbesondere während des kritischen Zeitpunkts eines Abschaltens bzw. einer Unterbrechung der Energieversorgung oder des Zeitraums unmittelbar davor, die analoge oder auch digitale Signalübertragung gestört und bricht im Falle einer Sicherheitsabschaltung durch Abschalten der elektrischen Energieversorgung vollständig zusammen. So wird zum Beispiel im Falle einer Ventilsteuerung durch elektrische Stellungsregler die so genannte Fail Safe Stellung oder Sicherheitsstellung durch Abschaltung der gemeinsamen elektrischen Versorgungs- und Signalleitung erzwungen. Aufgrund der Abschaltung ist aber eine Beobachtung der Ventilbewegung bis zum Erreichen der Endlage bzw. Sicherheitsstellung mittels einer zentralen Prozesssteuereinrichtung nicht ohne weiteres möglich.

[0005] Auch bei gattungsgemäßen Funktionsüberwachungsvorrichtungen, die eine interne Abspeicherung von Betriebsdaten des Feldgeräts vornehmen, ist eine Aufnahme von Betriebsdaten vor und während eines Sicherheitsbetriebsmodus, bei dem das Feldgerät in einen Sicherheitszustand versetzt wird,

beispielsweise ein Ventil in die Sicherheitsstellung verfahren wird, nicht ohne weiteres möglich. So werden nicht-flüchtige Speicher innerhalb der Funktionsprüfvorrichtung zur Speicherung von Betriebsdaten während eines Normalbetriebs, d.h. bei einer intakten Energieversorgung über die Zweileiterschleife, eingesetzt. Diese in dem nicht-flüchtigen Speicher abgelegten Daten können dann nach einem Sicherheitsbetrieb abgerufen und ausgewertet werden. Jedoch weisen diese nicht-flüchtigen Speicher nur eine begrenzte Anzahl von möglichen Schreibzyklen, zirka 100.000 bis 1.000.000 Schreibzyklen, auf. Daher ist es notwendig, dass zunächst Daten über ein relativ großes Zeitintervall gesammelt werden, bevor sie in dem nicht-flüchtigen Speicher abgelegt werden. Um eine Wartungsfreiheit des Feldgeräts von mehreren Jahren sicherzustellen, ist es daher notwendig, dass die Daten über einen Zeitraum von 0,5 bis 6 Stunden in der Funktionsprüfvorrichtung in einem flüchtigen Speicher gesammelt werden, bevor sie in dem nicht-flüchtigen Speicher abgelegt werden. Dies bedeutet, dass bei einer Sicherheitsabschaltung auf Grund des Abschaltens der Energieversorgung des Feldgeräts über die Zweileiterschleife die Betriebsdaten für einen Zeitraum von bis zu 0,5 bis 6 Stunden, die in dem flüchtigen Speicher vor der Sicherheitsabschaltung abgelegt sind und nicht in den nicht-flüchtigen Speicher übertragen wurden, verlorengehen. Ferner ist eine umfangreichere zyklische Abspeicherung relevanter Daten aus dem laufenden Betrieb auf Grund der geringen zur Verfügung stehenden Energie von 20-40mW und der damit begrenzten Speichergröße des flüchtigen Speichers nur begrenzt möglich.

[0006] Um dennoch Aussagen über die Funktionsfähigkeit des Feldgeräts in einem Sicherheitsbetriebsmodus machen zu können, ist es aus dem Stand der Technik bekannt, derartigen Feldgeräten in einem Normalbetriebsmodus geringfügige Stellsignale aufzuerlegen, um eine regelmäßige Überprüfung verschiedener Größen, wie einer Ansprechzeit oder einer Bewegungszeit vorzunehmen und daraus Größen wie eine Trägheit und dergleichen zu bestimmen.

[0007] Diese Maßnahmen lassen es jedoch insbesondere nicht zu, Parameter, wie die Sicherheitsabschaltansprechzeit, d.h. die Zeit zwischen Anlegen des Signals zur Sicherheitsabschaltung und einer ersten Bewegung des Ventils, die Schließzeit, d.h. die Laufzeit des Ventils von einer Auf-Stellung in eine Zu-Stellung, oder die Genauigkeit der Erreichung der Nullpunktlage oder Sicherheitsstellung direkt zu ermitteln.

[0008] Insbesondere in der Prozessindustrie werden sicherheitsrelevante Kreise der Mess- und Regelungstechnik jedoch zunehmend nach IEC 61508/61511 klassifiziert. Hieraus ergibt sich für

Feldgeräte die Notwendigkeit, dass eine qualitative, aber auch quantitative Beobachtung und Dokumentation des Verhaltens des Feldgeräts nicht nur während des Normalbetriebsmodus, sondern auch in einem Sicherheitsbetriebsmodus im Falle eines Abschaltens der Energieversorgung gefordert wird. Daneben ist auch für nicht sicherheitsrelevante Kreise der Mess- und Regelungstechnik die Beobachtung und Aufzeichnung wichtiger Betriebs- und Statusinformationen für den Betreiber wertvoll. Aus diesen Beobachtungen können dann direkt Daten zur Ermittlung der MTBF (Meantime between failure (mittlerer Ausfallabstand)) und zur Durchführung der FMEDA (Failure modes, effects and diagnostic analysis) gewonnen werden. Diese Größen werden verwendet, um eine Klassifizierung der sicherheitsrelevanten Kreise vorzunehmen, insbesondere ermöglichen sie eine Einteilung des Kreises in einen bestimmten Safety Integrity Level (SIL). Besonders bei Feldgeräten in Form von Schnellschlussventilen, die eingesetzt werden, um bei einer Signalisierung zum Verfahren in eine Sicherheitsstellung, die durch Abschalten der Energieversorgung, insbesondere durch die Zweileiterschleife, erfolgt, eine Entlüftung bzw. Absperrung einer Leitung in der Sicherheitsstellung vorzunehmen, ist es notwendig, dass Daten über die Verlässlichkeit des Feldgeräts vorliegen.

[0009] Im Stand der Technik wurden verschiedene Lösungsansätze gewählt, um die zuvor beschriebenen Probleme zu überwinden, die jedoch nicht befriedigend sind. So ist es aus dem Produkt Bulletin des Unternehmens Emerson für eine digitale Sicherheitsventilsteuereinrichtung "DVC 6000" bekannt, eine Vierleiterschleife einzusetzen, um auch im Falle eines Störfalls und Aktivierung des Sicherheitsventils die Aufnahme von insbesondere für die Funktionsüberprüfung des Feldgeräts notwendigen Daten sicherzustellen. Eine derartige Vierleiterschleife bewirkt jedoch einen enorm erhöhten Verkabelungsaufwand und führt so zu einer erhöhten Komplexität des Regelkreises und somit zu erhöhten Herstellung- und Wartungskosten.

Stand der Technik

[0010] Darüber hinaus offenbart die DE 199 29 804 A1 ein Steuerungssystem mit zentralen und/oder dezentralen Baugruppen, in denen Schutzeinrichtungen, wie Sensoren und/oder Aktoren, angeschlossen sind. Die Baugruppen sind zur Übertragung von Daten und Informationen über zumindest eine Kommunikationsverbindung und zur Versorgung mit mindestens einer Versorgungsspannung über zumindest eine Energieversorgungsleitung miteinander verbunden, wobei insbesondere vorgesehen ist, dass diese beiden Leitungen in einer gemeinsamen Leitung ausgeführt werden. Um zu bewirken, dass das Steuerungssystem auch bei einer Störung der Kommunikationsverbindung und/oder der Energieversorgungs-

leitung funktionsfähig bleibt, ist jeweils eine Einheit zur Überwachung der Versorgungsspannung und/oder eine Einheit zur Überwachung der Kommunikationsverbindung vorgesehen. Sobald eine Störung auftritt, ist insbesondere vorgesehen, dass über eine Sende-/Empfangseinheit eine nicht materielle Kommunikationsverbindung zwischen den Baugruppen aufgebaut wird. Zur Energieversorgung ist eine eigene Notstromversorgung in Form einer Batterie vorgesehen. Nachteilig bei diesem Steuerungssystem ist jedoch, dass aufgrund des hohen Energieverbrauchs dieser Elemente eine energiereiche Notstromversorgung vorgesehen werden muß, um eine Funktionsfähigkeit des Steuerungssystems auch in einem Störfall aufrechtzuerhalten. Somit ist das Steuerungssystem insbesondere nicht zum Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen einsetzbar und darüber hinaus läuft ein derartiges Konzept aufgrund der Notwendigkeit eines Austausch der Batterie einer angestrebten Wartungsfreiheit des Feldgeräts entgegen. Ferner ist die Realisierung der nicht materiellen Kommunikationsverbindung mit einem hohen Kostenaufwand verbunden, da jede einzelne Baugruppe mit einer einzelnen Sende-/Empfangseinheit ausgestattet werden muß.

[0011] Ferner offenbart die DE 199 37 515 A1 ein Verfahren und eine Anordnung zur selektiven Aufzeichnung von Meldungen. Zur Überwachung einer in einem Feldbereich angeordneten Einrichtung wird vorgeschlagen, dass dieselbe mittels einer Kommunikationsschnittstelle temporär mit einer Überwachungseinrichtung verbunden wird. Im laufenden Betrieb werden dann für vorbestimmbare Ereignisse und Zustände Meldungen generiert, an die Überwachungseinrichtung gesendet und in der Überwachungseinrichtung fortlaufend gespeichert. Beim Auftreten einer Störung in der zu überwachenden Einrichtung wird ein vordefiniertes Fehlersignal generiert, woraufhin die Aufzeichnung von Meldungen unwiderruflich abgebrochen wird. Nachteilig bei dieser Anordnung ist jedoch, dass ein zusätzliches Gerät manuell an der zu überwachenden Einrichtung angebracht werden muß, so dass ein sehr hoher Aufwand notwendig ist, um eine Vielzahl von Feldgeräten innerhalb eines Feldbereichs zu überwachen. Darüber hinaus ermöglicht auch die Anordnung der DE 199 37 515 A1 nicht die Überwachung der Einrichtung in einem Zeitraum nach Auftreten eines Störfalls, um insbesondere die Zuverlässigkeit der zu überwachenden Einrichtung zu überwachen.

[0012] Die EP 1 161 636 B1 offenbart ein Notabschaltssystem, bei dem eine Steuereinrichtung ein Abschaltventil auf ein Fehlersignal hin steuert dahingehend, dass das Abschaltventil von einer vollständig geöffneten Position in eine teilweise geöffnete Position gebracht und wieder in die vollständig geöffnete Stellung zurückgebracht wird.

Aufgabenstellung

[0013] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, eine Funktionsprüfvorrichtung für ein Feldgerät zu schaffen, welche die Nachteile des Standes der Technik überwinden kann, insbesondere welche einen konstruktiv einfachen Aufbau aufweisen soll und Zuverlässigkeitsanalysen des Funktionsbetriebs von einer Mehrzahl von Feldgeräten im Falle des Ausfalls der gesamten Energieversorgung kostengünstig ermöglichen kann.

[0014] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patenanspruchs 1 gelöst. Danach ist eine Vorrichtung vorgesehen, die überprüfen soll, ob ein Feldgerät, insbesondere ein Schnellschlussventil eines Notfallsystems vorzugsweise einer chemischen Anlage, eines Gasbrenners oder dergleichen, im Falle eines Stromausfalls in einen vorbestimmbaren Betriebsmodus verfahren wird; beispielsweise bei einem Schnellschlussventil, ob letzteres geschlossen wird. Dieses automatische Einnehmen der bestimmten Betriebsstellung des Feldgeräts kann durch eine Feder oder dergleichen betrieben werden, die erst dann ihre potentielle Energie freigibt, wenn es zu einem gewollten Stromausfall kommen sollte. Die erfindungsgemäße Funktionsprüfvorrichtung hat zumindest eine Einrichtung zum Erfassen von Betriebsdaten des Feldgeräts (**1**) und zumindest einen nicht-flüchtigen Speicher (**13**) zum Sichern der erfassten Betriebsdaten. Zumindest ein Puffer elektrischer Energie ist vorgesehen, der derart auf die Einrichtung zum Erfassen von Betriebsdaten und den nicht-flüchtigen Speicher (**13**) energieversorgend einwirkt, dass zumindest während eines Übergangs des Feldgeräts (**1**) in den bestimmten Betriebsmodus die Betriebsdaten des Feldgeräts (**1**) erfasst und nicht-flüchtig gesichert werden.

[0015] Mit der erfindungsgemäßen Maßnahme wird möglich, eine von der Energieversorgung unabhängige Funktionsprüfung des Feldgeräts vorzunehmen, ohne die Kosten für die Feldgerätanordnung, umfassend das Feldgerät und die Funktionsprüfvorrichtung, merklich zu erhöhen. Somit können Zuverlässigkeitsstudien über Feldgeräte gemäß beispielsweise der IEC-Norm 61508/61511 unter Bestimmung genauerster Wahrscheinlichkeiten für den korrekten Betrieb eines bestimmten Feldgerätstypus mit geringen messtechnischen und konstruktiven Aufwand realisiert werden.

[0016] Dabei kann insbesondere vorgesehen sein, dass die Funktionsprüfvorrichtung und das Feldgerät über eine Zweileiterschleife, die insbesondere an eine Prozesssteuereinrichtung anschließbar ist, mit der elektrischen Energieversorgung verbindbar sind.

[0017] Auch wird mit der Erfindung vorgeschlagen, dass die Einrichtung zum Erfassen von Betriebsda-

ten zumindest einen Sensor, dass die Funktionsprüfvorrichtung und das Feldgerät über eine Zweileiterschleife, die insbesondere an eine Prozesssteuereinrichtung anschließbar ist, mit der elektrischen Energie vorzugsweise einen Spannungs-, Stromstärke-, Temperatur-, Weg-, Drucksensor und/oder einen Sensor zum Erfassen der Strömungsgeschwindigkeit eines Fluids umfaßt.

[0018] Vorteilhafterweise ist vorgesehen, dass der Puffer elektrischer Energie für einen Einsatz in einem explosionsgefährdeten Bereich ausgeführt ist.

[0019] Die Erfindung sieht ferner vor, dass der Puffer elektrischer Energie auf einem im wesentlichen rein physikalischen, insbesondere kapazitiven, Wirkprinzip beruht, insbesondere keine elektrochemische, galvanische und/oder elektrolytische Komponente umfaßt.

[0020] Bei einer bevorzugten Ausführung weist der elektrische Energiepuffer eine im wesentlichen rechteckige Energieabgabecharakteristik auf. Insbesondere kann der elektrische Energiepuffer dazu ausgelegt sein, Leistungswerte in einem Bereich von ungefähr 10 μ A bei ungefähr 0,7 V bis ungefähr 4 mA bei ungefähr 10 V für ungefähr 0,5 bis 10 sec. bei im wesentlichen konstanter Energieabgabe, vorzugsweise im wesentlichen ca. 0,8 bis 1 mA bei im wesentlichen 3 bis 5 V für ca. 3 bis 5 sec., bereitzustellen.

[0021] Bei einer Weiterentwicklung der Funktionsprüfvorrichtung stellt der elektrische Energiepuffer elektrische Energie bei einem korrekt funktionierenden Feldgerät bis Erreichen des bestimmten Betriebsmodus des Feldgeräts, insbesondere bis zum Erfassen eines vorbestimmten Betriebszustands des Feldgeräts, oder bis einige Sekunden, vorzugsweise bis höchstens 10 Sekunden, nach Erreichen des bestimmten Betriebsmodus des Feldgeräts bereit.

[0022] Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Puffer elektrischer Energie zumindest einen Supercap-Kondensator, vorzugsweise einen Gold-Cap-Kondensator, umfaßt. Insbesondere bei einem derartigen Energiepuffer ist letzterem ein Step-Down-Regulator nachgeschaltet, der eine Herabsetzung insbesondere der anfänglichen Spitzenspannung bei weitgehender Ausnutzung der gespeicherten elektrischen Energie gestattet.

[0023] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass der Puffer elektrischer Energie insbesondere von der elektrischen Energieversorgung aufladbar ist.

[0024] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist der elektrische Energiepuffer bezüglich des Betriebs des Feldgeräts insbesondere elektrisch entkoppelt ist, insbesondere dazu ausgeführt ist, den

Betrieb des Feldgeräts bei fehlender Energieversorgung unbeeinflussend Energie bereitzustellen.

[0025] Eine erfindungsgemäße Funktionsprüfvorrichtung sieht zumindest eine Überwachungseinrichtung zum Detektieren eines Fehlens der elektrischen Energieversorgung, vorzugsweise umfaßt von der Einrichtung zum Erfassen von Betriebsdaten vor.

[0026] Mit der Erfindung wird ferner zumindest eine Datenverarbeitungsvorrichtung, welche die von der Einrichtung zum Erfassen von Betriebsdaten erfaßten Daten verarbeitet, vorgeschlagen.

[0027] Bei der letztgenannten Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass die Datenverarbeitungsvorrichtung zumindest einen Mikrorechner umfaßt, dessen Taktfrequenz vorzugsweise während des Sicherheitsbetriebsmodus reduzierbar ist.

[0028] Vorteilhafterweise ist eine erfindungsgemäße Funktionsprüfvorrichtung dadurch gekennzeichnet, dass die Betriebsdaten des Feldgeräts vorzugsweise als Datensatz, der zumindest einen Betriebswert, wie einen dem Feldgerät, insbesondere mittels der Zweileiterschleife, übermittelten Sollwert, zumindest einen Istwert, wie eine Stellposition, des Feldgeräts, zumindest einen mittels der Einrichtung zum Erfassen der Betriebsdaten des Feldgeräts aufgenommenen Messwert, wie einen Spannungs-, Stromstärke-, Druck-, Temperatur-, Weglängen-, Geschwindigkeits-, Beschleunigungswert und/oder Strömungsgeschwindigkeitswert eines Fluids, zumindest einen Betriebsstundenzählerwert und/oder eine Gerätestatusinformation, und zumindest einen Zeitinformati-onswert umfasst, in zumindest einem flüchtigen Speicher insbesondere mittels der Datenverarbeitungsvorrichtung komprimiert abspeicherbar sind.

[0029] Dabei kann insbesondere vorgesehen sein, dass der flüchtige Speicher ein First-In-First-Out-Speicher ist.

[0030] Bei den beiden vorgenannten Ausführungsformen wird mit der Erfindung vorgeschlagen, dass der flüchtige Speicher zumindest einen ersten Speicherbereich und zumindest einen zweiten Speicherbereich umfaßt, wobei die Betriebsdaten eines ersten Zeitraums in dem ersten Speicherbereich abspeicherbar sind und bei einem Speicherüberlauf des ersten Speicherbereichs die Betriebsdaten des ersten Speicherbereichs in den zweiten Speicherbereich, vorzugsweise in komprimierter Form und/oder in einem First-In-First-Out-Verfahren, abspeicherbar sind.

[0031] Auch kann zumindest eine interne Uhr, insbesondere in Form einer Echtzeituhr, eines Funkuhrmoduls und/oder eines relativen Zeitzählers, die vorzugsweise mittels einer insbesondere von der Pro-

zesssteuereinrichtung umfaßten Echtzeituhr und/oder eines vorzugsweise von der Prozesssteuereinrichtung umfaßten Funkuhrmoduls synchronisierbar ist, wobei mittels der internen Uhr der Zeitinformati-onswert bestimmbar ist, vorgesehen sein.

[0032] Vorteilhafte Ausführungsformen der Funktionsprüfvorrichtung sind dadurch gekennzeichnet, dass das Feldgerät in dem Sicherheitsbetriebsmodus in einen vorher festgelegten Sicherheitszustand bringbar ist und insbesondere nach Erreichen des Sicherheitszustands die in dem flüchtigen Speicher abgelegten Daten in den nicht-flüchtigen Speicher übertragbar sind.

[0033] Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist wirkt eine Einrichtung potentieller Energie auf das Feldgerät derart ein, dass bei bestehender Energieversorgung das Feldgerät in einem ersten, insbesondere deaktivierten Betriebszustand gehalten wird und bei fehlender Energieversorgung die potentielle Energie zum Verbringen des Feldgeräts in den bestimmten Betriebsmodus freigegeben wird. Es soll also insbesondere keine Steuerung des Notbetriebs des Feldgeräts bei fehlender Energieversorgung vorgenommen sein. Lediglich ist die tatsächlich vorbestimmte erzwungene Funktionsweise des Feldgeräts im Notbetrieb zu beobachten und aufzuzeichnen, damit eine Aussage über die Zuverlässigkeit des Funktionsbetriebs gemacht werden kann.

[0034] Ferner kann vorgesehen sein, dass die in einem flüchtigen Speicher und/oder in dem nicht-flüchtigen Speicher gespeicherten Betriebsdaten mittels einer Datenverarbeitungsvorrichtung und/oder einer Prozesssteuereinrichtung auslesbar und/oder auswertbar sind, insbesondere zumindest eine Kenngröße des Feldgeräts bezüglich des Verhaltens im Sicherheitsbetriebsmodus, vorzugsweise zumindest ein mittlerer Ausfallabstand (MTBF), ein Weg-Zeitdiagramm, eine Ansprechzeit, eine Schliesszeit und/oder die Genauigkeit der Erreichung einer Nullpunkt-lage insbesondere zur Durchführung einer Fehlerart-, Fehlereffekt- und/oder Fehlerdiagnose-Analyse bestimmbar ist.

[0035] Schließlich wird mit der Erfindung vorgeschlagen, dass der nicht-flüchtige Speicher zumindest einen EEPROM und/oder zumindest einen FRAM und/oder der flüchtige Speicher zumindest einen RAM umfaßt bzw. umfassen.

[0036] Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Funktionsprüfung eines Feldgeräts beim Übergang von einem Normalbetriebsmodus in einen Sicherheitsbetriebsmodus.

[0037] Das Verfahren soll gegenüber dem gattungsgemäßen Verfahren zur Überwindung dessen Nachteile weiterentwickelt sein und insbesondere Zuver-

lässigkeitsanalysen des Funktionsbetriebs von einer Mehrzahl von Feldgeräten für den Fall des Ausfalls der gesamten Energieversorgung kostengünstig ermöglichen.

[0038] Die Merkmale gemäß Anspruch 17 des erfindungsgemäßen Verfahrens lösen diese Aufgabe. Danach wird durch ein Verfahren zur Funktionsüberprüfung eines Feldgeräts, das insbesondere entsprechend der Funktionsweise der erfindungsgemäßen Funktionsprüfvorrichtung verfährt, wobei das Feldgerät über eine elektrische Hauptenergieversorgung betrieben werden und bei fehlender elektrischer Hauptenergieversorgung in einen bestimmten Betriebsmodus gebracht wird, wobei zumindest während eines Übergangs des Feldgeräts in den bestimmten Betriebsmodus unabhängig von der Hauptenergieversorgung insbesondere durch einen Puffer elektrischer Energie Betriebsdaten des Feldgeräts ermittelt und nicht-flüchtig gesichert werden.

[0039] Dabei kann insbesondere vorgesehen sein, dass die elektrische Hauptenergieversorgung über eine Zweileiterschleife elektrische Energie bereitstellt, wobei das Feldgerät vorzugsweise über die Zweileiterschleife von einer Prozesssteuereinrichtung gesteuert und/oder geregelt wird.

[0040] Auch wird mit der Erfindung vorgeschlagen, dass das Feldgerät in dem Sicherheitsbetriebsmodus in einen Sicherheitszustand versetzt wird.

[0041] Dabei ist vorteilhafterweise vorgesehen, dass die Betriebsdaten in zumindest einem flüchtigen Speicher gesammelt und bei Erreichen des Sicherheitszustandes in zumindest einem nicht-flüchtigen Speicher gesichert werden.

[0042] Eine erfindungsgemäße Ausführungsform des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass während eines Normalbetriebsmodus, bei dem eine Versorgung über die elektrische Hauptenergieversorgung erfolgt, und/oder während eines Übergangs des Feldgeräts von dem Normalbetriebsmodus in den Sicherheitsbetriebsmodus Betriebsdaten des Feldgeräts gesammelt werden.

[0043] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Betriebsdaten in Form eines Datensatzes umfassend zumindest einen Betriebswert und zumindest einen Zeitinformationswert abgespeichert werden.

[0044] Bei der zuletzt genannten Ausführungsform wird ferner vorgeschlagen, dass als Betriebswert zumindest ein dem Feldgerät, insbesondere mittels der Zweileiterschleife, übermittelter Sollwert, zumindest ein Istwert, wie eine Stellposition, des Feldgeräts, zumindest ein mittels zumindest eines Sensors des Feldgeräts aufgenommener Messwert, wie ein Druck-, Temperatur-, Weglängen-, Geschwindig-

keits- und/oder Beschleunigungswert, zumindest ein Betriebsstundenzählerwert und/oder eine Gerätestatusinformation abgespeichert wird bzw. werden.

[0045] Die beiden vorgenannten Alternativen des Verfahrens können dadurch gekennzeichnet sein, dass als Zeitinformationswert ein absoluter Zeitwert abgespeichert wird, wobei der absolute Zeitwert vorzugsweise mittels einer internen Uhr, wie einer Echtzeituhr und/oder einem Funkuhrmodul, der Funktionsprüfvorrichtung bestimmt wird.

[0046] Auch wird dabei vorgeschlagen, dass die Echtzeituhr während des Normalbetriebsmodus mittels eines Benutzers synchronisiert wird und/oder die Funktionsprüfvorrichtung zumindest ein, vorzugsweise über die Zweileiterschleife, insbesondere mittels der Prozesssteuereinrichtung generiertes, vorzugsweise digitales, Synchronisationssignal empfängt, und die Echtzeituhr mittels des Synchronisationssignals synchronisiert wird.

[0047] Alternativ wird mit der Erfindung vorgeschlagen, dass als Zeitinformationswert ein relativer Zeitwert abgespeichert wird, wobei der relative Zeitwert, insbesondere mittels einer internen Uhr, vorzugsweise in Form eines relativen Zeitzählers, bestimmt wird.

[0048] Insbesondere sieht die Erfindung vor, dass die Betriebsdaten während des Normalbetriebsmodus im wesentlichen kontinuierlich und/oder in einem ersten periodischen Zeitabstand aufgenommen werden und/oder die Betriebsdaten während des Sicherheitsbetriebsmodus im wesentlichen kontinuierlich und/oder in einem zweiten periodischen Zeitabstand aufgenommen werden, wobei vorzugsweise der erste periodische Zeitabstand größer als der zweite periodische Zeitabstand ist.

[0049] Mit der Erfindung wird eine Ausführungsform vorgeschlagen, bei der die Betriebsdaten in dem flüchtigen Speicher in einem First-In-First-out Verfahren, bei dem im Falle eines Speicherüberlaufs jeweils die ältesten Daten durch die jeweils aktuellen Daten überschrieben werden, abgespeichert werden.

[0050] Auch wird vorgeschlagen, dass die Betriebsdaten in dem flüchtige Speicher in zumindest einem ersten Speicherbereich und zumindest einem zweiten Speicherbereich abgespeichert werden, wobei die Betriebsdaten eines ersten Zeitraums in dem ersten Speicherbereich, vorzugsweise unkomprimiert, abgespeichert werden und bei einem Speicherüberlauf des ersten Speicherbereichs die Betriebsdaten aus dem ersten Speicherbereich ausgelesen und in komprimierter Form in dem zweiten Speicherbereich abgespeichert werden.

[0051] Dabei kann vorgesehen sein, dass die Betriebsdaten durch zeitliche Mittelung, Datenredukti-

on, vorzugsweise mittels eines softwaregestützten Algorithmuses, und/oder Bildung von Histogrammen komprimiert werden.

[0052] Bei den beiden vorgenannten Alternativen wird vorgeschlagen, dass in dem zweiten Speicherbereich nur die Betriebsdaten des ersten Zeitraums abgespeichert werden.

[0053] Alternativ ist vorgesehen, dass in dem zweiten Speicherbereich die Betriebsdaten eines zweiten Zeitraums, der größer als der erste Zeitraum ist, abgespeichert werden, wobei die Betriebsdaten, vorzugsweise in dem zweiten Speicherbereich in einem First-In-First-out Verfahren, bei dem im Falle eines Speicherüberlaufs des zweiten Speicherbereichs jeweils die ältesten Daten durch die jeweils aktuellen Daten überschrieben werden, abgespeichert werden.

[0054] Ein erfindungsgemäßes Verfahren kann auch dadurch gekennzeichnet sein, dass die in dem nicht-flüchtigen Speicher und/oder in dem flüchtigen Speicher abgespeicherten Betriebsdaten im Normalbetriebsmodus von der Prozesssteuereinrichtung abgerufen und an die Prozesssteuereinrichtung übertragen werden und/oder die in dem flüchtigen Speicher und/oder dem nicht-flüchtigen Speicher abgespeicherten Betriebsdaten im Normalbetriebsmodus mittels der Funktionsprüfvorrichtung ausgewertet werden, wobei die Auswertungsergebnisse an die Prozesssteuereinrichtung übertragen werden, vorzugsweise mittels der Zweileiterschleife.

[0055] Dabei ist vorteilhafterweise vorgesehen, dass ein Abruf und/oder eine Auswertung der in dem nicht-flüchtigen Speicher abgespeicherten Betriebsdaten im wesentlichen umgehend nach einem Wechsel des Feldgeräts aus dem Sicherheitsbetriebsmodus in den Normalbetriebsmodus erfolgt, wobei die abgespeicherten Betriebsdaten an die Prozesssteuereinrichtung gesandt werden und/oder die abgespeicherten Betriebsdaten mittels der Funktionsprüfvorrichtung ausgewertet werden und die Auswertungsdaten an die Prozesssteuereinrichtung gesandt werden.

[0056] Auch sieht die Erfindung vor, dass die relativen Zeitinformationswerte der abgespeicherten Betriebsdaten, vorzugsweise mittels eines Vergleichs der Betriebsdaten mit in der Prozesssteuereinrichtung abgespeicherten Daten bezüglich der Dauer und/oder der Reihenfolge der an das Feldgerät übermittelten Sollwerte, in absolute Zeitinformationswerte umgerechnet werden.

[0057] Insbesondere wird auch vorgeschlagen, dass aus den Betriebsdaten zumindest eine Kenngröße des Feldgeräts bezüglich des Verhaltens in dem Normalbetriebsmodus und/oder in dem Sicherheitsbetriebsmodus, vorzugsweise zumindest ein

mittlerer Ausfallabstand (MTBF), ein Weg-Zeitdiagramm, eine Ansprechzeit, eine Schliesszeit und/oder die Genauigkeit der Erreichung einer Nullpunktage, insbesondere zur Durchführung einer Fehlerart-, Fehlereffekt- und/oder Fehlerdiagnose-Analyse, bestimmt wird bzw. werden.

[0058] Schließlich kann das Verfahren vorsehen, dass der Energiebedarf der Funktionsprüfvorrichtung in dem Sicherheitsbetriebsmodus, vorzugsweise durch Abschalten nicht benötigter Funktionen, wie der Betätigung eines Aktors, und/oder einer Reduzierung der Taktfrequenz eines Mikrorechners, reduziert wird.

[0059] Darüberhinaus wird ein Feldgerät, insbesondere ein Schnellschlussventil, umfassend zumindest eine erfindungsgemäße Funktionsüberwachungsvorrichtung, welches Feldgerät insbesondere gemäß einem erfindungsgemäßen Verfahren betrieben wird, geliefert.

[0060] Der Erfindung liegt somit die überraschende Erkenntnis zugrunde, dass es mittels der erfindungsgemäßen Funktionsprüfvorrichtung und des erfindungsgemäßen Verfahrens, ohne eine wesentliche Erhöhung des konstruktiven Aufwands eines Feldgeräts, möglich ist, eine Überwachung desselben derart durchzuführen, dass es auch höchsten Sicherheitsanforderungen genügt. So wird trotz der geringen zur Verfügung stehenden Energie von typischerweise 20 bis 40 mW und der begrenzten Anzahl von möglichen Schreibzyklen eines nicht-flüchtigen Speichers eine im wesentlichen lückenlose Aufzeichnung und Analyse von Betriebsdaten im Zeitraum vor einem Abschalten einer Energieversorgung, insbesondere über eine Zweileiterschleife, sowie nach einer Abschaltung bis zum Erreichen eines Sicherheitszustandes in einem Sicherheitsbetriebsmodus ermöglicht, indem eine Energieversorgung während des Sicherheitsbetriebsmodus mittels einer lokalen elektrischen Versorgung in Form eines Puffers elektrischer Energie sichergestellt wird.

[0061] Vorteilhafterweise wird dazu zunächst während eines Normalbetriebsmodus innerhalb des, vorzugsweise mikrorechnerbasierten, Feldgeräts eine kontinuierliche Aufzeichnung wichtiger Daten, insbesondere von Sollwerten, Istwerten bei Stellungsreglern, Meßgrößen bei Sensoren sowie Stände von Betriebsstandszählern und Daten des internen Gerätestatus in einem gesonderten Datenbereich durchgeführt, indem diese Betriebsdaten zunächst in einem flüchtigen Speicher abgelegt werden. Auf Grund der Begrenzung des Speichervolumens von Zweileitergeräten wird vorteilhafterweise ein Ringpuffer eingesetzt, der die Betriebsdaten für einen begrenzten Zeitraum abspeichert, diesen Zeitraum aber ständig aktualisiert. Dabei ist insbesondere vorteilhafterweise vorgesehen, dass eine zusätzliche Datenverdich-

tung der Betriebsdaten für einen zweiten, größeren Zeitraum, beispielsweise in Form von Histogrammen, durchgeführt wird.

[0062] Nach einer Unterbrechung bzw. einem Abschalten der Energieversorgung über die Zweileiterschleife, also während des Sicherheitsbetriebsmodus, wird die Energieversorgung der Funktionsprüfvorrichtung kurzzeitig von dem Puffer elektrischer Energie übernommen. Während dieser Zeit wird das Feldgerät insbesondere in den Sicherheitszustand versetzt, wobei über die Funktionsprüfvorrichtung weiterhin Betriebsdaten des Feldgeräts in dem flüchtigen Speicher aufgenommen und insbesondere bei Erreichen des Sicherheitszustandes zusammen mit den während des Normalbetriebsmodus aufgenommenen Betriebsdaten nicht-flüchtig und damit permanent gespeichert werden.

[0063] Insbesondere wird in dem Sicherheitsbetriebsmodus nach Abschalten der Energieversorgung eine Messung der Ventillaufzeit (d. h. der Zeit von einer Offenstellung in eine Geschlossen-Stellung) durchgeführt und diese ermittelten Werte so bleibend gespeichert.

[0064] Wenn eine das Feldgerät umfassende Prozessanlage nach einer Sicherheitsabschaltung wieder eingeschaltet wird, geht das Feldgerät von dem Sicherheitsbetriebsmodus wieder in den Normalbetriebsmodus über, wobei eine Energieversorgung über die Zweileiterschleife sichergestellt ist, und die in dem nicht-flüchtigen Speicher abgelegten Daten können in üblicher Weise entweder direkt in der Funktionsprüfvorrichtung ausgewertet werden und die Auswertungsdaten über eine Kommunikation mittels der Zweileiterschleife an die Prozesssteuereinrichtung gesendet werden und/oder die in dem nicht-flüchtigen Speicher gespeicherten Daten können von der Prozesssteuereinrichtung abgerufen und analysiert werden. Insbesondere lassen die aufgenommenen Betriebsdaten Rückschlüsse auf die Zuverlässigkeit des Feldgeräts zu. Besonders bei Schnellschlussventilen kommt einer derartigen Überwachung eine enorme Wichtigkeit zu, da gerade diese Schnellschlussventile sicherstellen, dass es im Falle einer Sicherheitsabschaltung nicht zu kritischen Zuständen innerhalb der Prozessanlage kommt.

[0065] Die im wesentlichen lückenlose Abspeicherung von Betriebsdaten wird insbesondere dadurch ermöglicht, dass die Anzahl der innerhalb der Funktionsprüfvorrichtung während eines Sicherheitsbetriebsmodus mit elektrischer Energie zu versorgenden Elemente und ihr Energieverbrauch gering ist. So sind insbesondere lediglich eine von der Funktionsprüfvorrichtung umfaßte Datenverarbeitungsvorrichtung, vorzugsweise in Form eines Mikrorechners, der flüchtige Speicher, insbesondere in Form eines RAMs, der nicht-flüchtige bzw. permanente Speicher,

beispielsweise in Form eines EEPROM oder FRAM, und ein Sensor, z.B. ein Wegsensor, insbesondere eines Stellungsreglers, energetisch zu versorgen. Somit ist lediglich eine geringe Energiemenge des Puffers elektrischer Energie notwendig, um bei Auftreten einer Sicherheitsabschaltung, d.h. bei Abschalten der Energieversorgung über die Zweileiterschleife, die elektrische Versorgung kurzzeitig zu gewährleisten, um die Aufnahme und nicht-flüchtige Sicherung der Betriebsdaten zu ermöglichen. Beispielsweise beträgt die Stellzeit eines Schnellschlussventils wenige Sekunden, so dass während einer Sicherheitsabschaltung des Ventils von dem Puffer elektrischer Energie die elektrische Versorgung der Funktionsprüfvorrichtung lediglich für diese Zeit zu gewährleistet ist.

[0066] Diese Rahmenbedingungen ermöglichen es, dass Puffer elektrischer Energie eingesetzt werden können, die hohen Sicherheitsanforderungen entsprechen, insbesondere den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen der Zone 1 und 2 ermöglichen.

[0067] Unter einem Puffer elektrischer Energie wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung insbesondere ein Energiespeicher verstanden, der elektrische Energie speichern und bei Bedarf abgeben kann. Darüber hinaus wird unter einem Puffer elektrischer Energie im Sinne der vorliegenden Erfindung auch eine Vorrichtung verstanden, die, insbesondere in dem Feldgerät vorhandene, Energie, die in einer anderen als in elektrischer Form vorliegt, insbesondere kinetische Energie, speichern kann und bei Bedarf aus dieser Energie elektrische Energie gewinnen und abgeben kann.

[0068] Insbesondere wird durch die Rahmenbedingungen der Einsatz von Energiespeichern möglich, die auf einer im wesentlichen rein physikalischen Speicherung von Energie beruhen und auf galvanische und elektrolytische Komponenten verzichten können. Für den Einsatz in einem explosionsgefährdeten Bereich ist es insbesondere wichtig, dass es bei einer Fehlpolung, insbesondere einem Kurzschluss, des Energiespeichers nicht zu einer Hitzeentwicklung und Verdampfung von Teilen des Energiespeichers kommt, wie es im Falle von Energiespeichern, insbesondere Batterien oder Akkumulatoren, die galvanische oder elektrolytische Komponenten umfassen, der Fall ist. Bei elektrolytischen oder galvanischen Komponenten liegen insbesondere ionische Lösungen vor, die bei einer Überhitzung verdampfen und zu einer Explosion des Energiespeichers führen können. Somit sind in der erfindungsgemäßen Funktionsprüfvorrichtung beispielsweise Supercap-Kondensatoren, insbesondere Gold-Cap Kondensatoren, einsetzbar, bei denen ein Dielektrikum durch eine auf eine Edelmetallfolie adsorbierte H₂O-Schicht gebildet wird. Diese auf einem physika-

lischen Speicherprinzip basierenden Energiespeicher weisen, bei einer geringe Baugröße sowie einer geringen Störanfälligkeit und sich daraus ergebenden Wartungsfreiheit, eine ausreichende Energiemenge zur Versorgung der Funktionsprüfvorrichtung während des Sicherheitsbetriebsmodus auf. Durch eine geeignete Beschaltung des Energiespeichers in Form eines derartigen Kondensators kann die Entladekurve des Energiespeichers, die im wesentlichen umgekehrt proportional zur Zeit verläuft, an die Energieerfordernisse der Funktionsprüfvorrichtung angepaßt werden und eine zu hohe Hitzeentwicklung im Kurzschlussfall ausgeschlossen werden.

[0069] Durch diese Ausführung des Puffers elektrischer Energie wird sichergestellt, dass ausreichend Energie vorhanden ist, um die in dem flüchtigen Speicher vorhandenen Daten in den nicht-flüchtigen Speicher übertragen zu können. Dies führt zu dem Vorteil, dass die Betriebsdaten des gesamten Zeitraums vor Auftreten der Sicherheitsabschaltung, auf Grund der Speicherung in dem nicht-flüchtigen Speicher, später zur Verfügung stehen und analysiert werden können. Auf diese Weise wird ferner die Anzahl von notwendigen Schreibzyklen in den nicht-flüchtigen Speicher reduziert, da dieser nur mit einem Schreibzyklus im Falle eines Abschaltens der Energieversorgung beaufschlagt wird. Dies führt zu einer weiteren Erhöhung der Wartungsfreiheit des Feldgeräts, da der nicht-flüchtige Speicher erst nach längeren Betriebszeiten ausgetauscht werden muß.

Ausführungsbeispiel

[0070] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung, in der eine bevorzugte Ausführung der Erfindung beispielhaft anhand schematischer Zeichnungen erläutert ist, in denen zeigen:

[0071] [Fig. 1](#) eine Funktionsprinzipskizze einer erfindungsgemäßen Anordnung umfassend ein Feldgerät und eine Funktionsprüfvorrichtung; und

[0072] [Fig. 2](#) ein Weg-Zeit-Diagramm des Funktionsbetriebs des Feldgeräts, wenn die Stromversorgung für das Feldgerät unterbrochen wird.

[0073] In [Fig. 1](#) ist ein stark schematisiertes Blockschaltbild einer Feldgerät-Anordnung A mit einem Feldgerät 1 und einer Funktionsprüfvorrichtung 2 dargestellt.

[0074] Das Feldgerät 1 und die Funktionsprüfvorrichtung 2 ist mittels einer Zweileiterschleife 3 mit einer nicht dargestellten Prozesssteuereinrichtung und einer nicht dargestellten Hauptenergieversorgung verbunden.

[0075] Das Feldgerät 1 umfasst ein Schnellschluss-

ventil 4, der mit einem Aktor 5 derart in Wirkverbindung steht, dass das Schnellschlussventil 4 in einem deaktivierten Zustand, der in [Fig. 1](#) dargestellt ist, offen ist und in einem aktivierten Zustand, der in [Fig. 1](#) nicht dargestellt ist, vollständig geschlossen ist.

[0076] Der Aktor 5 weist eine im deaktivierten Zustand vorgespannte Feder 6 auf, der auf eine Membran 7 drückt, der eine Druckkammer 8 teilweise begrenzt. In der Druckkammer 8 herrscht im deaktivierten Zustand ein Überdruck p, der durch ein 24-V-Magnetventil 9 aufrecht gehalten wird. Der Überdruck ist derart bemessen, daß über die Membran 7 die Feder 6 in den vorgespannten Zustand gebracht wird. An der gegenüberliegenden Seite der Angriffsfläche der Feder 6 an der Membran 7 liegt ein Ende einer Stellstange 11.

[0077] Wird das 24-V-Magnetventil 9 nicht mehr mit Energie gespeist, beispielsweise während eines inszenierten Stromausfalls, wird die Druckkammer 8 entlüftet, wodurch die potentielle Energie der Feder 6 freigegeben und die Stellstange 11 mit einem am Ende liegenden Ventilverschluß 14 in die geschlossene Position verfahren wird.

[0078] Der Funktionsbetrieb eines korrekt funktionierenden Feldgeräts 1 ist in [Fig. 2](#) anhand eines Weg-Zeit-Diagramms dargestellt. Während des deaktivierten Zustands des Schnellschlußventils 4 befindet sich der Ventilverschluß in einer Wegposition d_1 , die um einen Abstand d_v von der Endposition d_2 entfernt ist. Zum Zeitpunkt t_1 wird ein Stromausfall zu Überprüfungszwecken initiiert. Nach einer Ansprechzeit t_1^* , die durch die Dauer $(t_1 - t_1^*)$ der Verringerung des Abstands d_v um Δd (ca. 1% von d_v) ermittelbar ist, beginnt eine Übergangsphase u des Schnellschlußventils 4 von der deaktivierten Stellung in die aktivierte Verschlußstellung, die dann erreicht ist, wenn der Ventilverschluß um mindesten Δd (ca. 1% von d_v) von der Endposition d_2 entfernt ist.

[0079] Die Funktionsprüfvorrichtung 2 prüft Funktionsparameter des Feldgeräts: Schließzeit t, die durch den Zeitabstand von t_1^* und t_2^* definiert ist; Ansprechdauer, Kontinuität der Übergangsphase u; etc.

[0080] Die Funktionsprüfvorrichtung 2 ist mit der Zweileiterschleife 3 über eine Leitung 12 elektrisch verbunden. Die Funktionsprüfvorrichtung 2 umfasst eine Einrichtung zum Erfassen von Betriebsdaten des Feldgeräts 1, genauer zur Ermittlung der Position des Schnellschlußventils 4, in Form eines Wegsensors 13, der mit der Stellstange 11 des Schnellschlußventils 4 in Wirkverbindung steht. Weiterhin hat die Funktionsprüfvorrichtung 2 eine Datenverarbeitungsvorrichtung in Form eines Mikrorechners 15, der mit dem Wegsensor 13 verbunden ist, und einen nicht-dargestellten flüchtigen Speicher in Form eines RAMs sowie einen nicht-flüchtigen Speicher 17 in

Form eines EEPROMs, die untereinander und mit dem Mikrorechner **15** in Wirkverbindung stehen. Ferner umfaßt die Funktionsprüfvorrichtung **2** eine lokale Energieversorgung bzw. einen Puffer elektrischer Energie in Form eines Gold-Cap-Kondensators **19**.

[0081] Vorzugsweise können das 24-Volt-Magnetventil und der Wegsensor in einem Bauteil als Stellungsregler zusammengefasst sein. Schließlich umfasst die Funktionsprüfvorrichtung **2** eine Diode **21**, die dazu ausgelegt ist, einen Energierückfluß von dem Kondensator **19** insbesondere über die Leitungen **12** und **3** zum 24-Volt-Magnetventil zu verhindern.

[0082] Anhand der [Fig. 1](#) wird nun der Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Funktionsprüfvorrichtung beschrieben. Bei einer intakten Energieversorgung über die Zweileiterschleife **3** befindet sich das Feldgerät **1** in einem Normalbetriebsmodus. Insbesondere erfolgt eine Energieversorgung der einzelnen Komponenten über die Zweileiterschleife **3** und ferner werden dem Mikrorechner **9** über die Zweileiterschleife **3** digitale Signale übermittelt.

[0083] Auf Grund unterschiedlicher, über die Zweileiterschleife **3** an den Aktor **5** gelieferten Signale ist es möglich, den Aktor **5** zu steuern, um die Position des Schnellschlußventils zu verstellen. Die Position des Ventils wird über den Wegsensor **13** ermittelt. Die Messdaten des Wegsensors **13** werden von dem Mikrorechner **15** derart weiterverarbeitet. Die Zeitinformationsdaten erhält der Mikrorechner **15** über eine Echtzeituhr (nicht dargestellt). Dieser Datensatz, bestehend aus den Wegsensordaten sowie den Zeitinformationsdaten werden zunächst in dem RAM abgelegt.

[0084] Der RAM kann als Ringspeicher ausgebildet sein, der nach einem First-In-First-Out-Prinzip arbeitet. Dies bedeutet, dass in dem RAM die Daten derart abgelegt werden, dass bei einem Speicherüberlauf des RAM die ältesten Daten mit den neuesten Daten überschrieben werden. Die Meßdaten des Wegsensors **13** werden in festen Zeitabständen, beispielsweise im Sekundentakt, aufgenommen und im RAM abgelegt. Somit ergibt sich, dass jeweils die Wegsensordaten für einen festgelegten Zeitraum im RAM abgelegt sind.

[0085] In einer nicht dargestellten Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass der RAM aus verschiedenen Speicherbereichen besteht. In dieser Ausführungsform werden in einem ersten Speicherbereich die Daten in einer ersten Zeitrasterung, beispielsweise im Sekundentakt, abgespeichert. Kommt es zu einem Speicherüberlauf des ersten Speicherbereichs, so werden die Daten aus dem ersten Speicherbereich ausgelesen, mittels des Mikrorechners **15** kom-

primiert, indem die Messdaten über einen vorbestimmten Zeitraum gemittelt werden, und anschließend in einem nachfolgenden zweiten Speicherbereich abgelegt, so dass in diesem nachfolgenden zweiten Speicherbereich die Messdaten mit einer geringeren Rasterung, beispielsweise im Drei- oder Fünf-Sekundentakt, abgelegt sind. Auch kann darüber hinaus eine Kette weiterer Speicherbereiche vorgesehen sein, in denen in ähnlicher Weise die Daten eines vorangehenden Speicherbereichs, insbesondere des zweiten Speicherbereichs, bei einem Speicherüberlauf des vorangehenden Speicherbereichs weiter komprimiert werden und in einem nachfolgenden Speicherbereich mit einem noch größeren Zeitraster abgespeichert werden.

[0086] Ferner kann vorgesehen sein, dass die Datensätze nicht eine absolute, sondern lediglich eine relative Zeitinformation umfassen, indem anstelle der Echtzeituhr ein relativer Zeitähler eingesetzt wird. Bei einer späteren Analyse der Daten lassen sich durch einen Vergleich mit an das Feldgerät **1** über die Zweileiterschleife **3** angelegten Steuersignalen bzw. von dem Feldgerät an die Prozesssteuereinrichtung, insbesondere über die Zweileiterschleife, gesandte Signale aus diesen relativen Zeitwerten absolute Zeitwerte berechnen.

[0087] Kommt es nunmehr zu einer Abschaltung der Energieversorgung über die Zweileiterschleife **3**, so kann zunächst eine derartige Unterbrechung durch eine nicht dargestellte Überwachungseinrichtung detektiert, und die Funktionsprüfvorrichtung **2** in einen Sicherheitsbetriebsmodus umgeschaltet werden. In diesem Sicherheitsbetriebsmodus werden der Wegsensor **13**, der Mikrorechner **15**, der RAM, die Echtzeituhr sowie der EEPROM **17** über den Kondensator **19** mit Energie versorgt.

[0088] Während der Bewegung des Schnellschlußventils **4** in den aktivierten Sicherheitsbetriebsmodus werden über den Wegsensor **13** Wegdaten des Schnellschlußventils **4** in einem engen Zeitraster aufgenommen und in dem RAM zusammen mit den Zeitinformationswerten abgelegt. Erreicht das Schnellschlußventil **4** seine Sicherheitsstellung, so werden die Daten aus dem RAM ausgelesen und in dem EEPROM **17** abgelegt. Um die begrenzte, im Kondensator **19** gespeicherte Energiemenge effektiv ausnutzen zu können, ist insbesondere vorgesehen, dass die Taktfrequenz des Mikrorechners **9** reduziert wird, um den Energieverbrauch der aktiven Elemente weiter zu reduzieren. Da es sich bei dem EEPROM **17** um einen nicht-flüchtigen Speicher handelt, ist sichergestellt, dass auch, wenn die Energie des Kondensators **19** im wesentlichen verbraucht wird, die aufgenommenen Betriebsdaten, die zuvor in dem RAM abgelegt wurden, nicht verlorengehen, sondern nach einem Wiederaufbau der Energieversorgung über die Zweileiterschleife **3** die Daten aus dem EE-

PROM 17 ausgelesen und analysiert werden können. Die in dem EEPROM 17 abgespeicherten Betriebsdaten erlauben insbesondere eine genaue Analyse des Verhaltens des Feldgeräts kurz vor Abschaltung der Energieversorgung über die Zweileiterschleife 3 während der Abschaltung und nach dem Eintreten der Abschaltung, insbesondere während der Bewegung des Ventils in eine Sicherheitsstellung. Diese aufgenommenen Betriebsdaten lassen einen Rückschluß auf die Zuverlässigkeit des Feldgeräts zu, so dass das Feldgerät in einer hohen Sicherheitsstufe klassifiziert werden kann, da sichergestellt ist, dass auf Grund der zur Verfügung stehenden umfassenden Daten frühzeitig eine drohende Fehlfunktion des Feldgeräts erkannt wird.

[0089] Die in der vorstehenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in jeder beliebigen Kombination zur Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

Bezugszeichenliste

1	Feldgerät
2	Funktionsüberwachungsvorrichtung
3	Zweileiterschleife
4	Schnellschlußventil
5	Aktor
6	Feder
7	Membran
8	Druckkammer
9	24-Volt-Magnetventil Mikrorechner
11	Stellstange
13	Wegsensor
14	Ventilverschluß
15	Mikrorechner
17	EEPROM
19	Kondensator
21	Diode
A	Feldgerät-Anordnung
u	Übergangsphase
p	Überdruck

Patentansprüche

1. Funktionsprüfvorrichtung für ein Feldgerät (1), insbesondere für ein Schnellschlußventil eines Notfallsystems vorzugsweise einer chemischen Anlage, eines Gasbrenners oder dergleichen, wobei das Feldgerät (1) dazu ausgelegt ist, bei fehlender Energieversorgung in einen bestimmten Betriebsmodus, insbesondere einen Sicherheits- oder Notbetriebsmodus, zu verfahren oder verfahren zu werden, umfassend:

- zumindest eine Einrichtung zum Erfassen von Betriebsdaten des Feldgeräts (1) und
- zumindest einen nicht-flüchtigen Speicher zum Sichern der erfassten Betriebsdaten

gekennzeichnet durch zumindest einen elektrischen Energiepuffer, der derart auf die Einrichtung zum Erfassen von Betriebsdaten und den nicht-flüchtigen Speicher energieversorgend einwirkt, dass zumindest während eines Übergangs des Feldgeräts (1) in den bestimmten Betriebsmodus die Betriebsdaten des Feldgeräts (1) erfasst und nicht-flüchtig gesichert werden.

2. Funktionsprüfvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktionsprüfvorrichtung (2) und das Feldgerät (1) über eine Zweileiterschleife (3), die insbesondere an eine Prozesssteuereinrichtung anschließbar ist, mit der elektrischen Energieversorgung verbindbar sind.

3. Funktionsprüfvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zum Erfassen von Betriebsdaten zumindest einen Sensor, vorzugsweise einen Spannungs-, Stromstärke-, Temperatur-, Weg- (13), Drucksensor und/oder einen Sensor zum Erfassen der Strömungsgeschwindigkeit eines Fluids umfaßt.

4. Funktionsprüfvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Energiepuffer für einen Einsatz in einem explosionsgefährdeten Bereich ausgeführt ist.

5. Funktionsprüfvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Energiepuffer auf einem im wesentlichen rein physikalischen, insbesondere kapazitiven, Wirkprinzip beruht, insbesondere frei von elektrochemischen, galvanischen und/oder elektrolytischen Komponenten ist.

6. Funktionsprüfvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Energiepuffer eine im wesentlichen rechteckige Energieabgabecharakteristik aufweist.

7. Funktionsprüfvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Energiepuffer dazu ausgelegt ist, Leistungswerte in einem Bereich von ungefähr 10 μ A bei ungefähr 0,7 V bis ungefähr 4 mA bei ungefähr 10 V für ungefähr 0,5 bis 10 sec. bei im wesentlichen konstanter Energieabgabe, vorzugsweise im wesentlichen ca. 0,8 bis 1 mA bei im wesentlichen 3 bis 5 V für ca. 3 bis 5 sec., bereitzustellen.

8. Funktionsprüfvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Energiepuffer elektrische Energie bei einem korrekt funktionierenden Feldgerät (1) bis Erreichen des bestimmten Betriebsmodus des Feldgeräts (1), insbesondere bis zum Erfassen eines

vorbestimmten Betriebszustands des Feldgeräts (1), oder bis einige Sekunden, vorzugsweise bis höchstens 10 Sekunden, nach Erreichen des bestimmten Betriebsmodus des Feldgeräts (1) bereitstellt.

9. Funktionsprüfvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Energiepuffer zumindest einen Supercap-Kondensator, vorzugsweise einen Gold-Cap-Kondensator (19), umfaßt.

10. Funktionsprüfvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Energiepuffer insbesondere von einer elektrischen Energieversorgung des Feldgeräts (1) aufladbar ist.

11. Funktionsprüfvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Energiepuffer bezüglich des Betriebs des Feldgeräts (1) insbesondere elektrisch entkoppelt ist, insbesondere dazu ausgeführt ist, den Betrieb des Feldgeräts (1) bei fehlender Energieversorgung unbeeinflussend Energie bereitzustellen.

12. Funktionsprüfvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Datenverarbeitungsvorrichtung vorgesehen ist, welche die von der Einrichtung zum Erfassen von Betriebsdaten erfaßten Daten verarbeitet.

13. Funktionsprüfvorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenverarbeitungsvorrichtung zumindest einen Mikrorechner (15) umfaßt, dessen Taktfrequenz vorzugsweise während des Sicherheitsbetriebsmodus reduzierbar ist.

14. Funktionsprüfvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Betriebsdaten des Feldgeräts (1) vorzugsweise als Datensatz, der zumindest einen Betriebswert, wie einen dem Feldgerät (1), insbesondere mittels der Zweileiterschleife (3), übermittelten Sollwert, zumindest einen Istwert, wie eine Stellposition, des Feldgeräts (1), zumindest einen mittels der Einrichtung zum Erfassen der Betriebsdaten des Feldgeräts (1) aufgenommenen Messwert, wie einen Spannungs-, Stromstärke-, Druck-, Temperatur-, Weglängen-, Geschwindigkeits-, Beschleunigungswert und/oder Strömungsgeschwindigkeitswert eines Fluids, zumindest einen Betriebsstundenzählerwert und/oder eine Gerätestatusinformation, und zumindest einen Zeitinformationswert umfasst, in zumindest einem flüchtigen Speicher insbesondere mittels der Datenverarbeitungsvorrichtung komprimiert abgespeicherbar sind.

15. Funktionsprüfvorrichtung nach Anspruch 14, gekennzeichnet durch zumindest eine interne Uhr,

insbesondere in Form einer Echtzeituhr, eines Funkuhrmoduls und/oder eines relativen Zeitzählers, die vorzugsweise mittels einer insbesondere von der Prozesssteuereinrichtung umfaßten Echtzeituhr und/oder eines vorzugsweise von der Prozesssteuereinrichtung umfaßten Funkuhrmoduls synchronisierbar ist, wobei mittels der internen Uhr der Zeitinformationswert bestimmbar ist.

16. Funktionsprüfvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung potentieller Energie auf das Feldgerät (1) derart einwirkt, dass bei bestehender Energieversorgung das Feldgerät (1) in einem ersten, insbesondere deaktivierten Betriebszustand gehalten wird und bei fehlender Energieversorgung die potentielle Energie zum Verbringen des Feldgeräts (1) in den bestimmten Betriebsmodus freigegeben wird.

17. Funktionsprüfvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die in einem flüchtigen Speicher und/oder in dem nicht-flüchtigen Speicher gespeicherten Betriebsdaten mittels einer Datenverarbeitungsvorrichtung und/oder einer Prozesssteuereinrichtung auslesbar und/oder auswertbar sind, insbesondere zumindest eine Kenngröße des Feldgeräts (1) bezüglich des Verhaltens bei fehlender Energieversorgung, vorzugsweise zumindest ein ein Weg-Zeitdiagramm, eine Ansprechzeit, eine Schliesszeit und/oder die Genauigkeit der Erreichung einer Nullpunktlage insbesondere zur Durchführung einer Fehlerart-, Fehler-effekt- und/oder Fehlerdiagnose-Analyse bestimmbar ist.

18. Verfahren zum Prüfen der Funktion eines Feldgeräts, insbesondere eines Schnellschlussventils eines Notfallsystems vorzugsweise einer chemischen Anlage, eines Gasbrenners oder dergleichen, welches Verfahren insbesondere entsprechend der Funktionsweise einer nach einem der vorangehenden Ansprüche ausgebildeten Funktionsprüfvorrichtung verfährt, wobei das Feldgerät über eine elektrische Hauptenergieversorgung betrieben wird und bei fehlender elektrischer Hauptenergieversorgung in einen bestimmten Betriebsmodus, insbesondere einen Sicherheitsbetriebsmodus, verfahren wird, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest während eines Übergangs des Feldgeräts in den bestimmten Betriebsmodus unabhängig von der Hauptenergieversorgung insbesondere durch einen elektrischen Energiepuffer Betriebsdaten des Feldgeräts ermittelt und nicht-flüchtig gesichert werden.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Betriebsdaten in zumindest einem flüchtigen Speicher gesammelt und bei fehlender Energieversorgung in zumindest einem nicht-flüchtigen Speicher gesichert werden.

20. Verfahren nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass während eines Normalbetriebsmodus, bei dem eine Versorgung über die elektrische Hauptenergieversorgung erfolgt, und während eines Übergangs des Feldgeräts von dem Normalbetriebsmodus in den bestimmten Betriebsmodus Betriebsdaten des Feldgeräts nicht-flüchtig gespeichert werden.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Betriebsdaten in Form eines Datensatzes umfassend zumindest einen Betriebswert und zumindest einen Zeitinformationswert abgespeichert werden, wobei insbesondere als Betriebswert zumindest ein dem Feldgerät, insbesondere mittels der Zweileiterschleife, übermittelter Sollwert, zumindest ein Istwert, wie eine Stellposition, des Feldgeräts, zumindest ein mittels zumindest eines Sensors des Feldgeräts aufgenommener Messwert, wie ein Druck-, Temperatur-, Weglängen-, Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungswert, zumindest ein Betriebsstundenzählerwert und/oder eine Gerätestatusinformation abgespeichert wird bzw. werden.

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass als Zeitinformationswert ein absoluter Zeitwert abgespeichert wird, wobei der absolute Zeitwert vorzugsweise mittels einer internen Uhr, wie einer Echtzeituhr und/oder einem Funkuhrmodul, bestimmt wird.

23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Echtzeituhr während des Normalbetriebsmodus durch einen Benutzers synchronisiert wird und/oder zumindest ein, vorzugsweise über die Zweileiterschleife, insbesondere mittels der Prozesssteuereinrichtung generiertes, vorzugsweise digitales, Synchronisationssignal empfangen wird, und die Echtzeituhr mittels des Synchronisationssignals synchronisiert wird.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass als Zeitinformationswert ein relativer Zeitwert abgespeichert wird, wobei der relative Zeitwert, insbesondere mittels einer internen Uhr, vorzugsweise in Form eines relativen Zeitzählers, bestimmt wird.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Betriebsdaten während des Normalbetriebsmodus im wesentlichen kontinuierlich und/oder in einem ersten periodischen Zeitabstand aufgenommen werden und/oder die Betriebsdaten während des bestimmten Betriebsmodus im wesentlichen kontinuierlich und/oder in einem zweiten periodischen Zeitabstand aufgenommen werden, wobei vorzugsweise der erste periodische Zeitabstand größer als der zweite periodische Zeitabstand ist.

26. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass in dem zweiten Speicherbereich nur die Betriebsdaten des ersten Zeitraums abgespeichert werden.

27. Verfahren nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, dass in dem zweiten Speicherbereich die Betriebsdaten eines zweiten Zeitraums, der größer als der erste Zeitraum ist, abgespeichert werden, wobei die Betriebsdaten, vorzugsweise in dem zweiten Speicherbereich in einem First-In-First-Out Verfahren, bei dem im Falle eines Speicherüberlaufs des zweiten Speicherbereichs jeweils die ältesten Daten durch die jeweils aktuellen Daten überschrieben werden, abgespeichert werden.

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Betriebsdaten durch zeitliche Mittelung, Datenreduktion, vorzugsweise mittels eines softwaregestützten Algorithmus, und/oder Bildung von Histogrammen komprimiert werden.

29. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass die in dem nicht-flüchtigen Speicher und/oder in dem flüchtigen Speicher abgespeicherten Betriebsdaten in einem Normalbetriebsmodus von der Prozesssteuereinrichtung abgerufen und an die Prozesssteuereinrichtung übertragen werden und/oder die in dem flüchtigen Speicher und/oder dem nicht-flüchtigen Speicher abgespeicherten Betriebsdaten im Normalbetriebsmodus mittels der Funktionsprüfvorrichtung ausgewertet werden, wobei die Auswertungsergebnisse an die Prozesssteuereinrichtung übertragen werden, vorzugsweise mittels der Zweileiterschleife.

30. Verfahren nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass ein Abruf und/oder eine Auswertung der in dem nicht-flüchtigen Speicher abgespeicherten Betriebsdaten im wesentlichen umgehend nach einem Wechsel des Feldgeräts aus dem Sicherheitsbetriebsmodus in den Normalbetriebsmodus erfolgt, wobei die abgespeicherten Betriebsdaten an die Prozesssteuereinrichtung gesandt werden und/oder die abgespeicherten Betriebsdaten mittels der Funktionsprüfvorrichtung ausgewertet werden und die Auswertungsdaten an die Prozesssteuereinrichtung gesandt werden.

31. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass aus den Betriebsdaten zumindest eine Kenngröße des Feldgeräts bezüglich des Verhaltens in dem Normalbetriebsmodus und/oder in dem bestimmten Betriebsmodus, vorzugsweise zumindest ein mittlerer Ausfallabstand (MTBF), ein Weg-Zeitdiagramm, eine Ansprechzeit, eine Schliesszeit und/oder die Genauigkeit der Erreichung einer Nullpunktlage, insbesondere zur Durchführung einer Fehlerart-, Fehlereffekt- und/oder Feh-

lerdiagnose-Analyse, bestimmt wird bzw. werden.

32. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass der Energiebedarf der Funktionsprüfvorrichtung in dem bestimmten Betriebsmodus, vorzugsweise durch Abschalten nicht benötigter Funktionen, wie der Betätigung eines Aktors, und/oder einer Reduzierung der Taktfrequenz eines Mikrorechners, reduziert wird.

33. Feldgerät, insbesondere ein Schnellschlussventil, umfassend zumindest eine Funktionsprüfvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, welches Feldgerät insbesondere gemäß einem Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 32 betrieben wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

