



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 036 437 A1** 2010.02.18

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 036 437.1**

(22) Anmeldetag: **05.08.2008**

(43) Offenlegungstag: **18.02.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G08B 17/103** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Hekatron Vertriebs GmbH, 79295 Sulzburg, DE**

(74) Vertreter:

**Patent- und Rechtsanwaltssozietät Maucher,  
Börjes & Kollegen, 79102 Freiburg**

(72) Erfinder:

**Lacoste, Thilo, 79282 Ballrechten-Dottingen, DE;  
Vöhringer, Ansgar, 79379 Müllheim, DE**

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

**DE 103 00 868 A1**

**DE 199 34 171 A1**

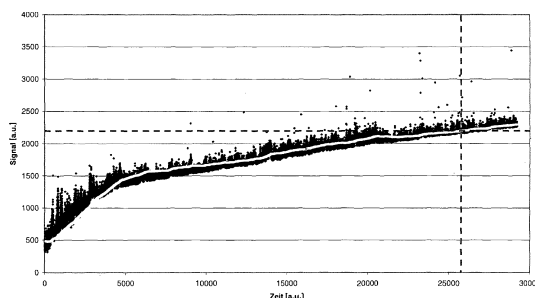
**EP 07 21 175 A1**

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

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Bestimmen der Betriebsdauer eines Gefahrenmelders und Gefahrenmelder**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Verfahren zum Betrieb eines Gefahrenmelders mit mindestens einem Sensor, welcher Melder mit wenigstens einer Signalverarbeitungseinheit versehen ist, mittels derer aus der zeitlichen Entwicklung von Messwerten des Sensor oder Betriebsdaten des Melders eine Information über dessen verbleibende Betriebsdauer gewonnen wird. Um einen Melder zur Verfügung zu haben, welcher bei geringem apparativem Aufwand eine zuverlässige Aussage über die verbleibende Betriebsdauer des Melders in sich ändernder Umgebung ermöglicht und derart einen kostenreduzierten Betrieb gestattet, wird das Messsignal oder Betriebsdaten des Melders einer zweifachen exponentiellen Glättung sowie eine Gewichtung unterzogen, so dass aus dem geglätteten Grundsignal eine Prognose über die verbleibende Einsatzzeit des Melders möglich ist. Außerdem betrifft die Erfindung einen Gefahrenmelder, insbesondere zur Durchführung des vorgenannten Verfahrens.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Gefahrenmelders insbesondere eines Streulichtbrandmelders mit mindestens einem Sensor, welcher Melder mit wenigstens einer Signalverarbeitungseinheit versehen ist, mittels derer aus der zeitlichen Entwicklung von Messwerten des Sensors oder Betriebsdaten des Melders eine Information über dessen verbleibende Betriebsdauer gewonnen wird. Außerdem betrifft die Erfindung einen Gefahrenmelder, insbesondere zur Durchführung des vorgenannten Verfahrens.

**[0002]** Gefahrenmelder, darunter auch Streulichtbrandmelder, werden inzwischen verbreitet, beispielsweise in der Gebäudeüberwachung, eingesetzt und sind in vielen Anwendungen einer widrigen Umgebung in Form von Staub ausgesetzt, der sich beispielsweise im Innern eines Streulichtbrandmelders an den Wänden der Messkammer absetzt.

**[0003]** Dies führt dort zu einer erhöhten Reflexion des zur Rauchmessung ausgestrahlten Lichtes an eben diesen Wänden und somit zu einer Erhöhung des Grundsignals. Unter Grundsignal ist das Signal eines Rauchmelders zu verstehen, das bei rauchfreier Luft gemessen wird. Über die Betriebszeit des Brandmelders hinweg steigt durch die zunehmende Verschmutzung das Grundsignal laufend an. Die sogenannte Alarmschwelle, bei welcher der Alarmfall durch den Brandmelder ausgelöst wird, muss daher parallel in der Signalverarbeitungseinheit um einen in der Regel gleich bleibenden Wert erhöht werden, um Falschalarme zu vermeiden. Für dieses Nachführen der Alarmschwelle existiert jedoch eine physikalische Obergrenze, die sich zum Beispiel aus der Linearität des Messsignals oder der Auflösung des Analog-Digital-Wandlers der Signalverarbeitungseinheit ergibt. Sobald der Abstand zwischen Grundsignal und Alarmschwelle nicht mehr durch eine Nachführung konstant gehalten werden kann, zeigt der Melder eine Störung an und sollte ausgetauscht werden.

**[0004]** Idealerweise sollte ein Melder dauernd oder zumindest zum Zeitpunkt seiner Wartung die Dauer bis zum Erreichen der Störung berechnen und ausgeben. Der Betreiber oder Servicetechniker kann anhand dieser Information entscheiden, ob der Melder die Zeit bis zur nächsten Wartung oder Prüfung überstehen wird oder vorzeitig ausgetauscht werden sollte. Somit kann das Auftreten von verschmutzungsbedingten Störungen vermindert bzw. ein unnötiger Austausch vermieden werden, was zu einer Kostenersparnis führt.

**[0005]** Läge der tatsächlich unwahrscheinliche Fall einer konstant zunehmenden Verschmutzung vor, so ließe sich aus dem Quotienten aus der Differenz zwischen einem älteren Wert z. B. dem Startwert des Melders und dem aktuellem Wert und der dazwischen liegenden Betriebsdauer die Steigung des Grundsignals berechnen. Daraus könnte prinzipiell die noch zur Verfügung stehende Zeit bis zum Eintritt der Störung berechnet werden. In der Praxis werden sich jedoch die Umgebungsbedingungen im Laufe der Zeit immer wieder ändern, z. B. durch Umsetzen des Melders oder Änderung der Nutzung des betreffenden Raums (Teppich oder Parkett, Lager oder Büro, Klimatisierung, Handwerkerarbeiten etc.). Eine wie oben beschriebene Verschmutzungsprognose würde eine veränderliche Zu- oder Abnahme des Verstaubungsgrades aber nicht berücksichtigen und zu hohe oder zu niedrige Werte ergeben. Diese große Unsicherheit macht eine derartige Prognose sinnlos.

**[0006]** Unabhängig von der Vorgeschichte ließe sich bei Kenntnis der aktuellen Steigung des Grundsignals etwa ermitteln, dass, selbst bei einem bereits hohen Grundsignal, aber einer sehr niedrigen Steigung, immer noch eine lange Betriebsdauer zu erwarten ist. Andererseits könnte selbst ein niedriges Grundsignal bei einem schnellen Anstieg zu einer Störung noch vor der nächsten Wartung führen. Für die Berechnung der aktuellen Steigung nach der oben dargestellten Methodik muss auf wenigstens einen hinreichend weit zurückliegenden Datenwert zurückgegriffen werden, um kurzzeitige Fluktuationen auszugleichen. Zusätzlich müssen eine Vielzahl der Messwerte zwischen dem hinreichend weit zurückliegenden Datenwert und dem aktuellem Messwert für künftige Berechnungen der Steigung gespeichert werden. Dies stellt jedoch hohe Anforderungen an die Größe des internen Zwischenspeichers der Signalverarbeitungseinrichtung und deren interne Steuersoftware, also die Firmware, und findet daher in der Praxis keine Anwendung.

**[0007]** Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Betrieb eines Gefahrenmelders zur Verfügung zu stellen, welches bei geringem apparativem Aufwand eine zuverlässige Aussage über die verbleibende Betriebsdauer des Brandmelders bei sich ändernden Betriebsbedingungen ermöglicht und derart einen kostenreduzierten Betrieb gestattet.

**[0008]** Diese zunächst widersprüchlich erscheinende Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren, das zumindest teilweise die folgenden Verfahrensschritte aufweist:

- a) Ermittlung eines geglätteten Signals  $G_t$  der Mess- oder Betriebswerte  $g_t$  mittels exponentieller Glättung erster und zweiter Ordnung mit Glättungsparametern  $\alpha$  und  $\beta$  und Gewichtung der Ergebnisse  $g_t^*$  aus der

- Glättung erster Ordnung und  $g_t^{**}$  der Glättung zweiter Ordnung;  
 b) Bestimmung der momentanen Steigung  $\dot{G}_t$  des geglätteten Signals  $G_t$  aus  $g_t^*$ ,  $g_t^{**}$  und einem Glättungsparameter  $\gamma$ ;  
 c) Ermittlung der Information über die Zeitdauer bis zum vermutlichen Über- oder Unterschreiten einer vorbestimmbaren Schwelle durch das geglättete Signal  $G_t$  mittels der Steigung  $\dot{G}_t$  und gegebenenfalls deren Ausgabe als restliche Betriebsdauer oder Störung;

**[0009]** Eine bevorzugte Variante des Verfahrens nutzt neben den o. g. Verfahrensschritten zusätzliche Verfahrensschritte. Diese bevorzugte Variante weist zumindest teilweise die folgenden Verfahrensschritte auf:

- Vorgabe wenigstens eines Glättungsparameters  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$ ;
- Ermittlung einiger Messwerte  $g$  des Sensors, Bestimmung eines Startwertes  $g_0$  für einen Zeitpunkt  $t = 0$  aus der Mittelung dieser Messwerte  $g$  zu einem bestimmten Zeitpunkt, Verwendung des Mittelwerts als Funktionswert  $g_0^*$  zu diesem Zeitpunkt;
- Ermittlung des Mess- oder Betriebswertes  $g_t$  zu einem nach  $t = 0$  liegenden Zeitpunkt  $t$ ;
- Exponentielle Glättung des Mess- oder Betriebswertes  $g_t$  zum geglätteten Wert  $g_t^*$  Bildung der gewichteten Summe von  $g_t$  und dem Ergebnis einer vorangegangenen Glättung  $g_{t-1}^*$  sowie dem Glättungsparameter  $\alpha$ ;
- Exponentielle Glättung von  $g_t^*$  zum geglätteten Wert zweiter Ordnung  $g_t^{**}$  durch Bildung der gewichteten Summe von  $g_t^*$  und dem Ergebnis einer vorangegangenen Glättung zweiter Ordnung  $g_{t-1}^{**}$ , sowie dem Glättungsparameter  $\beta$ ;
- Ermittlung eines geglätteten (Grund-)Signals  $G_t$  aus einer gewichteten Summe von  $g_t^*$  und  $g_t^{**}$ ;
- Bestimmung der momentanen Steigung  $\dot{G}_t$  des geglätteten (Grund-)Signals  $G_t$ ;
- Ermittlung der Information über die Zeitdauer bis zum vermutlichen Über- oder Unterschreiten einer vorbestimmbaren Schwelle durch das geglättete Signal  $G_t$  mittels der Steigung  $\dot{G}_t$  und gegebenenfalls deren Ausgabe als restliche Betriebszeit oder Störung;
- Wiederholung der Verfahrensschritte c) bis h) zu Zeitpunkten  $t + 1$ ,  $t + 2$ , ...,  $t + n$ .

**[0010]** Das Verfahren beruht also unter anderem darauf, dass mittels mindestens eines Glättungsfaktors der Einfluss älterer Datenwerte auf den aktuellen Wert bestimmt wird. Je kleiner der oder die Glättungswerte, umso stärker ist der Einfluss der vergangenen Daten und umso stärker ist die Glättung. Der geglättete Wert folgt bei Trendänderungen dem ursprünglichen Wert mit einem zeitlichen Abstand. Um dennoch zeitnah Trends erkennen zu können, erfolgt eine zweite exponentielle Glättung (exponentielle Glättung zweiter Ordnung) der einfach geglätteten Werte sowie eine gewichtete Verrechnung beider Werte aus erster und zweiter Ordnung miteinander. Der neue Datenwert enthält deutlich weniger Schwankungen als die Rohdaten, folgt aber Trendänderungen schneller als die nur einfach oder zweifach geglätteten Werte. Der Glättungswert bestimmt auch hier die Geschwindigkeit der Anpassung. Weiterhin lässt sich gleichzeitig die Steigung der geglätteten Kurve errechnen. Auch hier beeinflussen der oder die Glättungsfaktoren, wie schnell die Steigungsberechnung dem kurzfristigen Kurvenverlauf folgt.

**[0011]** Die Methode der exponentiellen Glättung erster und zweiter Ordnung kann also sowohl eingesetzt werden, um die Werte eines gemessenen Signals oder anderer Betriebsdaten wie dem Energieverbrauch eines Gefahrenmelders zu glätten, also kurzzeitige Schwankungen zu entfernen, als auch um gleichzeitig eine Prognose über die Zeit bis zum Erreichen einer gewissen, die Betriebsdauer des Melders begrenzenden Schwelle zu erstellen, wie z. B. des Verschmutzungsgrades oder der restlichen einem Energiespeicher entnehmbaren Energie.

**[0012]** Das zu messende Grundsignal und/oder die entsprechenden Betriebsdaten  $g_t$  werden zu Zeitpunkten  $t$  bzw. jeweils nach dem Verstreichen eines entsprechenden Zeitintervalls  $\Delta t$  aufgenommen. Um schnelle Schwankungen oder Signalanstiege zu glätten bzw. zu dämpfen müssen die Glättungsparameter  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$  klein gewählt werden. Dabei gelten  $0 < \alpha < 1$ ,  $0 < \beta < 1$  und  $0 < \gamma < 1$ , wobei in der Regel, jedoch nicht ausschließlich,  $\alpha = \beta = \gamma$  gilt.

**[0013]** Das geglättete Grundsignal bzw. die geglätteten Betriebsdaten  $G_t$  berechnen sich nach

$$g_t^* = \alpha \cdot g_t + (1 - \alpha) \cdot g_{t-1}^* \quad (\text{exponentielle Glättung erster Ordnung}),$$

$$g_t^{**} = \beta \cdot g_t^* + (1 - \beta) \cdot g_{t-1}^{**} \quad (\text{exponentielle Glättung zweiter Ordnung})$$

sowie

$G_t = 2 \cdot g_t^* - g_t^{**}$  (gewichtete Summe),

wobei  $t - 1$  gleichbedeutend mit  $t - \Delta t$  ist.

**[0014]** Die Steigung  $\dot{G}_t$  der geglätteten Kurve  $G_t$  zum Zeitpunkt  $t$  berechnet sich nach

$$\dot{G}_t = m_t = \frac{\gamma}{1-\gamma} \cdot (g_t^* - g_t^{**})$$

**[0015]** Dabei lassen sich mit  $\gamma = 1/A$  die folgenden Vereinfachungen bzw. Abschätzungen machen:

$$\frac{\gamma}{1-\gamma} = \frac{1/A}{1-1/A} = \frac{1}{A-1} = \frac{1}{A-1} \approx \frac{1}{A} = \gamma \quad \text{für } \gamma \ll 1 \text{ bzw. } A \gg 1,$$

woraus sich die Steigung  $m_t$  zu

$$m_t = \gamma \cdot (g_t^* - g_t^{**})$$

ergibt.

**[0016]** Bei Annahme eines linearen Kurvenverlaufs in der Zukunft lässt sich der Zeitpunkt  $t_v$ , berechnen, bei der eine definierte Signalthöhe oder ein definierter Betriebsdatenwert  $g_v$ , erreicht werden wird. Dabei muss von dem geglätteten Wert  $G_t$  ausgegangen werden, um kurzfristige Signalschwankungen, bspw. durch Staubteilchen bzw. Verbrauchsspitzen oder dergleichen, auszugleichen, auch wenn  $G_t$  aufgrund der starken Dämpfung vom tatsächlichen Mess- oder Betriebsdatenwert  $g_t$  abweichen kann.

**[0017]** Mit

$$m_t = \frac{g_v - G_t}{t_v - t}$$

lässt sich der Zeitpunkt  $t_v$  zu

$$t_v = \frac{g_v - G_t}{m_t} + t$$

bestimmen.

**[0018]** In der Praxis tauglicher ist hierbei die Bestimmung eines sogenannten Countdownwertes  $t_c$  bis zum Eintritt der Störung durch z. B. Verschmutzung oder Energiemangel zu

$$t_c = t_v - t = \frac{g_v - G_t}{m_t}$$

aus welchem sich die tatsächlich verbleibende Zeit durch Multiplikation mit dem Messintervall  $\Delta t$  (bspw. 60 Sekunden) zu

$$T_c = t_c \cdot \Delta t$$

ergibt.

**[0019]** Bei geeigneter Wahl des Glättungswertes können also temporäre Schwankungen des Grundsignals oder der Betriebsdaten, die z. B. durch Staubteilchen bei Bauarbeiten bzw. Verbrauchsspitzen durch häufiges Testen verursacht werden, herausgefiltert werden. Die Wirkungsweise entspricht dann etwa einer gleitenden Mittelwertbildung über eine Vielzahl von Messwerten, die einen Bereich in der Größenordnung von mehreren Tagen abdecken.

**[0020]** Das beschriebene Verfahren löst somit die oben beschriebene Aufgabe: Das Grundsignal bzw. eine Betriebsdatenfolge werden geglättet. Gleichzeitig kann zu jedem Zeitpunkt die aktuelle Steigung des Grundsignals bzw. der Betriebsdatenfolge ermittelt und so eine Störungsprognose erstellt werden, wofür bei einer Va-

riante des Verfahrens aus den gewichteten Durchschnitten von  $g_t^*$  und  $g_t^{**}$  ein Prognosewert  $g_{t+r}^P$  für einen in der Zukunft liegenden Zeitpunkt  $t + r$  ermittelt wird.

**[0021]** Bei einer ebenfalls zweckmäßigen Variante des Verfahrens werden nach einer Messung nur der rechnerisch bestimmte, einfach geglättete Wert  $g_t^*$  und der zweifach geglättete Wert  $g_t^{**}$  in einem Speichermittel zur weiteren Verwendung abgelegt und stehen nach der Zeit  $\Delta t$  als Werte  $g_{t-1}^*$  und  $g_{t-1}^{**}$  zur Verfügung, denn für die Glättung und Prognose müssen im Gegensatz zu anderen Methoden keine Daten außer denen der vorherigen Berechnung gespeichert werden. Dadurch wird interner Speicherplatz eingespart. Da also verfahrensbedingt pro Signal bzw. Datenfolge jeweils nur zwei alte Datenwerte im Speicher vorgehalten werden müssen, eignet sich die exponentielle Glättung besonders für den Einsatz in mit Mikrocontrollern versehenen Signalverarbeitungseinrichtungen.

**[0022]** Um das Problem einer Division durch zu große Integer-Zahlen in der Signalverarbeitungseinrichtung zu umgehen, kann eine Variante des Verfahrens darin bestehen, dass dadurch gekennzeichnet, dass von dem jeweiligen Messwert  $g_t$  ein Offset  $g^0$  abgezogen wird, so dass bei einer Analog-Digital-Wandlung keine Informationen verloren gehen.

**[0023]** Bei einer weiteren Variante des Verfahrens wird nach jeder Messung der in Verfahrensschritt b) bzw. g) bestimmte Steigungswert  $G_t$  mit einem vorgebbaren, in einem Speicherelement abgelegten Wert verglichen. Über die Berechnung der aktuellen Steigung kann dann überprüft werden, ob die von den Normen maximal erlaubte Steigung der Signalnachführung überschritten wird. In diesem Fall können Maßnahmen wie eine Erhöhung der Dämpfung oder ein Abbruch der Nachführung ergriffen werden.

**[0024]** Die Aufgabe wird auch gelöst durch einen Brandmelder, bei welchem der Signalverarbeitungseinrichtung ein Mikrocontroller zugeordnet ist, der aufeinander folgende Messwerte  $g_t$  mindestens eines Sensors und/oder Betriebsdaten des Brandmelders einer mehrfachen exponentiellen Glättung unterzieht und eine Information zur restlichen Betriebsdauer des Brandmelders erzeugt und gegebenenfalls ausgibt.

**[0025]** Weitere vorteilhafte Ausführungen des erfindungsgemäßen Brandmelders ergeben sich aus den Unteransprüchen.

**[0026]** Die Erfindung wird nachstehend anhand von Figuren in der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt die

**[0027]** [Fig. 1](#) ein Diagramm mit einer Kurve von Messpunkten sowie einer geglätteten Kurve;

**[0028]** [Fig. 2](#) ein Diagramm mit der geglätteten Kurve aus der [Fig. 1](#) mit Steigungen zu verschiedenen Zeitpunkten;

**[0029]** [Fig. 3–Fig. 5](#) verschiedene Beispiele von digitalen Filtern zur Glättung der jeweiligen Messwerte zum geglätteten Grundsignal und zur Bestimmung eines Prognosewerts.

**[0030]** In der [Fig. 1](#) ist ein Diagramm gezeigt, welches eine mögliche Entwicklung eines Rauchmeldermesssignals zeigt, wobei zunächst das gemessene Signal  $g_t$  eines Brandmelders punktwise in beliebigen Einheiten über der Zeit  $t$  aufgetragen ist. Aufgrund der Vielzahl der gemessenen Punkte nach vorbestimmten Zeitintervallen sind die Einzelpunkte hier nur dann aufzulösen, wenn sie sich markant vom sonstigen Kurvenverlauf als Ausreißer abheben. Über die Vielzahl von Messpunkten ist als weiße Kurve das aus den Messpunkten ermittelte, geglättete Grundsignal  $G_t$  gelegt, wobei zu erkennen ist, dass durch die zweifache exponentielle Glättung die geglätteten Werte  $G_t$  den tatsächlichen Werten zeitlich etwas nachlaufen, ansonsten der Trend aber sehr gut abgebildet wird. Weiter ist in dem Diagramm der [Fig. 1](#) eine horizontale, gestrichelte Linie zu erkennen, die das maximal zulässige Grundsignal darstellt, bis zu deren Wert ein fester Betrag zu dem durch fortlaufende Verschmutzung ansteigenden, geglätteten Grundsignal  $G_t$  hinzuaddiert werden kann. Der durch die vertikale gestrichelte Linie bezeichnete Zeitpunkt, zu welchem das gemessene und das geglättete Signal im wesentlichen gleichzeitig diese Schwelle erreichen, bildet denjenigen Zeitpunkt, zu welchem der Melder ersetzt werden muss und der durch Berechnung der Steigung des geglätteten Grundsignals bestimmbar ist.

**[0031]** In der [Fig. 2](#) ist das gemessene Signal  $g_t$  in dem Diagramm weggelassen und nur das geglättete Grundsignal  $G_t$  über die Zeit aufgetragen. Gleichzeitig sind mit zwei strichpunktierten Linien Steigungen dieses geglätteten Grundsignals zu verschiedenen Zeiten dargestellt. Es ist hierbei erkennbar, dass in einem Zeitbereich von etwa 5000 (beliebigen) Einheiten die Steigung des geglätteten Signals zunächst eine kürzere noch zu erwartende Lebensdauer des Brandmelders bis zu seinem Ersatz angibt. Aufgrund der späteren Signalent-

wicklung ändert sich die Steigung des geglätteten Grundsignals  $G_t$  jedoch und eine korrekte Prognose über den Zeitpunkt des vermutlichen Ersatzes des Melders ist möglich.

**[0032]** In den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) wurde beispielhaft die Wirkung der oben beschriebenen Glättung auf das Messsignal eines Streulichtrauchmelders und die Anwendung des erfinderischen Verfahrens auf dieses Signal gezeigt. Es ist aber ebenso denkbar, das Verfahren auf eine Betriebsdatenfolge von Parametern wie z. B. den Energieverbrauch oder den Inhalt eines Energiespeichers, der zur Energieversorgung des Melders dient, anzuwenden, die ebenso wie die Verschmutzung der Messkammer eines Streulichbrandmelders Auswirkungen auf die restliche Betriebsdauer des Melders haben.

**[0033]** In den [Fig. 3](#) bis [Fig. 5](#) sind verschiedene, dem Mikrokontroller des Brandmelders zugeordnete digitale Filterstrukturen dargestellt, welche in Software oder Hardware realisiert sein können und die jeweils ausgehend von dem gemessenen Signal bzw. den Betriebsdaten  $g_t$  auf dieses verschiedene Filteroperationen anwenden, so dass durch die Struktur der [Fig. 3](#) der einfach geglättete Wert  $g_t^*$ , durch die Struktur der [Fig. 4](#) der zweifach geglättete Wert  $g_t^{**}$  und schließlich durch die Struktur der [Fig. 5](#) das geglättete Grundsignal bzw. die geglättete Betriebsdatenfolge  $G_t$  zu einem Zeitpunkt  $t$  erzeugbar sind.

**[0034]** In den [Fig. 3](#) bis [Fig. 5](#) stellen die Dreiecke Multiplizierer dar, die deren Eingangssignal z. B.  $g_t$ ,  $g_t^*$  oder  $g_{t-1}^*$  mit dem daneben stehenden Faktor multiplizieren. Die mit „+“ gekennzeichneten Elemente sind Addierer, welche die von links, oben und unten kommenden Eingangssignale summieren und die Summe dieser Signale als Ausgangssignal rechts ausgeben. Die mit „T“ gekennzeichneten Elemente stellen Zeitglieder dar, welche als Speichermittel die an Ihrem Eingang anliegenden Werte  $g_t^*$  und  $g_t^{**}$  und an ihrem Ausgang die jeweiligen Werte des vorangegangenen Zeitpunktes  $t - 1$  als  $g_{t-1}^*$  und  $g_{t-1}^{**}$  bereit stellen.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Gefahrenmelders mit mindestens einem Sensor, welcher Melder mit wenigstens einer Signalverarbeitungseinheit versehen ist, mittels derer aus der zeitlichen Entwicklung von Messwerten  $g_t$  des Sensors oder Betriebswerten des Melders eine Information über dessen verbleibende Betriebsdauer gewonnen wird, gekennzeichnet zumindest durch die folgenden Verfahrensschritte:

- Ermittlung eines geglätteten Signals  $G_t$  der Mess- oder Betriebswerte  $g_t$  mittels exponentieller Glättung erster und zweiter Ordnung mit Glättungsparametern  $\alpha$  und  $\beta$  und Gewichtung der Ergebnisse  $g_t^*$  aus der Glättung erster Ordnung und  $g_t^{**}$  aus der Glättung zweiter Ordnung;
- Bestimmung der momentanen Steigung  $\dot{G}_t$  des geglätteten Signals  $G_t$  aus  $g_t^*$ ,  $g_t^{**}$  und einem Glättungsparameter  $\gamma$ ;
- Ermittlung der Information über die Zeitdauer bis zum vermutlichen Über- oder Unterschreiten einer vorbestimmbaren Schwelle durch das geglättete Signal  $G_t$  mittels der Steigung  $\dot{G}_t$  und gegebenenfalls deren Ausgabe als restliche Betriebsdauer oder Störung;

2. Verfahren zum Betrieb eines Gefahrenmelders mit mindestens einem Sensor, welcher Melder mit wenigstens einer Signalverarbeitungseinheit versehen ist, mittels derer aus der zeitlichen Entwicklung von Messwerten  $g_t$  des Sensors oder Betriebswerten des Melders eine Information über dessen verbleibende Betriebsdauer gewonnen wird, gekennzeichnet zumindest durch die folgenden Verfahrensschritte:

- Vorgabe wenigstens eines Glättungsparameters  $\alpha$ ,  $\beta$  und/oder  $\gamma$ ;
- Bestimmung eines Startwertes  $g_0$  für einen Zeitpunkt  $t = 0$ ;
- Ermittlung des Mess- oder Betriebswertes  $g_t$  zu einem nach  $t = 0$  liegenden Zeitpunkt  $t$ ;
- Exponentielle Glättung des Mess- oder Betriebswertes  $g_t$  zum geglätteten Wert  $g_t^*$  durch Bildung der gewichteten Summe von  $g_t$  und dem Ergebnis einer vorangegangenen Glättung  $g_{t-1}^*$  sowie dem Glättungsparameter  $\alpha$ ;
- Exponentielle Glättung von  $g_t^*$  zum geglätteten Wert zweiter Ordnung  $g_t^{**}$  durch Bildung der gewichteten Summe von  $g_t^*$  und dem Ergebnis einer vorangegangenen Glättung zweiter Ordnung  $g_{t-1}^{**}$  sowie dem Glättungsparameter  $\beta$ ;
- Ermittlung eines geglätteten Signals  $G_t$  aus einer gewichteten Summe von  $g_t^*$  und  $g_t^{**}$ ;
- Bestimmung der momentanen Steigung  $\dot{G}_t$  des geglätteten Signals  $G_t$  aus  $g_t^*$ ,  $g_t^{**}$  und dem Glättungsparameter  $\gamma$ ;
- Ermittlung der Information über die Zeitdauer bis zum vermutlichen Über- oder Unterschreiten einer vorbestimmbaren Schwelle durch das geglättete Signal  $G_t$  mittels der Steigung  $\dot{G}_t$  und gegebenenfalls deren Ausgabe als restliche Betriebszeit oder Störung;
- Wiederholung der Verfahrensschritte c) bis h) zu Zeitpunkten  $t + 1$ ,  $t + 2$ , ...,  $t + n$ .

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Gefahrenmelder ein Rauchmelder mit einem Streulichtrauchsensoren ist, und dass das als Messwerte  $g_t$  die Messwerte des Rauchsensors verwendet werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Betriebswerte  $g_t$  Spannungswerte eines Energiespeichers und/oder Energieverbrauchswerte des Melders und/oder der restliche Energieinhalt eines Speichers verwendet werden.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass aus den gewichteten Durchschnitten  $g_t^*$  und  $g_t^{**}$  ein Prognosewert  $g_{t+r}^p$  für einen in der Zukunft liegenden Zeitpunkt  $t+r$  ermittelt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Information über die restliche Betriebsdauer des Brandmelders durch einen Zeitpunkt oder eine Zeitdauer ausgedrückt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das zum jeweiligen Zeitpunkt  $t$  ermittelte geglättete Signal  $G_t$  als Grundsignal gedeutet wird und durch Addition eines festen Wertes eine Alarmschwelle des Brandmelders festgelegt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach jeder Messung der in Verfahrensschritt b) bzw. g) bestimmte Steigungswert  $G_t$  mit einem vorgebbaren, in einem Speicherelement abgelegten Wert verglichen wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach einer Messung nur die rechnerisch bestimmten, einfach und zweifach geglätteten Werte  $g_t^*$  und  $g_t^{**}$  in einem Speicher zur weiteren Verwendung abgelegt werden.
10. Gefahrenmelder, insbesondere Brandmelder zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, der mit einer Signalverarbeitungseinrichtung versehen ist, welcher wiederum ein Mikrocontroller zugeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrocontroller einen vorliegenden Messwert mindestens eines Sensors oder Betriebsdaten des Brandmelders einer mehrfachen exponentiellen Glättung unterzieht und eine Information zur Betriebsdauer des Brandmelders erzeugt und gegebenenfalls ausgibt.
11. Gefahrenmelder, insbesondere Brandmelder nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrocontroller die momentane Steigung des geglätteten Signals ermittelt.
12. Gefahrenmelder, insbesondere Brandmelder nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrocontroller aus dem geglätteten Signal sowie einem festgelegten oder ggf. von Messwerten weiterer Sensoren beeinflussbaren Wert eine Alarmschwelle des Brandmelders erzeugt.
13. Gefahrenmelder, insbesondere Brandmelder nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrocontroller bei Überschreiten zulässiger Steigungswerte eine Anpassung von Rechenparametern oder eine Störungsmeldung veranlasst.
14. Gefahrenmelder, insbesondere Brandmelder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrocontroller mit wenigstens einem digitalen Filter versehen ist, welches die exponentielle Glättung des Messwerts durchführt.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

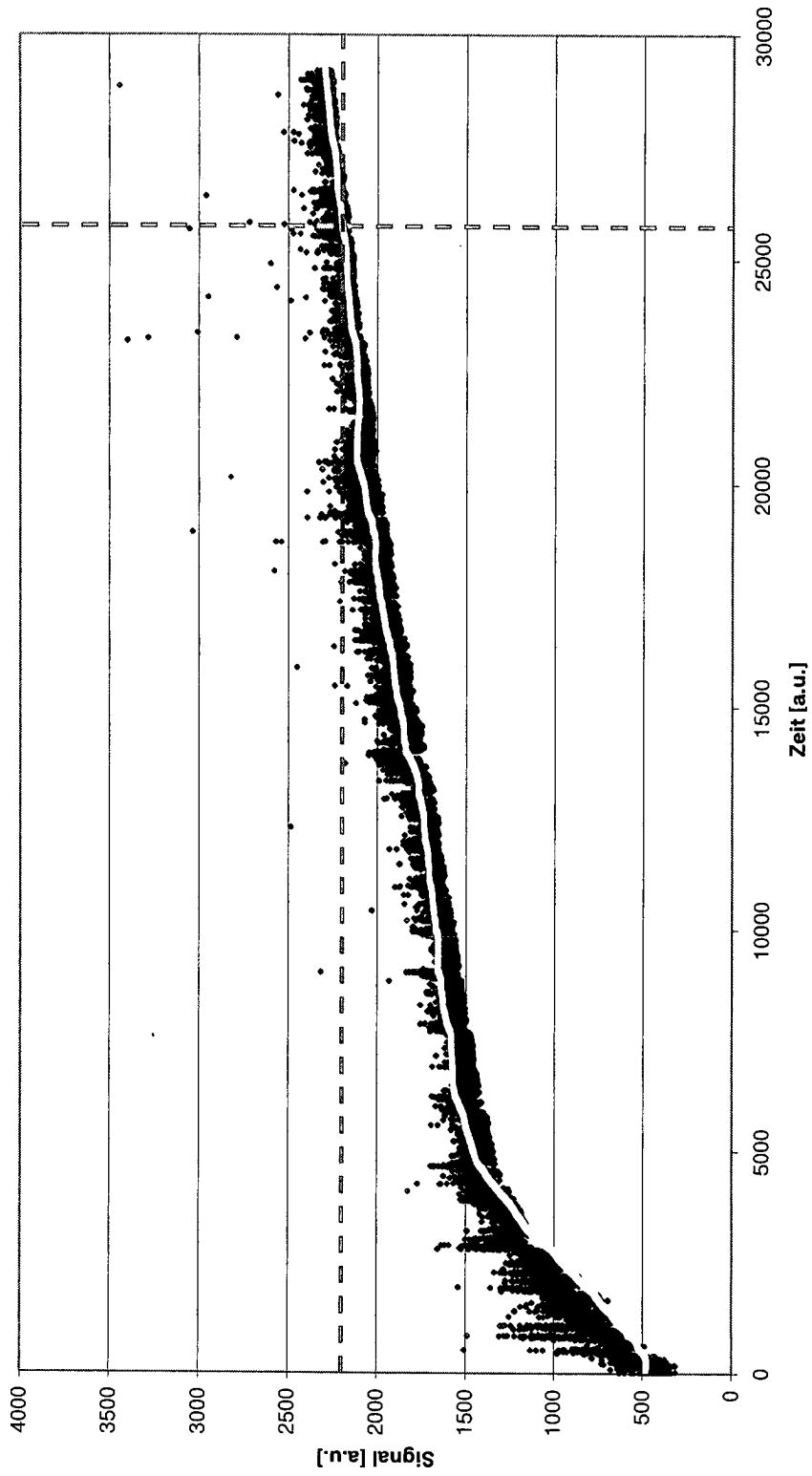


Fig.1



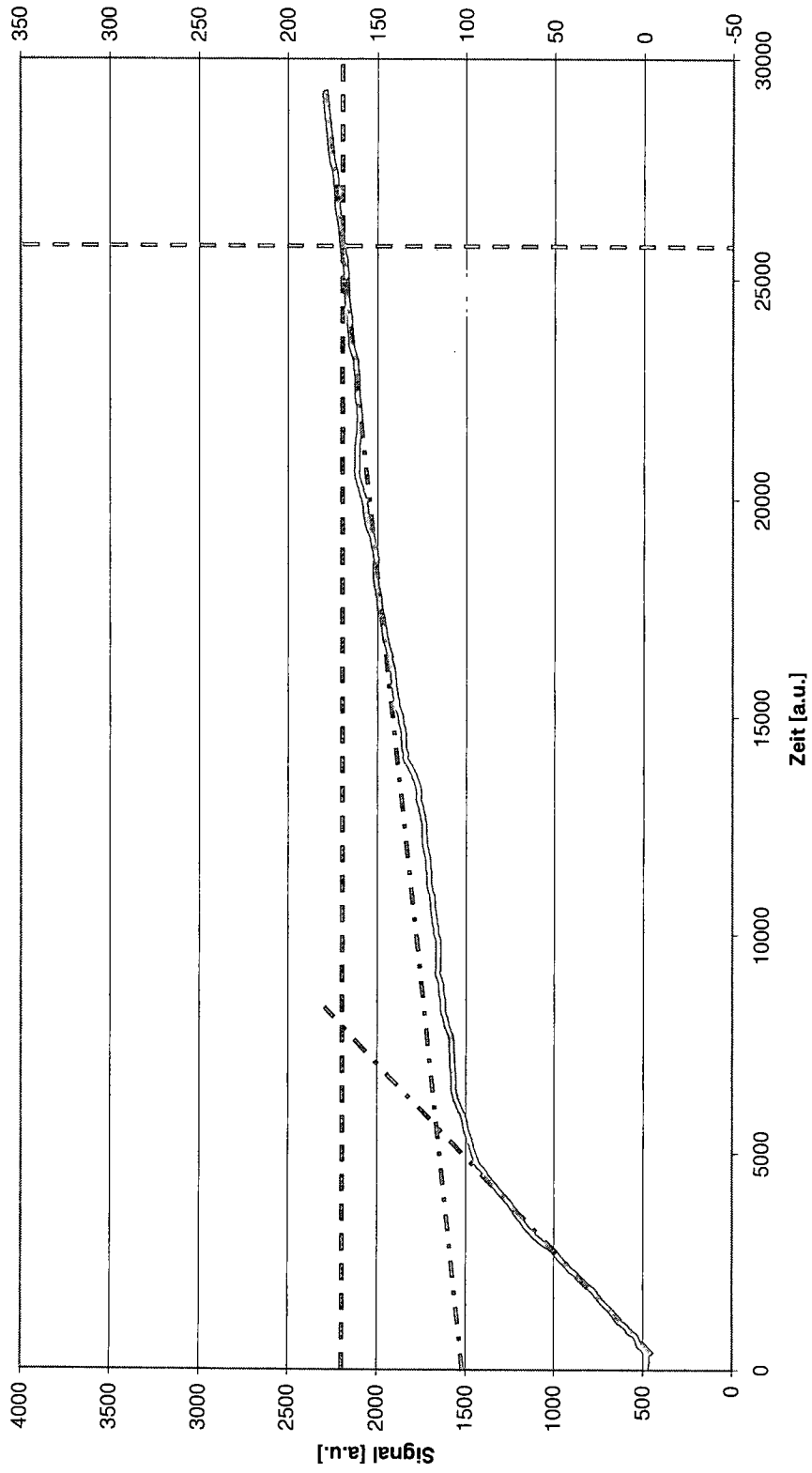


Fig.2

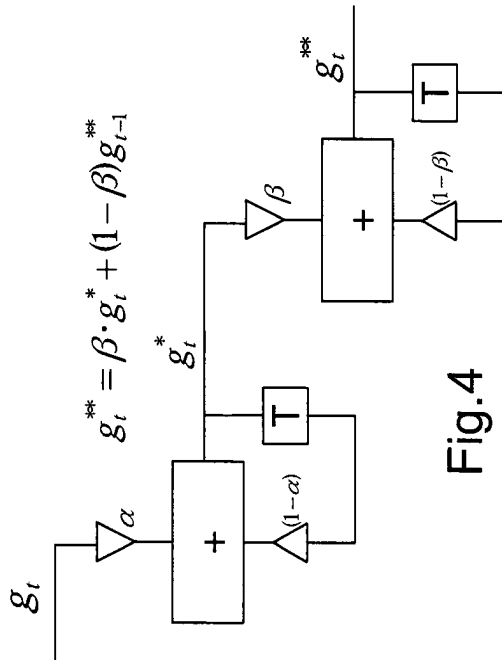


Fig.3

$$g_t^* = \alpha \cdot g_t + (1-\alpha)g_{t-1}^*$$

$$g_t^{**} = \beta \cdot g_t^* + (1-\beta)g_{t-1}^{**}$$

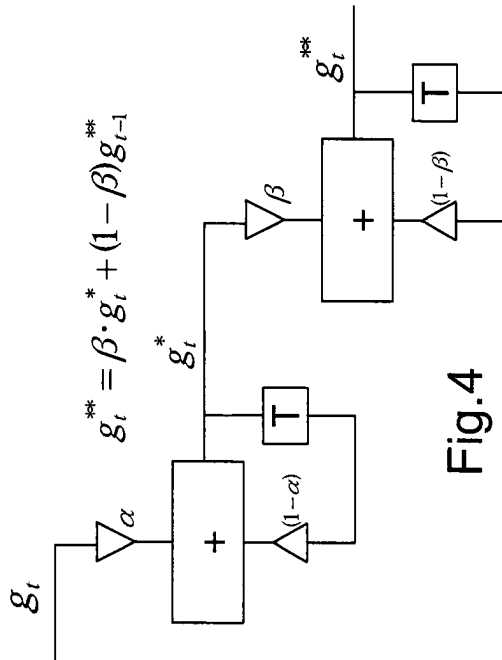


Fig.4

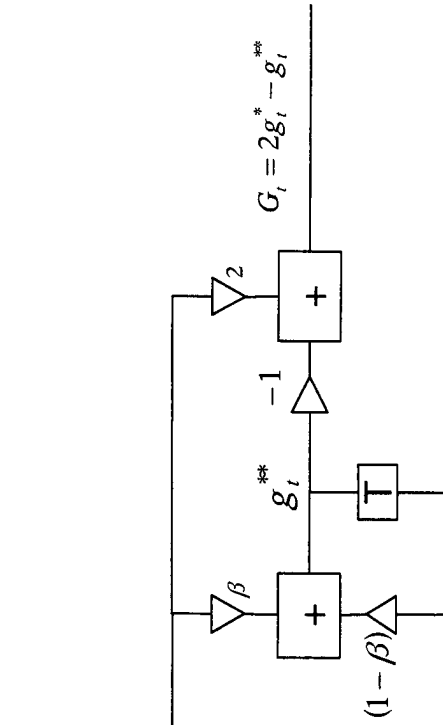


Fig.5