

(19)



(11)

EP 3 489 774 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.05.2019 Patentblatt 2019/22

(51) Int Cl.:
G05B 19/042 (2006.01) G05B 23/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17203055.3**

(22) Anmeldetag: **22.11.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Bierweiler, Thomas
76131 Karlsruhe (DE)**
• **John, Jean Pascal
76137 Karlsruhe (DE)**
• **Labisch, Daniel
76149 Karlsruhe (DE)**
• **Pfeiffer, Bernd-Markus
76744 Wörth (DE)**

(54) **AUTOMATISIERTE ERMITTLUNG EINER PARAMETRIERUNG EINES AUSWERTEVERFAHRENS**

(57) Verfahren zur automatisierten Ermittlung einer Parametrierung eines Auswerteverfahrens mittels eines Computers, wobei das Auswerteverfahren zur Identifizierung bestimmter Teildaten einer Datenmenge einer industriellen Anlage, geeignet und vorgesehen ist, umfassend: Erzeugen einer Vergleichsdatenmenge und Hinterlegen von Referenzdaten in der Vergleichsdatenmenge, wobei eine Anzahl der in der Vergleichsdatenmenge hinterlegten Referenzdaten im Wesentlichen der Anzahl an Daten entspricht, die Teil der Datenmenge der industriellen Anlage sind, und wobei die Vergleichsdatenmenge mit der Datenmenge der industriellen Anlage vergleichbare statistische Eigenschaften aufweist, insbesondere eine betragsmäßig gleiche zeitliche Ausdehnung und/oder einen gleichen Wertebereich der Referenzdaten und/oder eine gleiche Anzahl an verschiedenen Datentypen und/oder gleiche Datentypen und/oder

eine gleiche Varianz von Datentypen; Anwenden des Auswerteverfahrens zur Auswertung der in der Vergleichsdatenmenge hinterlegten Referenzdaten; Festlegen einer Parametrierung, mittels der die Identifizierung von bestimmten Teildaten der in der Vergleichsdatenmenge hinterlegten Referenzdaten mittels des Auswerteverfahrens beeinflussbar ist, dahingehend, dass eine relative Anzahl der bei der Auswertung identifizierten Teildaten in Bezug auf alle in der Vergleichsdatenmenge hinterlegten Referenzdaten betragsmäßig kleiner als ein vorherbestimmter Schwellwert ist, vorzugsweise kleiner als 10 Prozent, bevorzugt kleiner als 5 Prozent, besonders bevorzugt kleiner als 1 Prozent; Bereitstellen der ermittelten Parametrierung zur Durchführung des Auswerteverfahrens zur Identifizierung bestimmter Teildaten der Datenmenge der industriellen Anlage.

EP 3 489 774 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erfassung einer automatisierten Ermittlung einer Parametrierung eines Auswerteverfahrens mittels eines Computers, wobei das Auswerteverfahren zur Identifizierung bestimmter Teildaten einer Datenmenge einer industriellen Anlage, insbesondere Fertigungs- oder Prozessanlage, geeignet und vorgesehen ist, nach Anspruch 1. Außerdem betrifft die Erfindung ein dazugehöriges Computerprogramm mit durch einen Computer ausführbaren Programmcodeanweisungen nach Anspruch 6, ein Speichermedium nach Anspruch 7 und ein Computersystem nach Anspruch 8.

[0002] Im Bereich fertigungstechnischer- und prozesstechnischer Anlagen werden regelmäßig Auswertemethoden eingesetzt, um verschiedene Daten der Anlagen auszuwerten und beispielsweise eine Optimierung der Anlage durchzuführen. Für die Anwendung dieser Auswertemethoden wird in der Regel eine Parametrierung benötigt, die eine Mehrzahl an einzelnen Parametern umfassen kann.

[0003] Die Parameter der Auswertemethoden müssen beispielsweise von Anwendern oder Inbetriebnehmern der technischen Anlage vorgegeben werden. Die Festlegung der Parameter kann sich dabei als komplex erweisen, da beispielsweise die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Parametern und dem Ergebnis der Auswertung nicht bekannt, unzureichend dokumentiert oder nur schwer verständlich sind. Mit steigender Komplexität bzw. Aufwand der Parametrierung kann die Akzeptanz oder Nutzbarkeit bestimmter Auswertemethoden derart gering ausfallen, dass die Auswertemethoden nicht angewandt werden, obwohl sie eine Effizienzsteigerung der technischen Anlage mit sich bringen würden.

[0004] Zudem basiert die Festlegung der Parametrierung oft auf den Erfahrungen der Anwender oder Inbetriebnehmer, wodurch sich unter Umständen eine hohe Abhängigkeit von der Verfügbarkeit einzelner Personen ergeben kann.

[0005] Es ist bekannt, verschiedene mögliche Parametrierungen nach der Versuch und Irrtum Methode durchzuprobieren und die jeweiligen Ergebnisse miteinander zu vergleichen. Dieser Vorgang kann zumindest teilweise automatisiert werden, wenn die parameterabhängige Güte der Ergebnisse entsprechend objektiviert werden kann. Diese Methode ist jedoch, speziell bei aufwändigen bzw. umfangreichen Parametrierungen, vergleichsweise zeitaufwändig. Zudem kann keine verlässliche Aussage darüber getroffen werden, ob tatsächlich sinnvolle Parameter für die jeweilige Auswertemethode gefunden werden konnten.

[0006] Darüber hinaus sind bei gut bekannten Auswerteverfahren teilweise auch Speziallösungen bekannt, wie die Parametrierung dieser Auswerteverfahren erfolgen kann. In der Regelungstechnik kann die Parametrierung eines PID-Reglers beispielsweise anhand der Auswertung des Prozessausgangs auf einen Sprung des Sollwertes erfolgen. Hier erfolgt, mit anderen Worten ausgedrückt, eine Parametrierung eines Auswertalgorithmus anhand einer Antwort auf Änderungen des auszuwertenden Systems.

[0007] Die DE 10 2008 058 964 A1 offenbart eine Parametrierung eines Regelungsverfahrens, bei der Reglerparameter in Abhängigkeit von einer Regelabweichung und/oder einer Sollwertänderung und/oder mittels manueller Vorgabe bestimmt werden.

[0008] In der EP 3 065 015 A1 ist eine Diagnoseeinrichtung zur Überwachung eines Regelkreises gezeigt, bei der durch einen Bediener Änderungen der Parametrierung der Regelung vorgenommen werden können.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Parametrierung eines Auswerteverfahrens, das zur Identifizierung bestimmter Teildaten einer Datenmenge einer industriellen Anlage, insbesondere Fertigungs- oder Prozessanlage, geeignet und vorgesehen ist, anzugeben, das bei einem vergleichsweise geringen Aufwand vollständig automatisiert erfolgen kann.

[0010] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren nach Anspruch 1 zur automatisierten Ermittlung einer Parametrierung eines Auswerteverfahrens mittels eines Computers, wobei das Auswerteverfahren zur Identifizierung bestimmter Teildaten einer Datenmenge einer industriellen Anlage, insbesondere Fertigungs- oder Prozessanlage, geeignet und vorgesehen ist. Darüber hinaus wird die Aufgabe durch ein Verfahren nach Anspruch 2 und nach Anspruch 4 gelöst. Außerdem wird diese Aufgabe gelöst durch ein Computerprogramm mit durch einen Computer ausführbaren Programmcodeanweisungen nach Anspruch 6, ein Speichermedium mit einem durch einen Computer ausführbaren Computerprogramm nach Anspruch 7 und ein Computersystem nach Anspruch 8. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0011] Bei einem Verfahren zur automatisierten Ermittlung einer Parametrierung eines Auswerteverfahrens mittels eines Computers der eingangs beschriebenen Art wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch die folgenden Verfahrensschritte gelöst:

- a) Erzeugen einer Vergleichsdatenmenge und Hinterlegen von Referenzdaten in der Vergleichsdatenmenge, wobei eine Anzahl der in der Vergleichsdatenmenge hinterlegten Referenzdaten im Wesentlichen der Anzahl an Daten entspricht, die Teil der Datenmenge der industriellen Anlage sind, und wobei die Vergleichsdatenmenge mit der Datenmenge der industriellen Anlage vergleichbare statistische Eigenschaften aufweist, insbesondere eine betragsmäßig gleiche zeitliche Ausdehnung und/oder einen gleichen Wertebereich der Referenzdaten und/oder eine gleiche

Anzahl an verschiedenen Datentypen und/oder gleiche Datentypen und/oder eine gleiche Varianz von Datentypen.

b) Anwenden des Auswerteverfahrens zur Auswertung der in der Vergleichsdatenmenge hinterlegten Referenzdaten.

c) Festlegen einer Parametrierung, mittels der die Identifizierung von bestimmten Teildaten der in der Vergleichsdatenmenge hinterlegten Referenzdaten mittels des Auswerteverfahrens beeinflussbar ist, dahingehend, dass eine relative Anzahl der bei der Auswertung identifizierten Teildaten in Bezug auf alle in der Vergleichsdatenmenge hinterlegten Referenzdaten betragsmäßig kleiner als ein vorherbestimmter Schwellwert ist, vorzugsweise kleiner als 10 Prozent, bevorzugt kleiner als 5 Prozent, besonders bevorzugt kleiner als 1 Prozent.

d) Bereitstellen der ermittelten Parametrierung zur Durchführung des Auswerteverfahrens zur Identifizierung bestimmter Teildaten der Datenmenge der industriellen Anlage.

[0012] Bei der Parametrierung kann es sich, ohne sich hierauf zu beschränken, um Schwellwerte, Bereichsgrenzen, Datentypen und dergleichen handeln, die zur Anwendung des Auswerteverfahrens benötigt werden. Bei dem Auswerteverfahren kann es sich um ein beliebiges Verfahren handeln, das zur Auswertung von Datenmengen im Kontext industrieller Anlagen, insbesondere Fertigungs- oder Prozessanlagen, zum Einsatz kommt oder kommen kann. Voraussetzung ist nur, dass im Rahmen des Auswerteverfahrens eine bestimmte Teilmenge der Datenmenge als "Treffer" identifiziert wird. Die Datenmenge kann beliebige Daten in digitaler Form umfassen, die von in der industriellen Anlage verwendeten Sensoren, Aktoren, Steuerungseinrichtungen, Leitsystemen und dergleichen stammen können. Das erfindungsgemäße Verfahren ist auf einem Rechner, Mikroprozessor oder dergleichen automatisiert ausführbar.

[0013] Der Kerngedanke der Erfindung liegt darin, dass die Parametrierung des Auswerteverfahrens durch Anwenden des Auswerteverfahrens auf einer vergleichbaren Datenmenge automatisch eingelernt wird. Die mit der eigentlichen mittels des Auswerteverfahrens zu analysierende Datenmenge aus statistischer Sicht vergleichbare Datenmenge wird hierzu initialisiert und mit Referenzdaten gefüllt. Bei den Referenzdaten kann es sich um reine Zufallsdaten handeln. Der Referenzdatensatz kann aber auch so gewählt werden, dass ein bestimmtes bekanntes Ergebnis bei der Anwendung des Auswerteverfahrens auf die Vergleichsdatenmenge erwartet werden kann.

[0014] Die Parametrierung des Auswerteverfahrens wird dann in einem, gegebenenfalls iterativen, Prozess so bestimmt, dass nur eine Teilmenge an Daten von dem Auswerteverfahren als Treffer identifiziert wird, die unterhalb eines vorzugebenden Schwellwertes liegt. Dabei ist der Schwellwert vorteilhafterweise relativ gering zu wählen, um gute Ergebnisse für das Auswerteverfahren zu erzielen. Im Grenzfall kann der Schwellwert auch so vorgegeben werden, dass im Wesentlichen keine Treffer identifiziert werden. Je mehr statistische Eigenschaften der Vergleichsdatenmenge mit denen der mittels des Auswerteverfahrens auszuwertenden Datenmenge übereinstimmen, desto bessere Ergebnisse liefert das erfindungsgemäße Verfahren.

[0015] Das erfindungsgemäße Verfahren bestimmt nur die Parameter, mittels derer die Identifizierung von bestimmten Teildaten der in der Vergleichsdatenmenge hinterlegten Referenzdaten mittels des Auswerteverfahrens beeinflussbar ist. Um beeinflussende von nicht beeinflussenden Parametern unterscheiden zu können, kann im Rahmen des Verfahrens in einem automatisch ablaufenden Versuch und Irrtum Prozess das Auswerteverfahren auf die Vergleichsdatenmenge angewandt werden. Eine etwaige Veränderung der Treffer impliziert dabei ein Beeinflussungspotential einzelner Parameter. Es ist auch möglich, dass die beeinflussenden Parameter einer Datenbank oder dergleichen entnommen werden, in der eine Korrelation von verschiedenen Typen von Auswerteverfahren und dazugehöriger Parameter hinterlegt ist. Durch die ausschließliche Berücksichtigung des Auswerteverfahrens beeinflussender Parameter gestaltet sich das erfindungsgemäße Verfahren als äußerst effizient und ressourcenschonend.

[0016] Dem erfindungsgemäßen Verfahren liegt die Annahme zugrunde, dass in der (realen) Datenmenge sowohl zufällige als auch systematische Relationen zwischen den einzelnen Daten vorliegen. Das Auswerteverfahren hat aber in der Regel die Aufgabe, nur die systematischen Relationen in der (realen) Datenmenge zu identifizieren. Durch Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens können alle oder wenigstens nahezu alle zufälligen Relationen von der Auswertung der (realen) Datenmenge ausgeschlossen werden. Mit anderen Worten können mittels der gezielt konstruierten Referenzdatenmenge Auswerteverfahren automatisiert optimiert werden, indem unerwünschte Störeinflüsse mittels der optimierten Parametrierung minimiert werden. Durch die von dem erfindungsgemäßen Verfahren bereitgestellte Parametrierung können eine Effizienz, Qualität und Aussagekraft des Auswerteverfahrens deutlich gesteigert werden.

[0017] Die Aufgabe wird zudem erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur automatisierten Ermittlung einer Parametrierung eines Auswerteverfahrens mittels eines Computers, wobei das Auswerteverfahren zur Identifizierung bestimmter Abfolgen von in einem Meldungsarchiv einer industriellen Anlage, insbesondere Fertigungs- oder Prozessanlage, hinterlegten Meldungen geeignet und vorgesehen ist. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte:

a) Erzeugen eines Vergleichsarchivs und Hinterlegen von Referenzmeldungen in dem Vergleichsarchiv, wobei eine Anzahl der in dem Vergleichsarchiv hinterlegten Referenzmeldungen im Wesentlichen der Anzahl an Meldungen entspricht, die Teil des Meldungsarchivs der industriellen Anlage sind, und wobei das Vergleichsarchiv mit dem Meldungsarchiv der industriellen Anlage vergleichbare statistische Eigen-

schaften aufweist, insbesondere eine betragsmäßig gleiche zeitliche Ausdehnung und/oder einen gleichen Wertebereich der Referenzmeldungen und/oder eine gleiche Anzahl an verschiedenen Meldungsidentifikationen und/oder gleiche Meldungsidentifikationen und/oder eine Varianz von Meldungsidentifikationen.

b) Anwenden des Auswerteverfahrens zur Identifizierung der bestimmten Abfolgen der in dem Vergleichsarchiv hinterlegten Referenzmeldungen.

c) Festlegen einer Parametrierung, mittels der die Identifizierung von bestimmten Abfolgen von Meldungen der in dem Vergleichsarchiv hinterlegten Referenzmeldungen mittels des Auswerteverfahrens beeinflussbar ist, dahingehend, dass eine relative Anzahl an bei der Auswertung identifizierten bestimmten Abfolgen in Bezug auf alle in dem Vergleichsarchiv hinterlegten Abfolgen betragsmäßig kleiner als ein vorherbestimmter Schwellwert ist, vorzugsweise kleiner als 10 Prozent, bevorzugt kleiner als 5 Prozent, besonders bevorzugt kleiner als 1 Prozent.

d) Bereitstellen der ermittelten Parametrierung zur Durchführung des Auswerteverfahrens zur Identifizierung bestimmter Abfolgen der in dem Meldungsarchiv hinterlegten Meldungen.

[0018] Das im vorherigen Abschnitt aufgeführte Verfahren folgt im Wesentlichen dem bereits erläuterten Kerngedanken der vorliegenden Erfindung. Das Verfahren wird dabei zur automatisierten Ermittlung der optimalen oder für den jeweiligen spezifischen Anwendungsfall besonders vorteilhaften Parametrierung eines Auswerteverfahrens verwendet, das zur Identifizierung bestimmter Abfolgen von in einem Meldungsarchiv einer industriellen Anlage hinterlegten Meldungen durchgeführt wird. Unter dem Begriff "Meldung" wird im Folgenden jede Anzeige oder Bericht eines beliebigen Ereignisses verstanden, das innerhalb der industriellen Anlage auftritt.

[0019] Die Meldungen weisen dabei jeweils eine bestimmte Meldungsidentifikation auf, die sich typischerweise zumindest teilweise von Meldung zu Meldung unterscheidet. Die Meldungsidentifikation kann beispielsweise eine Zuweisung zu einer bestimmten Maschine, einem Sensor oder einem Aktor, oder eine Meldungsklasse (Alarm, Bedieneingriff usw.) umfassen.

[0020] Bei beiden zuvor erläuterten erfindungsgemäßen Verfahren kann das Festlegen der Parametrierung ein schrittweises Festlegen einer Mehrzahl an Teilparametern des Auswerteverfahrens umfassen. Hierzu können bei der Bestimmung der jeweiligen Teilparameter voneinander verschiedene Schwellwerte verwendet werden. Es ist aber wesentlich, dass am Ende, d.h. nach Ermittlung aller Teilparameter, die relative Anzahl der bei der Auswertung identifizierten Teildaten bzw. bestimmten Abfolgen in Bezug auf alle in der Vergleichsdatenmenge hinterlegten Referenzdaten betragsmäßig kleiner als der vorherbestimmte (Gesamt-) Schwellwert ist.

[0021] Eine Reihenfolge, in der die einzelnen Teilparameter ermittelt werden, kann entweder beliebig sein oder von einem Hersteller oder einem Anwender der industriellen Anlage vorgegeben werden.

[0022] Im Falle, dass im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens mehrere gleichwertige Parameterkombinationen ermittelt werden, kann entweder beliebig eine der Parameterkombinationen als Ergebnis ausgewählt werden, oder einem Anwender des Verfahrens eine händische Auswahl des Ergebnisses überlassen werden.

[0023] Die Aufgabe wird außerdem erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur automatisierten Ermittlung einer Parametrierung eines Auswerteverfahrens mittels eines Computers, wobei das Auswerteverfahren zur Auswertung eines Meldungsarchivs mit einer Menge an Meldungen, die bei einer Steuerung und/oder Überwachung einer industriellen Anlage, insbesondere Fertigungs- oder Prozessanlage, generiert werden, angewandt wird, wobei die Meldungen wenigstens zwei sich voneinander unterscheidende Meldungsidentifikationen aufweisen. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte:

a) Erzeugen eines Vergleichsarchivs und Hinterlegen von Referenzmeldungen in dem Vergleichsarchiv, wobei eine Menge der in dem Vergleichsarchiv hinterlegten Referenzmeldungen im Wesentlichen der Menge an Meldungen entspricht, die in dem Meldungsarchiv hinterlegt sind,

und wobei das Vergleichsarchiv mit dem Meldungsarchiv der industriellen Anlage vergleichbare statistische Eigenschaften aufweist, insbesondere eine betragsmäßig gleiche zeitliche Ausdehnung und/oder einen gleichen Wertebereich der Referenzmeldungen und/oder eine gleiche Anzahl an verschiedenen Meldungsidentifikationen und/oder gleiche Meldungsidentifikationen und/oder eine Varianz von Meldungsidentifikationen.

b) Bestimmen einer absoluten Auftretenshäufigkeit von einzelnen Meldungsidentifikationen innerhalb der Menge von in dem Vergleichsarchiv hinterlegten Referenzmeldungen.

c) Bestimmen einer Übergangswahrscheinlichkeit von jeweils zwei Meldungsidentifikationen bei allen Meldungsidentifikationen der in dem Vergleichsarchiv hinterlegten Referenzmeldungen mittels der jeweiligen absoluten Auftretenshäufigkeit.

d) Ermitteln eines Schwellwertparameters für eine minimale Übergangswahrscheinlichkeit zwischen zwei Meldungsidentifikationen, derart, dass eine relative Anzahl an Paaren von Meldungsidentifikationen, deren Übergangswahrscheinlichkeiten nach dem Ermitteln des Schwellwertparameters oberhalb des zu ermittelnden Schwellwertparameters liegen, in Bezug auf alle in dem Vergleichsarchiv hinterlegten Paare von Meldungsidentifikationen betragsmäßig kleiner als ein vorherbestimmter erster Schwellwert ist, vorzugsweise kleiner als 10 Prozent, bevorzugt kleiner

als 5 Prozent, besonders bevorzugt kleiner als 1 Prozent.

e) Bereitstellen der ermittelten Parametrierung zur Durchführung des Auswerteverfahrens zur Auswertung des Meldungsarchivs.

[0024] Im Rahmen des Verfahrens werden statistische Abhängigkeiten zwischen einzelnen Meldungsidentifikationen der in dem Meldungsarchiv befindlichen Menge an Meldungen bestimmt, um beispielsweise eine Anpassung einer Alarmparametrierung der prozesstechnischen oder fertigungstechnischen Anlage vereinfacht und zielgerichtet durchführen zu können. Das Verfahren basiert dabei auf der Annahme, dass verschiedene Meldungsidentifikationen mit einer signifikanten Übergangswahrscheinlichkeit auch eine gewisse Abhängigkeit voneinander aufweisen. Signifikant bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Übergangswahrscheinlichkeit betragsmäßig oberhalb des vorherbestimmten ersten Schwellenwertes liegt.

[0025] Der Schwellwertparameter für die Übergangswahrscheinlichkeit wird dabei im Rahmen des Verfahrens so gewählt, dass nach Anwenden des Auswerteverfahrens auf das Vergleichsarchiv eine Menge an Treffern (als hinreichend wahrscheinlich bzw. oft auftretend identifizierte Abfolgen von Meldungsidentifikationen) kleiner ist als der vorherbestimmte erste (Gesamt-) Schwellwert des Verfahrens. Es ist hierbei zu beachten, dass es sich bei dem Schwellwertparameter und dem vorherbestimmten ersten (Gesamt-) Schwellwert des Verfahrens um zwei voneinander verschiedene Parameter handelt. Der Schwellwertparameter stellt das Ergebnis des Verfahrens, als die Parametrierung des Auswerteverfahrens dar, während der erste (Gesamt-) Schwellwert einen Parameter des Ermittlungsverfahrens selbst darstellt. Bezüglich einer detaillierten Erläuterung dieses Unterschieds sei zusätzlich auf die Beschreibung des Ausführungsbeispiels verwiesen.

[0026] Bei einer besonders bevorzugten Weiterbildung des zuvor erläuterten erfindungsgemäßen Verfahrens werden zwischen den Verfahrensschritten d und e die folgenden Schritte durchgeführt:

i) Identifizieren einer ersten Meldung, die eine erste Meldungsidentifikation aufweist, und einer zweiten, zeitlich nachfolgenden Meldung, die eine zweite Meldungsidentifikation aufweist, wobei die dazugehörige Übergangswahrscheinlichkeit von der ersten Meldungsidentifikation zu der zweiten Meldungsidentifikation betragsmäßig größer als der erste Schwellwertparameter für die minimale Übergangswahrscheinlichkeit zwischen zwei Meldungsidentifikationen sein muss, und wobei die zweite Meldungsidentifikation innerhalb einer festzulegenden Zeitspanne, ausgehend von der ersten Meldungsidentifikation, in dem Vergleichsarchiv auffindbar sein muss.

ii) Zusammenfassen der beiden identifizierten Meldungen als eine 2er-Kette.

iii) Wiederholen der Schritte i und ii bei jeder in dem Vergleichsarchiv hinterlegten Meldung.

iv) Ausgehend von einer zweiten Meldung einer 2er-Kette, die eine zweite Meldung mit einer zweiten Meldungsidentifikation aufweist, Durchsuchen der Menge an Meldungen innerhalb der festgelegten Zeitspanne nach weiteren, zeitlich nachfolgenden Meldungen, bis ein Ende der Zeitspanne erreicht ist.

v) Berücksichtigen der jeweiligen weiteren Meldung, wenn die Übergangswahrscheinlichkeit der zeitlich davor liegenden Meldungsidentifikation hin zu der weiteren Meldungsidentifikation betragsmäßig größer als der Schwellwertparameter für die minimale Übergangswahrscheinlichkeit zwischen zwei Meldungsidentifikationen ist.

vi) Zusammenfassen der gefundenen weiteren Meldungen zusammen mit der ersten und zweiten Meldung als eine weitere Kette, insbesondere 3er-Kette, 4er-Kette oder 5er-Kette.

vii) Wiederholen der Schritte v und vi bei jeder zuvor identifizierten 2er-Kette.

viii) Ermitteln einer absoluten Auftretenshäufigkeit einzelner Ketten.

ix) Ermitteln eines Schwellwertparameters für eine minimale relative Auftretenshäufigkeit einer Kette, derart, dass eine relative

Auftretenshäufigkeit von Ketten, die betragsmäßig oberhalb des Schwellwertparameters liegen, in Bezug auf alle in dem Vergleichsarchiv identifizierten Ketten von Meldungsidentifikationen betragsmäßig kleiner als ein zweiter vorherbestimmter Schwellwert ist, bevorzugt kleiner als 10 Prozent, vorzugsweise kleiner als 5 Prozent, höchst vorzugsweise kleiner als 1 Prozent.

[0027] Im Zusammenhang mit dem Begriff "Zeitspanne" wird im Rahmen der zuvor erläuterten Weiterbildung des Verfahrens von einer ersten Meldung mit einer ersten Meldungsidentifikation als Basis ausgegangen. Anschließend wird in dem Vergleichsarchiv nach einer zweiten Meldung mit einer zweiten Meldungsidentifikation (von der ersten Meldungsidentifikation verschieden) gesucht. Die zweite Meldungsidentifikation darf dabei aber zeitlich nicht später aufgetreten sein als es durch die bestimmte Zeitspanne vorgegeben wird.

[0028] Ist die erste Meldung mit der ersten Meldungsidentifikation beispielsweise bei der absoluten Zeit $t = 25$ min aufgetreten und die Zeitspanne auf 5 min festgelegt worden, so muss die zweite Meldung mit der zweiten Meldungsidentifikation zwischen der absoluten Zeit $t = 25$ min und $t = 30$ min aufgetreten sein, um berücksichtigt zu werden. In dem beschriebenen Rahmen wird demnach eine absolute Zeitspanne verwendet, d.h. wenn die Zeitspanne ausgehend von der bestimmten zweiten Meldungsidentifikation verstrichen ist, ist die Suche nach weiteren Meldungsidentifikationen,

die Teil einer zu identifizierenden Kette sein könnten, beendet.

[0029] Ausgehend von der zweiten Meldung mit der zweiten Meldungsidentifikation wird das Vergleichsarchiv nach weiteren, zeitlich nachfolgenden Meldungen durchsucht, bis ein Ende der Zeitspanne erreicht ist. Dabei werden die weitere Meldung oder die weiteren Meldungen entsprechend nur berücksichtigt, wenn die Übergangswahrscheinlichkeit der zeitlich davorliegenden Meldungsidentifikation zu der weiteren Meldungsidentifikation oberhalb des ersten Schwellwertparameters liegt.

[0030] Die gefundenen weiteren Meldungen werden zusammen mit der ersten und zweiten Meldung als eine weitere Kette identifiziert, insbesondere 3er-Kette, 4er-Kette oder 5er-Kette. Die zuvor erläuterten Verfahrensschritte werden anschließend bei jeder in dem Vergleichsarchiv identifizierten 2er-Kette angewandt. Als Ergebnis erhält man dadurch alle möglichen 2er-, 3er-, 4er-Ketten usw. innerhalb des Vergleichsarchivs. Dadurch lassen sich auch komplexere Zusammenhänge zwischen einzelnen Meldungsidentifikationen erfassen und auswerten.

[0031] Im weiteren Verlauf des Verfahrens werden weniger relevante Ketten und/oder Gruppen von Meldungen von bedeutenderen unterschieden. Hierzu werden nur Ketten berücksichtigt, die oberhalb eines zweiten Schwellwertparameters liegen. Der zweite Schwellwertparameter wird dabei vorteilhafterweise so bestimmt, dass eine relative Anzahl an Ketten von Meldungsidentifikationen, die als Treffer identifiziert werden, betragsmäßig kleiner als ein vorherbestimmter (Teil-) Schwellwert ist. Dieser Teilschwellwert muss nicht zwingend mit dem (Teil-)Schwellwert übereinstimmen, der zur Ermittlung des ersten Schwellwertparameters verwendet wurde.

[0032] Die ermittelte Parametrierung umfasst im Falle der zuvor erläuterten Weiterbildung des Verfahrens einen ersten Schwellwertparameter für eine minimale Übergangswahrscheinlichkeit zwischen zwei Meldungsidentifikationen und einen zweiten Schwellwertparameter für eine minimale relative Auftretenshäufigkeit einer Kette von Meldungsidentifikationen. Es liegt im Rahmen der Erfindung, weitere Parameter zu bestimmen, die ein Ergebnis des Auswerteverfahrens beeinflussen können.

[0033] Das beschriebene Verfahren mit seinen Ausgestaltungen ist bevorzugt in einer Software implementiert. Die zuvor ausgeführte Aufgabe wird entsprechend auch durch ein Computerprogramm mit durch einen Computer ausführbaren Programmcodeanweisungen zur Implementierung des erfindungsgemäßen Verfahrens gelöst. Bei dem Computer kann es sich beispielsweise um ein Automatisierungsgerät mit einer Verarbeitungseinheit nach Art eines Prozessors oder dergleichen handeln.

[0034] Ein Automatisierungsgerät, insbesondere ein Industrieautomatisierungsgerät, auf dem ein derartiges Computerprogramm implementiert ist, ist ein Beispiel für ein Computersystem, auf welches sich die Erfindung ebenfalls bezieht. Anstelle des Automatisierungsgerätes kommen auch Standardcomputer, wie sie bei der Büroautomatisierung üblich sind, in Betracht.

[0035] Das Computerprogramm zur Implementierung des Verfahrens wird üblicherweise auf oder in einem Speichermedium, also beispielsweise auf einem magnetischen oder optischen Datenträger oder in einem Halbleiterspeicher, vorgehalten, so dass die Erfindung auch ein Speichermedium mit einem durch einen Computer ausführbaren Computerprogramm zur Implementierung des erfindungsgemäßen Verfahrens und seiner Ausgestaltungen betrifft.

[0036] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung des Ausführungsbeispiels.

[0037] Das erfindungsgemäße Verfahren wird beispielhaft zur Ermittlung einer Parametrierung einer Auswertemethode zur Erkennung von statistischen Abhängigkeiten zwischen Prozessmeldungen einer industriellen Anlage verwendet.

[0038] Bei der Steuerung oder Überwachung eines technischen Prozesses einer industriellen Prozess- oder Fertigungsanlage wird regelmäßig eine Vielzahl an Meldungen erzeugt. Bei solchen Meldungen kann es sich, wie zuvor bereits erläutert, um Hinweise auf Fehler oder Ausnahmesituationen, z.B. Hinweise auf erreichte oder überschrittene Grenzwerte und dergleichen, handeln. Die Art und der Ursprung solcher Meldungen ist über die exemplarisch erwähnten Beispiele hinaus äußerst vielfältig und jede in der Anlage erzeugte oder verarbeitete Meldung soll im Folgenden als von der Bezeichnung "Meldung" umfasst gelten.

[0039] Zunächst wird mittels eines Computers ein Vergleichsarchiv erzeugt, das mit dem Meldungsarchiv der industriellen Anlage vergleichbare statistische Eigenschaften aufweist. Dabei weist es eine betragsmäßig gleiche zeitliche Ausdehnung, einen gleichen Wertebereich der darin enthaltenen Meldungsidentifikationen, eine gleiche Anzahl an verschiedenen Meldungsidentifikationen, gleiche Meldungsidentifikationen und eine gleiche Varianz von Meldungsidentifikationen auf.

[0040] Anschließend werden Zufallsmeldungen erzeugt und in dem Vergleichsarchiv hinterlegt. Dabei entspricht eine Menge der in dem Vergleichsarchiv hinterlegten Zufallsmeldungen der Menge an Meldungen, die in dem Meldungsarchiv hinterlegt sind.

[0041] Das Vergleichsarchiv enthält Zufallsalarmmeldungen mit den Meldungsidentifikationen "A", "B", "C", "D", "E", "F", "G", "H" und "I". Die Alarmmeldungen sind in der folgenden zeitlichen Abfolge in dem Vergleichsarchiv hinterlegt ("Meldungsident." stellt im Folgenden eine Abkürzung für "Meldungsidentifikation" dar):

	Zeit in min	Meldungsident.	Zeit in min	Meldungsident.	Zeit in min	Meldungsident.
	1	B	16	F	20	C
5	3	C	16	D	20	H
	5	D	17	G	21	D
	10	B	17	A	22	I
	11	E	18	F	23	H
	12	A	18	E	26	A
10	13	B	18	B	27	D
	15	C	19	G	28	D

[0042] In einem nächsten Schritt werden die in dem betrachteten Zeitbereich des Vergleichsarchivs enthaltenen Meldungsidentifikationen identifiziert und deren absolute Auftretenshäufigkeit bestimmt. Die folgende Übersicht zeigt die ermittelten absoluten Auftretenshäufigkeiten (Histogramm) der einzelnen Meldungsidentifikationen:

	Meldungsident.	Häufigkeit
	A	3
20	B	4
	C	3
	D	5
	E	2
	F	2
25	G	2
	H	2
	I	1

[0043] Für die weitere Auswertung werden nur Meldungsidentifikationen berücksichtigt, die oberhalb eines bestimmten Schwellwertes liegen. Dieser wird exemplarisch auf den Wert 3 festgelegt. Für die weitere Auswertung werden demnach im vorliegenden Ausführungsbeispiel nur die Meldungsidentifikationen "A", "B", "C" und "D" berücksichtigt. Dadurch lassen sich die unbedeutenderen Meldungsidentifikationen "E", "F", "G", "H" und "I" von der weiteren Auswertung ausschließen, wodurch die betrachtete Teilmenge der Gesamtmenge an Meldungsidentifikationen verringert werden kann, was die Übersichtlichkeit der erzielten Ergebnisse erhöht und eine Weiterverarbeitung selbiger erleichtert.

[0044] Anschließend werden eine Frequenzmatrix und eine Übergangswahrscheinlichkeitsmatrix allokiert und mit den Werten "0" versehen. Beide Matrizen haben die Größe (Anzahl berücksichtigte Meldungsidentifikationen x Anzahl berücksichtigte Meldungsidentifikationen), was im vorliegenden Ausführungsbeispiel einer Größe 4x4 entspricht. Im Folgenden ist auf der linken Seite die Frequenzmatrix dargestellt, auf der rechten Seite die Übergangswahrscheinlichkeitsmatrix:

		A	B	C	D		A	B	C	D
	A	0	0	0	0	A	0	0	0	0
	B	0	0	0	0	B	0	0	0	0
45	C	0	0	0	0	C	0	0	0	0
	D	0	0	0	0	D	0	0	0	0

[0045] Beginnend mit der zeitlich zuerst auftretenden Meldungsidentifikation "B" werden alle Meldungsidentifikationen identifiziert, die zeitlich nach der ersten Meldungsidentifikation "B" auftreten. Die Suche ist beendet, wenn die Meldungsidentifikation "B" erneut auftritt. Vorliegend liegt eine Meldung mit der Meldungsidentifikation "C" und eine Meldung mit der Meldungsidentifikation "D" zwischen den beiden Meldungsidentifikationen "B". Dabei ist es ohne Bedeutung, wie oft die jeweiligen Meldungsidentifikationen gegebenenfalls zwischen den beiden Meldungsidentifikationen "B" auftreten. Die entsprechenden Matrixelemente der Frequenzmatrix werden um 1 erhöht, so dass sich folgende Matrizen ergeben:

55

	A	B	C	D		A	B	C	D
A	0	0	0	0	A	0	0	0	0
B	0	0	0	0	B	0	0	0	0

(fortgesetzt)

	A	B	C	D		A	B	C	D
C	0	1	0	0	C	0	0	0	0
D	0	1	0	0	D	0	0	0	0

[0046] Der zuletzt beschriebene Schritt wird für alle in dem Vergleichsarchiv vorkommenden Meldungsidentifikationen "B" wiederholt, so dass sich die folgenden Matrizen ergeben:

	A	B	C	D		A	B	C	D
A	0	2	0	0	A	0	0	0	0
B	0	0	0	0	B	0	0	0	0
C	0	2	0	0	C	0	0	0	0
D	0	2	0	0	D	0	0	0	0

[0047] Im folgenden Schritt wird die Übergangswahrscheinlichkeitsmatrix angepasst. Die Spalte mit der Bezeichnung "B" der Frequenzmatrix wird selektiert und elementweise (zeilenweise) durch das Maximum der absoluten Auftretenshäufigkeit der Meldungsidentifikation "B" und der Häufigkeit der jeweiligen Meldungsidentifikation in der jeweiligen Zeile der Frequenzmatrix geteilt.

[0048] Das Maximum wird verwendet, um bei einer nur sporadisch bzw. zufällig oder sehr häufig auftretenden Meldungsidentifikation "B" keine Falschaussagen bezüglich der Übergangswahrscheinlichkeit zu anderen Meldungsidentifikationen zu treffen.

[0049] Eine derartige Normierung bringt vor allem den Vorteil mit sich, dass häufig auftretende Meldungsidentifikationen nicht übergewichtet werden. Neben der Verwendung des Maximums sind auch andere Werte als Referenz für die durchzuführende Normierung möglich.

[0050] Die absolute Auftretenshäufigkeit der Meldungsidentifikation "B" ist in vorliegendem Ausführungsbeispiel 4 (vergleiche das zuvor aufgeführte Histogramm). Das erste Zeilenelement bezieht sich auf die Meldungsidentifikation "A". Die Meldungsidentifikation "A" hat gemäß dem zuvor aufgeführten Histogramm eine absolute Auftretenshäufigkeit von 3. Das für dieses Matricelement geltende Maximum hat daher einen Wert von 4.

[0051] Der Wert 2 des Matricelements wird durch 4 geteilt, so dass sich ein Wert von 0,5 für das korrespondierende Matricelement der Übergangswahrscheinlichkeitsmatrix ergibt. Der Vorgang wird für alle Matricelemente der Spalte "B" entsprechend wiederholt, so dass beide Matrizen die folgende Gestalt aufweisen:

	A	B	C	D		A	B	C	D
A	0	2	0	0	A	0	0,5	0	0
B	0	0	0	0	B	0	0	0	0
C	0	2	0	0	C	0	0,5	0	0
D	0	2	0	0	D	0	0,4	0	0

[0052] Die zuvor erläuterten Schritte werden für die übrigen Meldungsidentifikationen "A", "C" und "D" wiederholt, so dass sich folgenden Matrizen ergeben:

	A	B	C	D		A	B	C	D
A	0	2	2	3	A	0	0,5	0,67	0,6
B	2	0	2	2	B	0,5	0	0,5	0,4
C	2	2	0	2	C	0,67	0,5	0	0,4
D	2	2	2	0	D	0,4	0,4	0,4	0

[0053] Dabei wurden folgende Ketten von Meldungsidentifikationen ausgewertet:

Ausgehend von A: A-B-C-D-A (zweimal);

Ausgehend von B: B-C-D-B, B-A-B und B-C-D-A-B;

Ausgehend von C: C-D-B-A-B-C und C-D-A-B-C;

Ausgehend von D: D-B-A-B-C-D, D-A-B-C-D, D-A-D und D-D.

[0054] Für die zu berücksichtigen Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen zwei Meldungsidentifikationen wird ein erster Schwellwertparameter derart bestimmt, dass eine relative Anzahl an Paaren von Meldungsidentifikationen, deren Übergangswahrscheinlichkeiten nach dem Ermitteln des ersten Schwellwertparameters oberhalb des zu ermittelnden ersten Schwellwertparameters liegen, in Bezug auf alle in dem Vergleichsarchiv hinterlegten Paare von Meldungsidentifikationen betragsmäßig kleiner als ein Schwellwert von 7,5% ist.

[0055] Hierzu werden in einem sequentiellen oder parallelen Berechnungsschritt verschiedene erste Schwellwertparameter für die Übergangswahrscheinlichkeit gewählt und jeweils der relative Anteil der Treffer (identifizierten Paare von Meldungsidentifikationen mit Übergangswahrscheinlichkeiten oberhalb des ersten Schwellwertparameters) an der Gesamtmenge an Meldungsidentifikationspaaren berechnet. Im vorliegenden Fall ist die Zahl der Trefferpaare Eins (Übergang der Meldungsidentifikationen A zu D), wobei der Schwellwertparameter 0,6 oder 60% beträgt.

[0056] In einem nachfolgenden Schritt werden häufig auftretende Ketten (3er-, 4er, 5er-Ketten usw.) von Meldungsidentifikationen identifiziert, die für eine nachfolgende Analyse bzw. Weiterverarbeitung verwendet werden können.

[0057] Anschließend wird eine absolute Auftretenshäufigkeit der einzelnen Ketten ermittelt.

[0058] Darauf folgend wird ein zweiter Schwellwertparameter für eine minimale relative Auftretenshäufigkeit einer Kette ermittelt. Die Ermittlung erfolgt dabei derart, dass eine relative Auftretenshäufigkeit von Ketten, die betragsmäßig oberhalb des zweiten Schwellwertparameters liegen, in Bezug auf alle in dem Vergleichsarchiv identifizierten Ketten von Meldungsidentifikationen betragsmäßig kleiner als ein Schwellwert von 20% ist. Für diesen Schwellwert wird die zweimal auftretende Meldungsidentifikationskette A-B-C-D-A als Treffer identifiziert.

[0059] Der zweite Schwellwertparameter entspricht in diesem Fall dem zweiten vorherbestimmten Schwellwert, was aber keineswegs der Fall sein muss - wie die zuvor erläuterte Ermittlung des ersten Schwellwertparameters zeigt.

[0060] Die beiden vorherbestimmten Schwellwerte betragen also zum einen 7,5% und zum anderen 20%. Eine Übereinstimmung der Schwellwerte für die einzelnen Teilparameter ist demnach keine Voraussetzung bei der Anwendung eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0061] Die ermittelten Schwellwertparameter werden von dem erfindungsgemäßen Verfahren im letzten Schritt bereitgestellt und können im Rahmen des beschriebenen Auswerteverfahrens bei einem (realen) Meldungsarchiv verwendet werden.

[0062] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur automatisierten Ermittlung einer Parametrierung eines Auswerteverfahrens mittels eines Computers, wobei das Auswerteverfahren zur Identifizierung bestimmter Teildaten einer Datenmenge einer industriellen Anlage, insbesondere Fertigungs- oder Prozessanlage, geeignet und vorgesehen ist, umfassend:

a) Erzeugen einer Vergleichsdatenmenge und Hinterlegen von Referenzdaten in der Vergleichsdatenmenge, wobei eine Anzahl der in der Vergleichsdatenmenge hinterlegten Referenzdaten im Wesentlichen der Anzahl an Daten entspricht, die Teil der Datenmenge der industriellen Anlage sind, und wobei die Vergleichsdatenmenge mit der Datenmenge der industriellen Anlage vergleichbare statistische Eigenschaften aufweist, insbesondere eine betragsmäßig gleiche zeitliche Ausdehnung und/oder einen gleichen Wertebereich der Referenzdaten und/oder eine gleiche Anzahl an verschiedenen Datentypen und/oder gleiche Datentypen und/oder eine gleiche Varianz von Datentypen;

b) Anwenden des Auswerteverfahrens zur Auswertung der in der Vergleichsdatenmenge hinterlegten Referenzdaten;

c) Festlegen einer Parametrierung, mittels der die Identifizierung von bestimmten Teildaten der in der Vergleichsdatenmenge hinterlegten Referenzdaten mittels des Auswerteverfahrens beeinflussbar ist, dahingehend, dass eine relative Anzahl der bei der Auswertung identifizierten Teildaten in Bezug auf alle in der Vergleichsdatenmenge hinterlegten Referenzdaten betragsmäßig kleiner als ein vorherbestimmter Schwellwert ist, vorzugsweise kleiner als 10 Prozent, bevorzugt kleiner als 5 Prozent, besonders bevorzugt kleiner als 1 Prozent;

d) Bereitstellen der ermittelten Parametrierung zur Durchführung des Auswerteverfahrens zur Identifizierung bestimmter Teildaten der Datenmenge der industriellen Anlage.

2. Verfahren zur automatisierten Ermittlung einer Parametrierung eines Auswerteverfahrens mittels eines Computers, wobei das Auswerteverfahren zur Identifizierung bestimmter Abfolgen von in einem Meldungsarchiv einer industriellen Anlage, insbesondere Fertigungs- oder Prozessanlage, hinterlegten Meldungen geeignet und vorgesehen ist, umfassend:

- a) Erzeugen eines Vergleichsarchivs und Hinterlegen von Referenzmeldungen in dem Vergleichsarchiv, wobei eine Anzahl der in dem Vergleichsarchiv hinterlegten Referenzmeldungen im Wesentlichen der Anzahl an Meldungen entspricht, die Teil des Meldungsarchivs der industriellen Anlage sind, und wobei das Vergleichsarchiv mit dem Meldungsarchiv der industriellen Anlage vergleichbare statistische Eigenschaften aufweist, insbesondere eine betragsmäßig gleiche zeitliche Ausdehnung und/oder einen gleichen Wertebereich der Referenzmeldungen und/oder eine gleiche Anzahl an verschiedenen Meldungsidentifikationen und/oder gleiche Meldungsidentifikationen und/oder eine gleiche Varianz von Meldungsidentifikationen;
- b) Anwenden des Auswerteverfahrens zur Identifizierung der bestimmten Abfolgen der in dem Vergleichsarchiv hinterlegten Referenzmeldungen;
- c) Festlegen einer Parametrierung, mittels der die Identifizierung von bestimmten Abfolgen von Meldungen der in dem Vergleichsarchiv hinterlegten Referenzmeldungen mittels des Auswerteverfahrens beeinflussbar ist, dahingehend, dass eine relative Anzahl an bei der Auswertung identifizierten bestimmten Abfolgen in Bezug auf alle in dem Vergleichsarchiv hinterlegten Abfolgen betragsmäßig kleiner als ein vorherbestimmter Schwellwert ist, vorzugsweise kleiner als 10 Prozent, bevorzugt kleiner als 5 Prozent, besonders bevorzugt kleiner als 1 Prozent;
- d) Bereitstellen der ermittelten Parametrierung zur Durchführung des Auswerteverfahrens zur Identifizierung bestimmter Abfolgen der in dem Meldungsarchiv hinterlegten Meldungen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das Festlegen der Parametrierung ein schrittweises Festlegen einer Mehrzahl an Teilparametern des Auswerteverfahrens umfasst.

4. Verfahren zur automatisierten Ermittlung einer Parametrierung eines Auswerteverfahrens mittels eines Computers, wobei das Auswerteverfahren zur Auswertung eines Meldungsarchivs mit einer Menge an Meldungen, die bei einer Steuerung und/oder Überwachung einer industriellen Anlage, insbesondere Fertigungs- oder Prozessanlage, generiert werden, angewandt wird, wobei die Meldungen wenigstens zwei sich voneinander unterscheidende Meldungsidentifikationen aufweisen, das Ermittlungsverfahren umfassend:

- a) Erzeugen eines Vergleichsarchivs und Hinterlegen von Referenzmeldungen in dem Vergleichsarchiv, wobei eine Menge der in dem Vergleichsarchiv hinterlegten Referenzmeldungen im Wesentlichen der Menge an Meldungen entspricht, die in dem Meldungsarchiv hinterlegt sind, und wobei das Vergleichsarchiv mit dem Meldungsarchiv der industriellen Anlage vergleichbare statistische Eigenschaften aufweist, insbesondere eine betragsmäßig gleiche zeitliche Ausdehnung und/oder einen gleichen Wertebereich der Meldungsidentifikationen und/oder eine gleiche Anzahl an verschiedenen Meldungsidentifikationen und/oder gleiche Meldungsidentifikationen und/oder eine gleiche Varianz von Meldungsidentifikationen;
- b) Bestimmen einer absoluten Auftretenshäufigkeit von einzelnen Meldungsidentifikationen innerhalb der Menge von in dem Vergleichsarchiv hinterlegten Referenzmeldungen;
- c) Bestimmen einer Übergangswahrscheinlichkeit von jeweils zwei Meldungsidentifikationen bei allen Meldungsidentifikationen der in dem Vergleichsarchiv hinterlegten Referenzmeldungen mittels der jeweiligen absoluten Auftretenshäufigkeit;
- d) Ermitteln eines ersten Schwellwertparameters für eine minimale Übergangswahrscheinlichkeit zwischen zwei Meldungsidentifikationen, derart, dass eine relative Anzahl an Paaren von Meldungsidentifikationen, deren Übergangswahrscheinlichkeiten nach dem Ermitteln des ersten Schwellwertparameters oberhalb des zu ermittelnden ersten Schwellwertparameters liegen, in Bezug auf alle in dem Vergleichsarchiv hinterlegten Paare von Meldungsidentifikationen betragsmäßig kleiner als ein vorherbestimmter Schwellwert ist, vorzugsweise kleiner als 10 Prozent, bevorzugt kleiner als 5 Prozent, besonders bevorzugt kleiner als 1 Prozent;
- e) Bereitstellen der ermittelten Parametrierung zur Durchführung des Auswerteverfahrens zur Auswertung des Meldungsarchivs.

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem zwischen den Verfahrensschritten d und e folgende Schritte durchgeführt werden:

- i) Identifizieren einer ersten Meldung, die eine erste Meldungsidentifikation aufweist, und einer zweiten, zeitlich nachfolgenden Meldung, die eine zweite Meldungsidentifikation aufweist, wobei die dazugehörige Übergangswahrscheinlichkeit von der ersten Meldungsidentifikation zu der zweiten Meldungsidentifikation betragsmäßig größer als der erste Schwellwertparameter für die minimale Übergangswahrscheinlichkeit zwischen zwei Meldungsidentifikationen sein muss, und wobei die zweite Meldungsidentifikation innerhalb einer festzulegenden Zeitspanne, ausgehend von der ersten Meldungsidentifikation, in dem Vergleichsarchiv auffindbar sein muss;

- ii) Zusammenfassen der beiden identifizierten Meldungen als eine 2er-Kette;
- iii) Wiederholen der Schritte i und ii bei jeder in dem Vergleichsarchiv hinterlegten Meldung;
- iv) Ausgehend von einer zweiten Meldung einer 2er-Kette, die eine zweite Meldung mit einer zweiten Meldungs-identifikation aufweist, Durchsuchen der Menge an Meldungen innerhalb der festgelegten Zeitspanne nach weiteren, zeitlich nachfolgenden Meldungen, bis ein Ende der Zeitspanne erreicht ist;
- v) Berücksichtigen der jeweiligen weiteren Meldung, wenn die Übergangswahrscheinlichkeit der zeitlich davor liegenden Meldungsidentifikation hin zu der weiteren Meldungsidentifikation betragsmäßig größer als der erste Schwellwertparameter für die minimale Übergangswahrscheinlichkeit zwischen zwei Meldungsidentifikationen ist;
- vi) Zusammenfassen der gefundenen weiteren Meldungen zusammen mit der ersten und zweiten Meldung als eine weitere Kette, insbesondere 3er-Kette, 4er-Kette oder 5er-Kette;
- vii) Wiederholen der Schritte v und vi bei jeder zuvor identifizierten 2er-Kette;
- viii) Ermitteln einer absoluten Auftretenshäufigkeit einzelner Ketten;
- ix) Ermitteln eines zweiten Schwellwertparameters für eine minimale relative Auftretenshäufigkeit einer Kette, derart, dass eine relative Auftretenshäufigkeit von Ketten, die betragsmäßig oberhalb des zweiten Schwellwertparameters liegen, in Bezug auf alle in dem Vergleichsarchiv identifizierten Ketten von Meldungsidentifikationen betragsmäßig kleiner als ein vorherbestimmter Schwellwert ist, bevorzugt kleiner als 10 Prozent, vorzugsweise kleiner als 5 Prozent, höchst vorzugsweise kleiner als 1 Prozent.

6. Computerprogramm mit durch einen Computer ausführbaren Programmcodeanweisungen zur Implementierung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5.

7. Speichermedium mit einem durch einen Computer ausführbaren Computerprogramm nach Anspruch 6.

8. Computersystem, auf dem ein Computerprogramm nach Anspruch 6 implementiert ist.



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 20 3055

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	WO 2010/133234 A1 (SIEMENS AG [DE]; FOLMER JENS [DE]; KATZKE UWE [DE]; PANTFOERDER DOROTH) 25. November 2010 (2010-11-25) * das ganze Dokument *	1,2,4, 6-8	INV. G05B19/042 G05B23/02
A	US 2015/095718 A1 (OTSUKA HIROSHI [JP] ET AL) 2. April 2015 (2015-04-02) * das ganze Dokument *	1,2,4, 6-8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			G05B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 17. Mai 2018	Prüfer Kuntz, Jean-Marc
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 20 3055

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

17-05-2018

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2010133234 A1	25-11-2010	CN 102428420 A	25-04-2012
		EP 2433189 A1	28-03-2012
		WO 2010133234 A1	25-11-2010

US 2015095718 A1	02-04-2015	JP 2015069643 A	13-04-2015
		US 2015095718 A1	02-04-2015

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102008058964 A1 [0007]
- EP 3065015 A1 [0008]