

(19)



(11)

EP 3 916 692 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
01.12.2021 Patentblatt 2021/48

(51) Int Cl.:
G08B 17/107 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21167838.8**

(22) Anmeldetag: **12.04.2021**

(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:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Hanses, Thomas**
83620 Feldkirchen-Westerham (DE)
• **Haug, Christopher**
80992 Muenchen (DE)
• **Ulrich, Markus**
70374 Stuttgart (DE)
• **Hartl, Robert**
85737 Ismaning (DE)

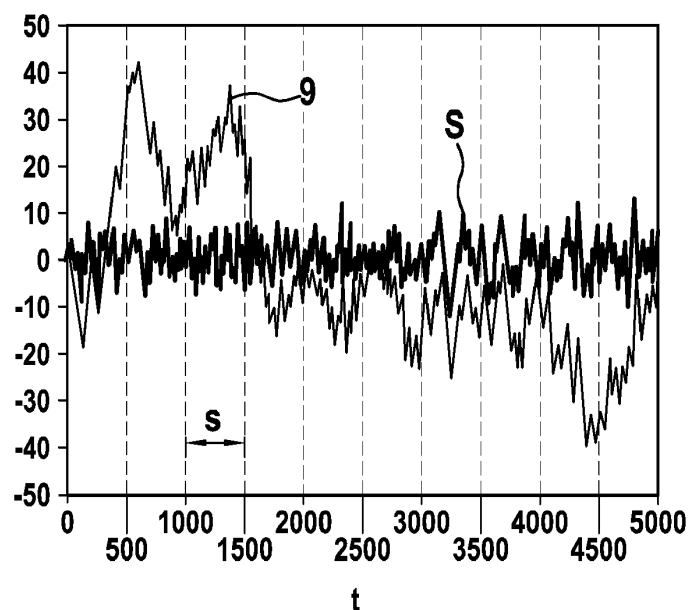
(30) Priorität: **25.05.2020 DE 102020206454**

(54) **VERFAHREN ZUR BRANDERKENNUNG MIT EINEM BRANDMELDER, BRANDMELDER, COMPUTERPROGRAMM UND MASCHINENLESBARES SPEICHERMEDIUM**

(57) Verfahren zur Branderkennung mittels eines Brandmelders 1, wobei der Brandmelder 1 eine Sensoreinrichtung zur Erfassung einer Messgröße und zur Ausgabe eines Messsignals S umfasst, wobei das Messsignal S ein Rauschen und/oder eine Streuung aufweist, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

- Erfassen des Messsignals S der Sensoreinrichtung für ein Auswertzeitintervall,
- Durchführen einer Zeitreihenanalyse für das Messsignal S im Auswertzeitintervall,
- Feststellung eines Brandereignisses basierend auf der Zeitreihenanalyse.

Fig. 2b



EP 3 916 692 A1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Branderkennung mit einem Brandmelder, sowie einen erfindungsgemäß eingerichteten Brandmelder, ein Computerprogramm und ein maschinenlesbares Speichermedium.

[0002] Brandmelder sind häufig als Streulichtbrandmelder ausgebildet, die eine Streulichtstrecke, eine Lichtquelle (z.B. LED) und einen Lichtsensor (z.B. Photodiode) aufweisen. Die Lichtquelle sendet dabei Licht im IR- oder VIS-Bereich aus. Der Lichtsensor ist in einem definierten Winkel zur Abstrahlrichtung der Lichtquelle angeordnet, sodass Licht im Normalfall nicht oder nur in sehr geringem Maße auf den Lichtsensor trifft. Licht wird erst dann von dem Lichtsensor detektiert, wenn Partikel (z.B. Rauch oder Staub) in den optischen Pfad zwischen Lichtquelle und Lichtsensor eintreten und das Licht der Lichtquelle auf den Lichtsensor streuen. Abhängig von dem Signalanstieg wird beispielsweise ein Brand detektiert und als Alarm ausgegeben. Zusätzlich oder alternativ können weitere physikalische Größen, z.B. Temperatur und/oder CO-Gehalt, als Kriterien der Branddetektion genutzt werden.

[0003] Die Druckschrift DE 10 2010 041 693 A1, die wohl den nächstkommenden Stand der Technik bildet, beschreibt ein Verfahren zum Prüfen der Funktionsfähigkeit eines photoelektrischen Rauchmelders mit einem Sendeelement und einem Sensorelement. Zur Prüfung der Funktionsfähigkeit wird das Sendeelement zur Aussendung eines Prüfstrahls angesteuert und von einem Sensorelement als Messsignal erfasst. Das erfasste Messsignal wird mit einem Referenzsignal verglichen und darauf basierend die Funktionsfähigkeit des Rauchmelders, im Speziellen von Sendeelement und Sensorelement bestimmt.

[0004] Die Brandbestimmung mittels solcher Brandmelder basiert auf der Verwendung eines relativ trägen Anstiegs der Messgröße und Überschreiten eines Schwellwerts. Brände werden dadurch oft erst zu einem späten Zeitpunkt detektiert.

[0005] Es ist daher ein Verfahren zur verbesserten Branddetektion mit einem Brandmelder wünschenswert, insbesondere um einen Brand frühzeitig, insbesondere im Entstehungsprozess, zu detektieren und/oder zwischen Brandarten und/oder Brandquellen unterscheiden zu können. Auch eine verbesserte Robustheit gegenüber Störquellen wäre wünschenswert.

Offenbarung der Erfindung

[0006] Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Branderkennung mit einem Brandmelder mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgeschlagen. Ferner werden ein Brandmelder, ein Computerprogramm und ein maschinenlesbares Speichermedium vorgeschlagen. Bevor-

zugte und/oder vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen und der Beschreibung.

[0007] Es wird ein Verfahren zur Branderkennung mit einem Brandmelder vorgeschlagen. Der Brandmelder ist zur Detektion eines Brandes, insbesondere von Rauch, Flammen, Glut und/oder eines Schwelbrands ausgebildet. Der Brandmelder ist vorzugsweise als ein optischer Brandmelder ausgebildet, insbesondere als Rauchmelder mit einem Streulichtdetektor (Streulichtrauchmelder). Streulichtrauchmelder messen mit einem Lichtdetektor das vom Rauch gestreute Licht einer Lichtquelle, wobei der Lichtdetektor so angeordnet ist, dass der Lichtdetektor nur gestreutes Licht aber kein direktes Licht von der Lichtquelle erfassen kann. Lichtdetektor und Lichtquelle sind in einer Messkammer angeordnet, wobei der Rauch in die Messkammer eindringt. Alternativ und/oder ergänzend ist der Brandmelder zur Detektion des Brandes basierend auf einer thermischen Größe, beispielsweise der Temperatur, einer Schwächung, beispielsweise von ionisierender Strahlung, und/oder einer Leitfähigkeit ausgebildet. Im Speziellen kann der Brandmelder eine Kamera zur bildbasierten Branderkennung umfassen.

[0008] Der Brandmelder weist mindestens eine Sensoreinrichtung zur Erfassung einer Messgröße auf. Die Sensoreinrichtung kann eine Lichtdetektionseinrichtung, eine Streulichtdetektionseinrichtung, eine Signalschwächungsdetektionseinrichtung, eine Temperaturdetektionseinrichtung, eine Kohlenmonoxiddetektionseinrichtung und/oder anderweitige Sensoreinrichtung zur Detektion einer physikalischen und/oder chemischen Größe umfassen und/oder bilden. Die Sensoreinrichtung ist ausgebildet eine Messgröße zu erfassen. Die Messgröße ist beispielsweise eine Lichtmenge, eine Temperatur oder eine Schwächung. Die Sensoreinrichtung ist ausgebildet, die Messgröße als Messsignal auszugeben, wobei das Messsignal die Messgröße in gewandelter Form umfassen kann, beispielsweise eine Lichtmenge als Messgröße misst und als Spannungs- und/oder Stromsignal ausgibt.

[0009] Die Sensoreinrichtungen umfasst vorzugsweise eine Lichtquelle und einen Lichtsensor. Lichtquelle und Lichtsensor sind dabei so angeordnet, dass das Licht der Lichtquelle ohne Streuung an Partikeln und/oder Rauch nicht vom Lichtsensor detektiert wird, und erst durch Streuung des von der Lichtquelle emittierten Lichts an Partikeln, Schmutz, Feuchtigkeit und/oder Rauch vom Lichtsensor detektiert wird. Der Lichtsensor ist insbesondere ausgebildet, eine Lichtmenge zu messen und als Messgröße zu erfassen. Die Ausgabe der erfassten Messgröße erfolgt beispielsweise als Spannung und/oder Strom. Die ausgegebene Messgröße bildet insbesondere das Messsignal. Vorzugsweise ist der Lichtsensor als eine Fotodiode ausgebildet. Das Messsignal bildet dabei vorzugsweise die der detektierten Lichtmenge in Millivolt. Die Erfassung der Messgröße durch die Sensoreinrichtungen erfolgt insbesondere kontinuierlich und/oder zyklisch, beispielsweise im Sekundentakt oder

schneller. Das Messsignal umfasst insbesondere die erfasste Messgröße und bildet beispielsweise einen zeitlichen Verlauf der Messgröße.

[0010] Das Messsignal umfasst insbesondere Fluktuationen, Rauschen und/oder eine Streuung. Die Messung der Messgröße ist eine fehlerbehaftete Messung, sodass beispielsweise die Messung einer konstanten Größe auch zu Abweichungen in der erfassten Messgröße führt, wobei diese Abweichungen beispielsweise eine Streubreite, eine Standardabweichung und/oder eine Varianz aufweisen. Die Abweichungen werden insbesondere als Rauschen und/oder Streuung, insbesondere um den realen Messwert und/oder einen Mittelwert, verstanden. Das Rauschen und/oder Streuen ist insbesondere basierend auf elektronischem Rauschen, Messgenauigkeiten und/oder Sensitivität der Sensoreinrichtungen, Schwankungen in Umgebungsparametern und/oder sonstige Fehlerquellen. Das Rauschen und/oder Streuen ist insbesondere ein Abweichen auf kleinen Zeitskalen, insbesondere kleiner als 1 Sekunde. Insbesondere erfolgt das Erfassen der Messgröße mit einer Abtastrate kleiner 1 Sekunde, insbesondere kleiner oder im Bereich des statistischen Rauschens und/oder Streuens. Ferner erfolgt das Erfassen der Messgröße insbesondere in einer Auflösung kleiner 1 V, im speziellen kleiner 1 mV, vorzugsweise in einer Auflösung kleiner dem statistischen und/oder elektronischen Rauschen und/oder Streuens. Im Speziellen kann das Messsignal eine Mehrzahl und/oder eine Überlagerung von unterschiedlichen Rauschens und/oder Streuens sein, beispielsweise ist das Messsignal ein gemessener Mittelwert und/oder realer Wert plus ein erstes Rauschen, beispielsweise elektronisches Rauschen, plus ein zweites Rauschen, beispielsweise Änderung der Umgebungsparameter. Das Messsignal ist vorzugsweise als ein analoges Signal, insbesondere Strom oder Spannungssignal, ausgebildet. Die Fluktuationen basieren vorzugsweise auch auf Veränderungen der Messgröße, beispielsweise bei frischem Entstehen eines Brandes.

[0011] Das Verfahren umfasst das Erfassen des Messsignals der Sensoreinrichtung und/oder das Erfassen mehrerer Messsignale mehrerer Sensoreinrichtungen für und/oder über mindestens ein Auswertzeitintervall. Das Auswertzeitintervall ist insbesondere ausgebildet mindestens 1000, vorzugsweise mindestens 10000 und im Speziellen mindestens 100000 Messpunkte zu umfassen, wobei ein Messpunkt eine zu einem Zeitpunkt erfasste Messgröße beschreibt. Beispielsweise wird das Messsignal für mindestens 5 Minuten, insbesondere mindestens 1 Stunde und im Speziellen mindestens einen Tag erfasst, wobei die zeitliche Auflösung der Messgrößenerfassung beispielsweise kleiner gleich 1 Sekunde und im speziellen kleiner gleich 500 Millisekunden ist. Beispielsweise ist der Lichtsensor seine Fotodiode zur Ausgabe eines Spannungssignals ausgebildet, wobei die Auflösung und/oder Skalenunterteilung des Messsignals kleiner gleich 1 mV ist. Vorzugsweise umfasst das Erfassen des Messsignals eine Speicherung des Mess-

signals insbesondere als Messsignalverlauf.

[0012] Das Verfahren sieht eine Zeitreihenanalyse für das erfasste Messsignal und/oder für die erfassten Messsignale vor. Die Zeitreihenanalyse erfolgt für das Auswertzeitintervall. Zur Zeitreihenanalyse wird beispielsweise das Auswertzeitintervall in Teilintervalle unterteilt, wobei die Teilintervalle insbesondere gleich groß ausgebildet sind. Die Teilintervalle weisen insbesondere eine Teilintervalllänge s auf. Vorzugsweise erfolgt für die Zeitreihenanalyse eine Unterteilung des Zeitintervalls auf unterschiedliche Art, beispielsweise für unterschiedliche Teilintervalllängen. Beispielsweise umfasst die Zeitreihenanalyse hierzu eine Mehrzahl an Teilauswertungen für unterschiedliche Teilintervalle. Die Zeitreihenanalyse kann insbesondere auf bekannten statistischen, mathematischen und/oder stochastischen Methoden und/oder Modellen basieren. Vorzugsweise erfolgt die Zeitreihenanalyse mittels eines Computers und/oder softwareimplementiert. Insbesondere werden durch die Zeitreihenanalyse Analyseparameter bestimmt, berechnet und/oder geschätzt. Die erhaltenen Analyseparameter sind beispielsweise Analyseergebnisse der Zeitreihenanalyse.

[0013] Basierend auf der Zeitreihenanalyse wird ein Brandereignis detektiert und/oder erkannt. Vorzugsweise erfolgt das Erkennen des Brandereignisses basierend auf dem und/oder den erhaltenen Analyseparametern. Zum Beispiel erfolgt eine Bestimmung einer Abweichung des oder der Analyseparameter von einem Sollwert oder Sollbereich, wobei beispielsweise bei einer zu großen Abweichung nach oben und/oder nach unten eine Verschmutzung als detektiert und/oder vorliegend gilt.

[0014] Der Erfindung liegt die Überlegung zugrunde, dass durch Auswertung eines Messsignals in einem Auswertzeitintervall das Erkennen, insbesondere frühzeitige Erkennen eines Brandereignisses, beispielsweise in der Entstehungsphase, möglich ist. Während zur Auswertung und/oder Bestimmung eines Brandes bisher eine aktuelle bzw. zu einem Zeitpunkt vorliegende Bewertung des Betrags des Messwerts herangezogen wurde, kann durch Zeitreihenanalyse eines Messsignals in einem längeren Zeitintervall genauere, bessere und fehlerfreiere Detektion von Bränden ermöglichen.

[0015] Vorzugsweise erfolgt die Zeitreihenanalyse für die Fluktuationen, das Rauschen und/oder die Streuung. Das Verfahren sieht beispielsweise eine Zeitreihenanalyse des Verlaufs und/oder Verhaltens der Fluktuationen, der Streuung und/oder des Rauschens mit der Zeit vor. Dies basiert auf der Überlegung, dass der Mittelwert bzw. Hauptanteil des Messsignals, der bisher zur Brandbestimmung benutzt wurde, schon bei Entstehen eines Brandes mit charakteristischen Fluktuationen behaftet ist. Beispielsweise reicht die Rauchkonzentration noch nicht aus, um einen vorgegebenen Schwellwert zu überschreiben, aber für charakteristische Fluktuationen im Messsignal reicht bereits diese geringe Rauchmenge aus. Durch eine Auswertung und Zeitreihenanalyse dieser kleinen Schwankungen in Form der Fluktuationen,

des Rauschens und/oder der Streuung, können auch geringfügige Änderungen im Entstehungsprozess des Brandes detektiert werden. Beispielsweise wird hierbei detektiert und/oder analysiert, wie sich die Fluktuationen, das Rauschen und/oder die Streuung zeitlich im Auswertzeitintervall verändert. Beispielsweise kann hierzu eine Breite der Fluktuationen, eine Streubreite und/oder Breite des Rauschens bestimmt, analysiert und/oder genutzt werden.

[0016] Das Messsignal setzt sich insbesondere aus einem dominanten Mittelwertanteil, einem langsam veränderlichen Trendanteil und/oder einem quasiperiodischen Trendanteil zusammen. Der Mittelwertanteil entspricht zum Beispiel einer bestimmten Partikelkonzentration, der beispielsweise in einem Brandfall mit einem starken Anstieg reagiert. Der langsame Trendanteil basiert beispielsweise auf einer Verschmutzung, insbesondere in Form von Ablagerung von Staub, Feuchtigkeit oder einer Alterung der Lichtquelle und/oder des Lichtsensors. Als quasiperiodischer Trendanteil wird beispielsweise eine verwirbelte Bildung von Staub, beispielsweise durch Lüften, Anblasen und/oder Thermik verstanden. Insbesondere kann der Mittelwertanteil als Trend ein charakteristisches funktionelles Verhalten im Brandfall aufweisen, zum Beispiel ein exponentieller Anstieg. Das Verfahren sieht dabei beispielsweise vor, dass vor der Zeitreihenanalyse das Messsignal Trendbereinigt wird. Insbesondere kann das Trendbereinigen das Messsignals für das erfasste Messsignal im Auswertzeitintervall nach dem Erfassen des Messsignals erfolgen aber vor der Zeitreihenanalyse. Der Trend kann beispielsweise ein linearer, ein exponentieller, ein quadratischer oder beliebiger polynomialer Trend sein. Die Zeitreihenanalyse erfolgt dabei für das trendbereinigte Messsignal. Im Speziellen kann die Trendbereinigung auch während der eigentlichen Zeitreihenanalyse erfolgen, wobei hierzu das Messsignal des Auswertzeitintervalls in die Teilintervalle unterteilt wird und die Trendbereinigung für die jeweiligen Teilintervalle erfolgt, wobei die weitere eigentliche Zeitreihenanalyse, insbesondere der Fluktuationen, des Rauschens und/oder der Streuung, für und/oder in den trendbereinigten Teilintervallen erfolgt. Dieser Ausgestaltung liegt die Überlegung zugrunde, dass manche Zeitreihenanalysen, insbesondere statistische, stochastische und/oder mathematische Verfahren, nicht für trendbehaftete Größen, Signale und/oder Verläufe möglich sind.

[0017] Die Trendbereinigung basiert vorzugsweise auf einem parameterfreien Verfahren, beispielsweise einer Empirischen-Moden-Dekomposition (EMD), einer Hilbert-Huang-Transformation und/oder einer Spline-Approximation. Alternativ und/oder ergänzend kann die Trendbereinigung auf einem numerischen und/oder analytischen Verfahren und/oder Fit basieren. Beispielsweise kann der analytische Zusammenhang des Trends, z.B. basierend auf einer physikalischen Gesetzmäßigkeit, bekannt sein und genutzt werden, das Messsignal vom Trend zu bereinigen. Insbesondere entsteht so ein trend-

bereinigtes Messsignal das im Wesentlichen um einen konstanten Mittelwert, z.B. Null, fluktuiert, wobei die Zeitreihenanalyse diese Fluktuationen auswertet.

[0018] Insbesondere ist die Zeitreihenanalyse als eine Fluktuationsanalyse ausgebildet. Im Speziellen ist die Fluktuationsanalyse ausgebildet, eine Zeitreihe und/oder Messreihe, hier das Messsignal, mathematisch zu analysieren und insbesondere eine Korrelation, im Speziellen Langzeitkorrelation, zu bestimmen und/oder zu quantifizieren. Die Zeitreihenanalyse, im Speziellen die Fluktuationsanalyse, kann analytisch und/oder numerisch umgesetzt werden. Die Fluktuationsanalyse kann für Autokorrelationen und/oder Kreuzkorrelationen bestimmt werden. Dieser Ausgestaltung liegt die Überlegung zugrunde, dass Änderungen des Messsignals im Entstehen des Brandes nicht notwendigerweise sofort mit einer Veränderung des Mittelwerts einhergehen müssen, sondern auch eine langsame Veränderung bewirken, die lange Zeit unbemerkt bleiben. Aus diesem Grund kann beispielsweise eine Korrelation des Messsignals, insbesondere der Fluktuationen, des Rauschens und/oder der Streuung bewertet werden und zur frühzeitigen Branddetektion herangezogen werden. Kleinste Veränderungen im Messsignal, welche noch keine Auswirkung auf den Mittelwert haben, können sich schon in den Fluktuationen, in der Streuung und/oder im Rauschen manifestieren, wobei neben der Rauschbreite insbesondere die Korrelation ein empfindliches Maß für die Veränderungen ist und somit Veränderungen auf kleinster Skala frühzeitig feststellen kann.

[0019] Besonders bevorzugt ist es daher, dass die Zeitreihenanalyse eine Korrelationsanalyse und/oder eine Autokorrelationsanalyse umfasst. Durch die Feststellung von Korrelationen im Messsignal können physikalisch relevante Informationen über Prozesse, Brände, Rauch, Staub, physikalische und/oder chemische Vorgänge in einer Umgebung des Brandmelders frühzeitig detektiert werden ohne den langsamen Trend und/oder eine zeitverzögerte Reaktion im Mittelwert des Messsignals abwarten zu müssen. Es wird somit ein Verfahren bereitgestellt, das frühzeitig Brandereignisse detektieren und feststellen kann. Insbesondere werden durch die Zeitreihenanalyse auch Prozesse als Brandereignisse ausgeschlossen, die ein anderes Korrelationsverhalten aufweisen als Brandereignisse. Es wird somit auch ein Verfahren für das Feststellen eines Brandereignisses bereitgestellt, das resistent gegen Fehldetektionen und/oder Fehlalarme ist.

[0020] Vorzugsweise umfasst die Zeitreihenanalyse eine Hurst-Analyse. Mittels der Hurst-Analyse wird als Analyseparameter, beispielsweise ein Exponent H , der sogenannte Hurst-Exponent, bestimmt. Beispielsweise wird hierzu als Zeitreihenanalyse eine Hurst-R/S-Analyse durchgeführt. Hierzu wird beispielsweise für das in Teilintervalle mit einer Teilintervalllänge (s) zerteilte Auswertzeitintervall der Range (R) der kumulierten und gegebenenfalls mittelwertbereinigten Zeitreihe, hier das Messsignal, ermittelt und ins Verhältnis zur Standardab-

weichung (S) der nicht kumulierten Zeitreihe gesetzt, so dass R/S ermittelt wird. Durch Wahl unterschiedlicher Beobachtungslängen (Teilintervalllänge s) für die Teilintervalle kann ein funktioneller Zusammenhang von R/S in Abhängigkeit der Beobachtungslänge s bestimmt werden. Der funktionelle Zusammenhang wird insbesondere als Potenzgesetz $R/S \sim s^H$ ausgewertet und H als Hurst-Exponent bestimmt. Vorzugsweise wird zur Bestimmung des Brandereignisses eine Abweichung des Hurst-Exponenten von einem oder mehreren Referenzwerten herangezogen. Beispielsweise wird ein erster, ein zweiter und dritter Referenzwert festgelegt, wobei der erste Referenzwert zum Beispiel $C_1=1,5$, der zweite Referenzwert $C_2=1,0$ und der dritte Referenzwert $C_3=0,5$ ist. Im Speziellen kann zur Detektion verwendet werden: $H > C_1$ ist Schwelbrand, $C_2 < H < C_1$ ist offenes Feuer, $C_3 < H < C_2$ ist Braten/Frittieren und $H < C_3$ ist Wasserdampf.

[0021] Der Hurst-Exponent ist insbesondere auf den Bereich $0 < H < 1$ beschränkt! Die Hurst R/S-Analyse kann im Speziellen nur bei streng stationären Reihen angewendet werden. Kleinste Instationaritäten / Trends (z.B. insbesondere bei einem Signalanstieg im Falle eines Brandes) verfälschen den Hurst Exponenten. Im Falle instationärer Reihen bleibt der Exponent quasi bei $H=1$. Die DFA hingegen ist auch für trendbehaftete sowie instationäre Reihen geeignet. Hier kann der Korrelations-exponent α (der im stationären Fall äquivalent zum Hurst-Exponent H ist) auch Werte größer 1 anzeigen, z.B. wenn anstatt eines trendbehafteten Rauschens (z.B. eines sog. fraktionellen Gauss'schen Rauschens) eigentlich eine Bewegung (z.B. eine sog. fraktionale Brownsche Bewegung) stattfindet. In diesem Fall spricht man davon, dass die Reihe unbeschränkt ist. Je nach Art des Ereignisses (z.B. einem Brand) kann unter Umständen auch ein solcher Fall auftreten, so dass es hier beispielsweise zweckmäßig ist, eine DFA durchzuführen und den Korrelationsexponenten α heranzuziehen. Es kann zweckmäßig sein, auch eine multifraktale DFA (MF-DFA) mit einem variierbaren statistischen Moment q durchzuführen und eine ggf. vorliegende Multifraktalität als weiteres Merkmal mit zu berücksichtigen, was z.B. vorliegt, wenn α signifikant vom statistischen Moment q abhängt. Eine Multifraktalität wird insbesondere über eine MF-DFA und statt über eine Hurst R/S-Analyse untersucht, auch wenn $\alpha(q)$ in der Literatur bisweilen auch als "verallgemeinerter" Hurst-Exponent $H(q)$ bezeichnet wird. Der multifraktale Korrelationsexponent $\alpha(q)$ kann, muss aber nicht zwingend zwischen $0 < \alpha(q) < 1$ liegen, sondern kann gegenüber dem Exponenten aus der Hurst-Analyse auch über 1 liegen. Im Falle einer instationären Reihe, wie z. B. einer fraktionellen Brownschen Bewegung (fBm) kann eine Hurst R/S-Analyse (nach ggf. vorheriger Trendbereinigung) auf der inkrementellen Reihe angewendet werden (die inkrementelle Reihe entspricht einfach der Ableitung der Originalreihe, also $x_i \leftarrow x_i - x_{i-1}$). Liegt z.B. der Fall $\alpha=1,7$ vor, also eine positiv korrelierte fraktionale Brownsche Bewegung, z.B. im Falle einer Superdiffusion, so ist der korrespondierende Korrelationsexponent

der inkrementellen Reihe gerade $\alpha' = 1 - \alpha = 0,7$. Dies kann z.B. genutzt werden um zu prüfen, ob wirklich eine fraktionale Brownsche Bewegung vorliegt. Ist die Reihe vor der Inkrementierung vollständig von Trends bereinigt worden und führt man z.B. an dieser bereinigten inkrementellen Reihe eine Hurst R/S-Analyse durch, so gilt in diesem Falle für die inkrementelle Reihe auch $\alpha' = H$. Dies kann als zweite Validierungsmöglichkeit herangezogen werden. Im zeitlichen Bereich der Branderkennung, d.h. wenn sich das Signal noch nicht signifikant über den Ruhemittelwert hinausbewegt hat, kann eine Hurst R/S-Analyse im Speziellen ausreichend sein, um ein Ereignis frühzeitig zu erkennen, sprich Veränderungen im Korrelationsverhalten des vermeintlichen Grundrauschens zu erkennen. Sobald das Signal hingegen stark ansteigt (in der Phase der Brandklassifikation), kann neben die dem Anstieg/Trend überlagerte Fluktuation entweder ein fraktionelles Gauss'sches Rauschen mit $0 < \alpha \leq 1$ oder eine fraktionale Brownsche Bewegung $\alpha > 1$ sein.

[0022] Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Zeitreihenanalyse eine Mehrzahl an Einzelzeitreihenanalysen umfasst. Die Einzelzeitreihenanalysen sind insbesondere Zeitreihenanalysen basierend auf unterschiedlichen statistischen Momenten. Beispielsweise werden einzelne Fluktuation-, Korrelations-, Autokorrelations- und/oder Hurst-Analysen für unterschiedliche statistische Momente q durchgeführt. Wie oben erläutert, bezieht sich die Anhängigkeit des Korrelationsexponenten vom statistischen Moment insbesondere auf die multifraktale DFA. Für die üblich verwendete Varianz und Standardabweichung beträgt das statistische Moment zum Beispiel $q=2$. Vorzugsweise werden als statistische Momente ganzzahlige Werte zwischen -10 und 10 verwendet. Zum Beispiel werden für die unterschiedlichen statistischen Momente die Hurst Exponenten H als $H(q)$ bestimmt. Eine solche Analyse wird insbesondere als Multifraktale Spektrum bezeichnet. Insbesondere basiert die Verschmutzungsbestimmung und/oder Betriebsbereitschaftsbestimmung auf einer Auswertung des funktionalen Zusammenhangs von $H(q)$.

[0023] Besonders bevorzugt ist es, dass die Zeitreihenanalyse umfasst und/oder basiert auf einer Autokorrelationsfunktion eine Fourier Transformation des Messsignals einer trendbereinigten Fluktuationsanalyse (DFA, Detrended Fluctuation Analysis) und/oder einer multifraktalen trendbereinigten Fluktuationsanalyse (MF-DFA, Multifractal Detrended Fluctuation Analysis).

[0024] Insbesondere wird mittels der Zeitreihenanalyse mindestens ein Analyseparameter bestimmt, wobei in einer Ausgestaltung mindestens einer der Analyseparameter einen Skalenparameter bildet und/oder beschreibt. Beispielsweise wird basierend auf dem Analyseparameter insbesondere dem Skalenparameter zwischen Brandarten, wie offenes Feuer und Schwelbrand, und/oder zwischen Störgrößen, wie Wasserdampf, Fett, Staub und/oder Zigarettenrauch, und/oder zwischen Brandarten und Störgrößen unterschieden.

[0025] Eine Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor,

dass das Messsignal für eine Mehrzahl an Auswertzeitintervallen erfasst wird, beispielsweise mindestens zweimal, vorzugsweise mindestens zehnmal und im Speziellen mindestens 100-mal. Die Auswertzeitintervalle sind vorzugsweise bündig aneinander angeschlossen, beispielsweise das nach Beendigung des ersten Auswertzeitintervalls das nächste Auswertzeitintervall direkt anschließt, alternativ können die Auswertzeitintervalle Überlappungen aufweisen oder überlappungsfrei ausgebildet sein, sodass beispielsweise zwischen zwei Auswertzeitintervallen eine Pause der Erfassung vorliegt. Die einzelnen Auswertzeitintervalle werden mittels der Zeitreihenanalyse ausgewertet. Für die erfassten Messsignale der Mehrzahl an Auswertzeitintervallen wird jeweils die Zeitreihenanalyse, insbesondere die Bestimmung des Hurst-Exponenten und/oder der Analyseparameter, durchgeführt. Beispielsweise werden die Analyseparameter und/oder Hurst-Parameter verglichen. Alternativ und/oder ergänzend wird ein zeitlicher Verlauf, eine Veränderung, eine Korrelation oder ein funktioneller Zusammenhang für die Hurst-Exponenten und/oder Analyseparameter bestimmt, wobei die Bestimmung des Brandereignisses vorzugsweise auf dem Vergleich, der Bestimmung und/oder Auswertung basiert.

[0026] Vorzugsweise basieren die Auswertzeitintervalle auf einem Rolling Window. Rolling Window wird teilweise auch als sliding window bezeichnet. Das Rolling Window weist dabei beispielsweise eine feste Intervalllänge, insbesondere die Auswertzeitintervalllänge, auf, wobei zur Bestimmung der Mehrzahl an Auswertzeitintervallen das Rolling Window verschoben wird, wobei das Verschieben ein zeitliches Verschieben des Erfassungsstandpunktes darstellt. Das Verschieben des Rolling Window kann kontinuierlich erfolgen oder diskret, beispielsweise mit einem Zeitversatz gleich der Auswertzeitintervalllänge.

[0027] Optional wird basierend auf der Zeitreihenanalyse des Messsignals eine Zusatzumgebungsgröße bestimmt. Die Zusatzumgebungsgröße ist beispielsweise eine Größe und/oder Bewertung der Umgebung des Brandmelders, beispielsweise der Luft, der Temperatur und/oder Lichtverhältnisse. Beispielsweise wird als Zusatzumgebungsgröße eine Luftqualität und/oder Luftströmung bestimmt. Die Luftqualität kann beispielsweise einen Kohlenmonoxidgehalt, einen Kohlendioxidgehalt und/oder eine Stabubbelastung beschreiben. Die Luftströmung kann beispielsweise einen Luftzug beschreiben. Dieser Ausgestaltung liegt die Überlegung zu Grunde, dass zum Beispiel Staubpartikel im und/oder um den Brandmelder zu Fluktuationen im Messsignal führen, wobei mittels Zeitreihenanalyse diese Fluktuationen als Charakteristika zur Bewertung der Luftqualität herangezogen werden können.

[0028] Einen weiteren Gegenstand der Erfindung bildet ein Brandmelder zur Detektion eines Brandereignisses, insbesondere eines Brandes und/oder von Rauch. Der Brandmelder weist eine Sensoreinrichtung zur Er-

fassung einer Messgröße und zur Ausgabe eines Messsignals auf. Der Brandmelder weist eine Auswerteeinheit auf, wobei diese softwaretechnisch oder hardwaretechnisch ausgebildet sein kann. Die Auswerteeinheit ist insbesondere eingerichtet und/oder ausgebildet, das vorher beschriebene Verfahren auszuführen und/oder durchzuführen. Die Auswerteeinheit ist ausgebildet, das Messsignal für das Auswertzeitintervall zu erfassen, in einer speziellen Ausgestaltung für eine Mehrzahl an Auswertzeitintervallen, zu erfassen. Für das und/oder für die Auswertzeitintervalle ist die Auswerteeinheit ausgebildet, die Zeitreihenanalyse durchzuführen. Basierend auf den Ergebnissen, beispielsweise dem Analyseparameter und im Speziellen dem Hurst-Exponenten, wird von der Auswerteeinheit ein Brandereignis bestimmt.

[0029] Einen weiteren Gegenstand der Erfindung bildet ein Computerprogramm zur Ausführung auf einem Computer und/oder dem Brandmelder wie vorher beschrieben. Insbesondere umfasst das Computerprogramm und/oder basiert das Computerprogramm auf einem Programmcode mit Programmcodemitteln. Das Computerprogramm ist ausgebildet, bei Ausführung auf dem Computer und/oder dem Brandmelder die Schritte des Verfahrens wie vorher beschrieben durchzuführen. Insbesondere ist das Computerprogramm im Brandmelder implementiert, im Speziellen in der Auswerteeinheit, sodass die Auswerteeinheit mittels Durchführung des Computerprogramms und damit des Verfahrens das Brandereignis detektiert.

[0030] Einen weiteren Gegenstand der Erfindung bildet ein maschinenlesbares Speichermedium, beispielsweise eine DVD, CD, Diskette oder anderweitig Restspeichermedium. Auf dem Speichermedium ist das Computerprogramm, insbesondere der Programmcode und/oder die Programmcodemittel, gespeichert.

[0031] Weitere Vorteile, Ausgestaltungen und Wirkungen ergeben sich aus den beigefügten Figuren und deren Beschreibung. Dabei zeigen:

Figuren 1a, b einen Brandmelder in unterschiedlichen Zuständen;

Figur 2a, b, c, d Messsignal und Beispiel einer Zeitreihenanalyse;

Figuren 3a, b Beispiel eines realen Messsignals und Analyseparameter;

Figuren 4a, b, c beispielhafte Branderkennung mittels Zeitreihenanalyse;

Figuren 5a, b, c, d Beispiel einer Branderkennung mittels Rolling Window.

[0032] Die Figuren 1a und b zeigen ein Ausführungsbeispiel eines als photoelektrischen Brandmelders 1. Der Brandmelder 1 ist zur Montage an einer Decke 2 ausgebildet. Der Brandmelder 1 umfasst eine Sensoreinrich-

tung, wobei die Sensoreinrichtung eine Lichtquelle 3 und einen Lichtdetektor 4 umfasst. Ferner weist der Brandmelder 1 einen Messkanal 5 auf, wobei der Messkanal 5 auch als Streulichtstrecke und/oder Rauchkammer bezeichnet wird. Der Lichtdetektor 4 ist ausgebildet, einfal-
lendes Licht als Messgröße zu detektieren und als Mess-
signal ein Spannungssignal auszugeben.

[0033] Der Brandmelder 1 in Figur 1a zeigt den Brand-
melder 1 in einem Normalzustand, auch Ruhezustand
genannt. Der Normalzustand wird als Zustand des
Brandmelders in einem voll funktionsfähigen Zustand ohne
Rauch und/oder Brand, Verschmutzung, Staub und/oder
Feuchtigkeit. Die Lichtquelle 3 und Lichtdetektor 4 sind
in einer gemeinsamen Ebene beispielsweise (Anm.: die Ebene
kann auch anders verlaufen) gleichgerichtet zur Decke 2
angeordnet. Die Lichtquelle 3, beispielsweise eine LED,
strahlt Licht, insbesondere IR-Strahlung und/oder sichtbares
Licht, ab. Die Abstrahlung kann insbesondere gerichtet oder
sphärisch erfolgen. Das von der Lichtquelle 3 emittierte
Licht kann in Richtung des Lichtdetektors 4 durch einen
Strahlengang 6 beschrieben werden. Im vorliegenden Zustand
wird vom Lichtdetektor 3 kein von der Lichtquelle 3
emittiertes Licht detektiert, da sich der normale
Strahlengang 6 nicht zum Detektor erstreckt. Eine
Detektion könnte nur erfolgen, wenn das emittierte
Licht zum Lichtdetektor 4 gestreut wird. Da in diesem
Zustand keine Partikel, z.B. Rauch oder Schmutz,
vorliegen, die das Licht in den Lichtdetektor 4 streuen
könnten, wird vom Lichtdetektor 4 kein Licht
detektiert. Das Messsignal ist hierbei eine Spannung
um einen Mittelnullwert, z.B. 0 mV oder 0 mV plus
einem Offset, wobei das Messsignal eine Streuung
und/oder Rauschen um den Mittelnullwert aufweist.

[0034] Figur 1b zeigt den Brandmelder 1 aus Figur 1a
bei Vorliegen eines Brandes. Im Messkanal 5 ist nun
Rauch 7 eingedrungen. Der Rauch 7 umfasst insbesondere
Partikel und weist reflektierende Eigenschaften auf.
Das von der Lichtquelle 3 emittierte Licht wird im
Messkanal 5 vom Rauch 7 gestreut, wobei ein Teil des
gestreuten Lichts einem erweiterten Strahlengang 8 zum
Lichtdetektor 4 folgt. Das gestreute Licht wird vom
Lichtdetektor 4 detektiert und als Messgröße bzw.
Messsignal ausgegeben, wobei das Messsignal vom
Mittelnullwert deutlich abweicht. Basierend auf dem
Messsignal wird schließlich der Brand detektiert.

[0035] Die Figuren 2a - d zeigen beispielhaft das
Prinzip einer trendbereinigten Fluktuationsanalyse eines
Messsignals S. Das Messsignal S weist Fluktuationen
auf und schwankt bzw. rauscht damit um den Wert $S=0$,
dem Mittelnullwert des vorliegenden Messsignals S.
Obwohl dem Rauschen an sich kein eigentlicher Trend
oder Verlauf anzusehen ist, kann durch Zeitreihenanalyse
des Signals, insbesondere der Fluktuationen und des
Rauschens, eine frühzeitige Branderkennung erfolgen.
Während zum starken Anstieg des Mittelwerts des
Messsignals S eine Mindestmenge an Rauch zur
Streuung des Lichts benötigt wird, können bereits
kleinste Rauchmengen bei der Entstehung des Brandes
und/oder bei einem

Schwelbrand zu merklichen Fluktuationen im
Messsignal führen. Durch Auswertung der
Fluktuationen mittels der Zeitreihenanalyse können
so Brände frühzeitig erkannt werden.

[0036] Neben dem eigentlichen Messsignal S ist in
Figur 6a auch eine kumulierte Reihe 9 dargestellt.
Die kumulierte Reihe 9 ergibt sich wie bei einer
klassischen Hurst-Analyse durch sukzessives
aufsummieren der Zeitreihe, wobei die Zeitreihe
das Messsignal S bildet.

[0037] Die Figuren 2b und 2c zeigen die ebenfalls
das Messsignal S und die kumulierte Reihe 9. Nun
wird das Analysezeitintervall in gleichgroße
Segmente (Teilintervalle) der Länge s geteilt.
Für die Zeitreihenanalyse wird das
Analysezeitintervall jeweils auf unterschiedliche
Art geteilt, wobei sich die Arten in der gewählten
Länge s unterscheiden. Figur 2b zeigt eine
Unterteilung in kleinere Teilintervalle, also
kleinere Längen s, als die in Figur 2c
gezeigte Unterteilung. In jedem Segment wird
nun an die Zeitreihe ein Polynom n-ten Grades
angepasst und von der kumulierten Reihe
abgezogen. Von dem so erhaltenen Residuum
wird nun die Varianz in jedem Segment
ermittelt und über die Anzahl der Segmente
gemittelt. Von dieser gemittelten Varianz wird
nun die Wurzel gezogen (Standartabweichungs-
bildung). Das Ergebnis wird beispielsweise
als Fluktuationsparameter $F(s)$ bezeichnet.

[0038] Dies wird für die unterschiedlichen
Längen s durchgeführt und anschließend der
funktionelle Zusammenhang der Form
 $F(s)=\text{Const.}_1 \cdot s^\alpha + \text{const.}_2$ bestimmt,
wobei α im Wesentlichen dem Hurst-Exponenten
entspricht. Eine logarithmische Auftragung ist
in Figur 2d gezeigt, wobei α die Steigung der
Geraden beschreibt. Die unterschiedlichen
Geraden entsprechen unterschiedlichen
Ordnungen n des Fit-Polynoms.

[0039] Figur 3a zeigt eine beispielhafte
Zeitreihenanalyse eines realen Messsignals S
ausgegeben von einem Brandmelder 1. Das
Messsignal weist als Trend einen Anstieg auf,
der beispielsweise durch Rauch eines
entstehenden Brandes hervorgerufen wird.
Während übliche Brandmelder beispielsweise
warten, bis das Messsignal einen Schwellwert
überschritten hat, kann gemäß dem
Verfahren bereits vorher ein Brand detektiert
werden. Hierzu wird für das Messsignal eine
Zeitreihenanalyse, insbesondere trendbereinigte
Fluktuationsanalyse durchgeführt.

[0040] Das Ergebnis für einige
Fluktuationsanalysen ist in Figur 3b
gezeigt. Die Fluktuationsanalysen basieren
auf Trendbereinigung mit unterschiedlichen
Polynomgraden n des Fitpolynoms. Aus
diesem Zusammenhang wird beispielsweise
als Analyseparameter der Hurst-Exponent
H, hier als Skalenparameter α aufgefasst,
bestimmt werden. Basierend auf dem
Skalenparameter α wird auf einen Brand
geschlossen und/oder zwischen Brandarten
diskriminiert.

[0041] Figuren 4a, b, c zeigen schematisch
eine Zeitreihenanalyse des Messsignals S in
einer Rolling Window Analyse. Figur 6a
zeigt den Verlauf eines Brandereignisses Z
als zeitlichen Verlauf. Das Brandereignis

setzt schlagartig zu einem Zeitpunkt t_0 ein. Figur 4b zeigt das zugehörige Messsignal S des Brandmelders 1 im gleichen Zeitraum. Das Messsignal ändert sich anders als das Brandereignis Z nicht schlagartig bei t_0 , sondern antwortet zeitverzögert mit τ_1 . Erst nach $t_0 + \tau_1$ übersteigt das Messsignal S , bzw. dessen Mittelwert den Schwellwert X . Figur 4c zeigt den Analyseparameter α , beispielsweise den Hurst-Exponenten. Eine Veränderung des Analyseparameter α stellt man bereits nach einer Zeitverzögerung τ_2 fest, wobei $\tau_2 \ll \tau_1$. Durch Zeitreihenanalyse ist somit eine frühzeitigere Branderkennung möglich.

[0042] Figuren 5a-d zeigen beispielhaft eine Zeitreihenanalyse des Messsignals S basierend auf einem Rolling Window. Das Messsignal S in 5a basiert z.B. auf der Entstehung eines Schmelbrandes zum Zeitpunkt t_0 . Wie in zu Figuren 4 erläutert reagiert das Messsignal S bzw. dessen Mittelwert erst zeitverzögert mit einem Anstieg.

[0043] Figur 5b zeigt das trendbereinigte Messsignal S^* für das Messsignal S aus Figur 5a. Dieses bildet nun im Wesentlichen eine Fluktuation um einen konstanten Wert, hier $S=125$. Die Zeitreihenanalyse wird für das trendbereinigte Messsignal S^* durchgeführt. Hierzu wird das Verfahren des Rolling Window angewendet, wobei ein Analysezeitintervall als "Zeitfenster" zeitlich verschoben 11 wird. Ein erstes Analysezeitintervall A_1 und ein zweites Analysezeitintervall A_2 dargestellt sind. Die Analysezeitintervalle A_1 , A_2 gleich lang ausgebildet und lediglich zeitlich versetzt. Zur weiteren Analyse wird das Analysezeitintervall A_2 weiter zeitlich verschoben.

[0044] Die Figuren 5c und 5d zeigen die Analyseparameter für die Zeitreihenanalysen, wobei Figur 5c die Analyseparameter α für das Analysezeitintervall A_1 zeigt und Figur 5d die Analyseparameter α für das Analysezeitintervall A_2 zeigt. Der Analyseparameter α unterscheiden sich für die beiden Analysezeitintervalle A_1 , A_2 signifikant, wobei z.B. wie in der schematischen Darstellung gezeigt, $\alpha = 0,56$ für A_1 und $\alpha = 0,68$ für A_2 ist. Basierend auf den Analyseparameter α bzw. der Zeitreihenanalyse ist eine Brandbestimmung bereits möglich, bevor der Mittelwert des Messsignals wie in Figur 5a einen Schwellwert X überschreitet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Branderkennung mit einem Brandmelder (1),
wobei der Brandmelder (1) eine Sensoreinrichtung zur Erfassung einer Messgröße und zur Ausgabe eines Messsignals (S) umfasst, wobei das Messsignal (S) Fluktuationen, Rauschen und/oder Streuung aufweist,
wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:
- Erfassen des Messsignals (S) der Sensoreinrichtung für ein Auswertzeitintervall,
- Durchführen einer Zeitreihenanalyse für das

Messsignal (S) im Auswertzeitintervall,
- Erkennung eines Brandereignisses basierend auf der Zeitreihenanalyse.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zeitreihenanalyse für die Fluktuationen, das Rauschen und/oder die Streuung durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Messsignal (S) einen dominanten Mittelwertanteil, einen langsamen Trendanteil und/oder einen quasiperiodischen Trendanteil aufweist, wobei vor Zeitreihenanalyse das Messsignal (S) trendbereinigt wird, wobei die Zeitreihenanalyse für das trendbereinigte Messsignal durchgeführt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trendbereinigung auf einer Empirischen-Moden-Dekomposition, einer Hilbert-Huang-Transformation und/oder einer Spline-Approximation basiert.
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zeitreihenanalyse eine Fluktuationsanalyse, eine Korrelations- und/oder Autokorrelationsanalyse umfasst und/oder bildet.
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zeitreihenanalyse eine Hurst-Analyse und/oder trendbereinigte Fluktuationsanalyse (DFA) oder eine multifraktale DFA (MF-DFA) mit einem multifraktalen Exponenten $a(q)$ umfasst und/oder bildet.
7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zeitreihenanalyse eine Mehrzahl an Einzelzeitreihenanalysen umfasst, wobei die Einzelzeitreihenanalysen auf unterschiedlichen statistischen Momenten basieren und/oder unterschiedlichen Graden eines Polynom-fits basieren
8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der Zeitreihenanalyse mindestens ein Analyseparameter bestimmt wird, wobei mindestens einer der Analyseparameter einen Skalenparameter α beschreibt, wobei basierend auf dem Skalenparameter α zwischen Brand und Störung und/oder zwischen Brandarten und/oder Störungsarten unterschieden wird.
9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Messsignals (S) der Sensoreinrichtung für eine Mehrzahl an Auswertzeitintervallen (A_1 , A_2) erfasst wird, wobei für die

Messsignale (S) der Auswertezeitintervalle (A_1 , A_2) jeweils die Zeitreihenanalyse durchgeführt wird, wobei basierend auf einem Vergleich der Mehrzahl an Zeitreihenanalysen das Brandereignis bestimmt wird.

5

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mehrzahl an Auswertezeitintervallen (A_1 , A_2) auf einem Rolling Window basieren.

10

11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** basierend auf der Zeitreihenanalyse eine Unterscheidung der Brandarten Schwelbrand, offenes Feuer und/oder Verpuffung erfolgt.

15

12. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** basierend auf der Zeitreihenanalyse eine Zusatzumgebungsgröße, insbesondere eine Luftqualität, bestimmt wird.

20

13. Brandmelder (1) zur Detektion eines Brandereignisses, eines Brandes und/oder von Rauch basierend auf einer Messgröße und/oder einem Messsignal (S), wobei der Brandmelder (1) eine Sensoreinrichtung zur Erfassung der Messgröße und zur Ausgabe des Messsignals (S) umfasst, wobei das Messsignal (S) Fluktuationen, Rauschen und/oder Streuung aufweist, mit einer Auswerteeinheit, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Auswerteeinheit ausgebildet ist, das Messsignal (S) für ein Auswertezeitintervall zu erfassen, eine Zeitreihenanalyse des Messsignals (S) im Auswertezeitintervall durchzuführen und basierend auf der Zeitreihenanalyse ein Brandereignis zu bestimmen.

25

30

35

14. Computerprogramm zur Ausführung auf einem Computer und/oder dem Brandmelder (1) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Computerprogramm ausgebildet ist, bei Ausführung auf dem Computer und/oder dem Brandmelder (1) die Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12 durchzuführen.

40

45

15. Maschinenlesbares Speichermedium, insbesondere nichtflüchtiges maschinenlesbares Speichermedium, auf dem das Computerprogramm nach Anspruch 14 gespeichert ist.

50

55

Fig. 1a

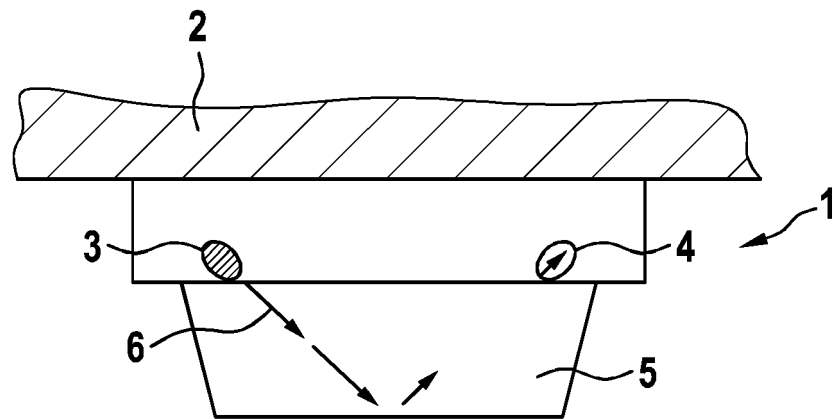


Fig. 1b

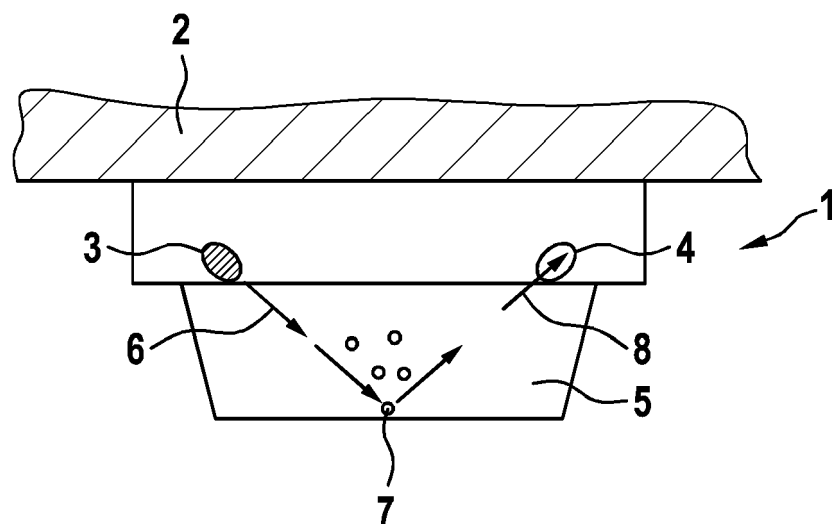


Fig. 2a

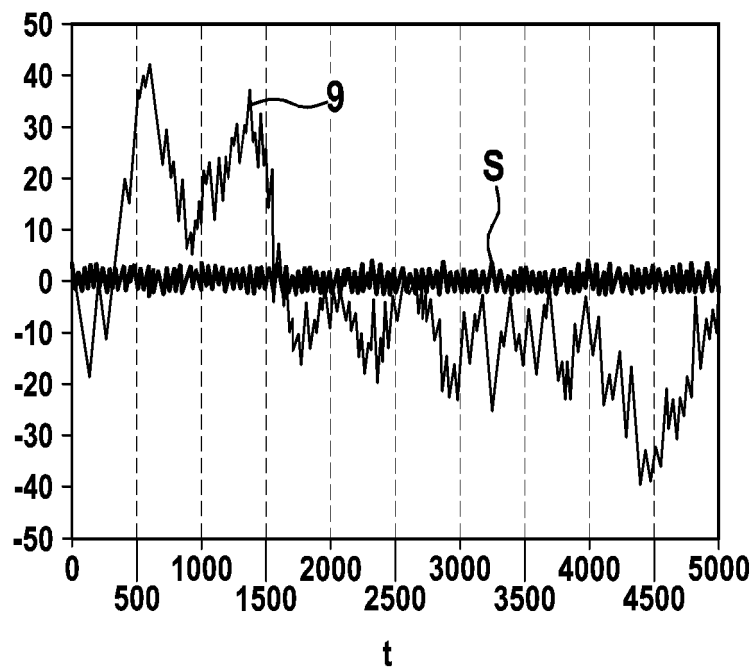


Fig. 2b

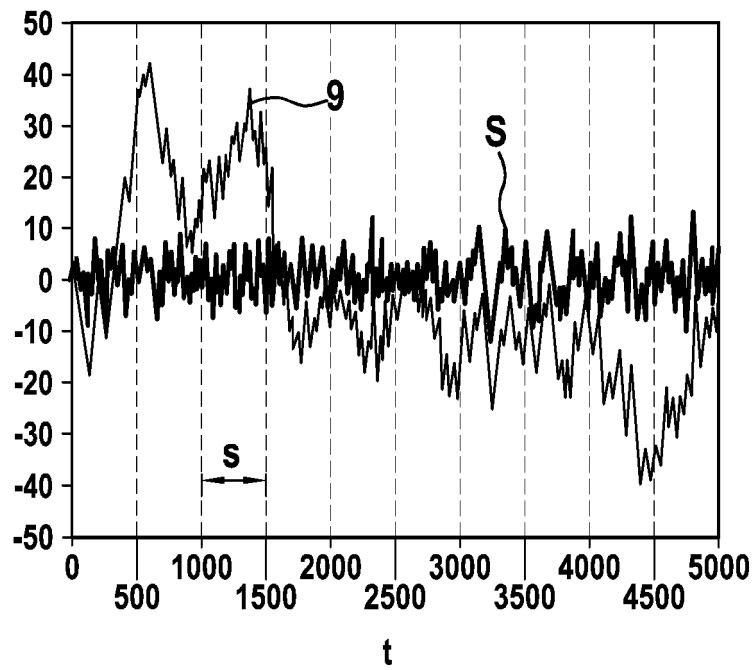


Fig. 2c

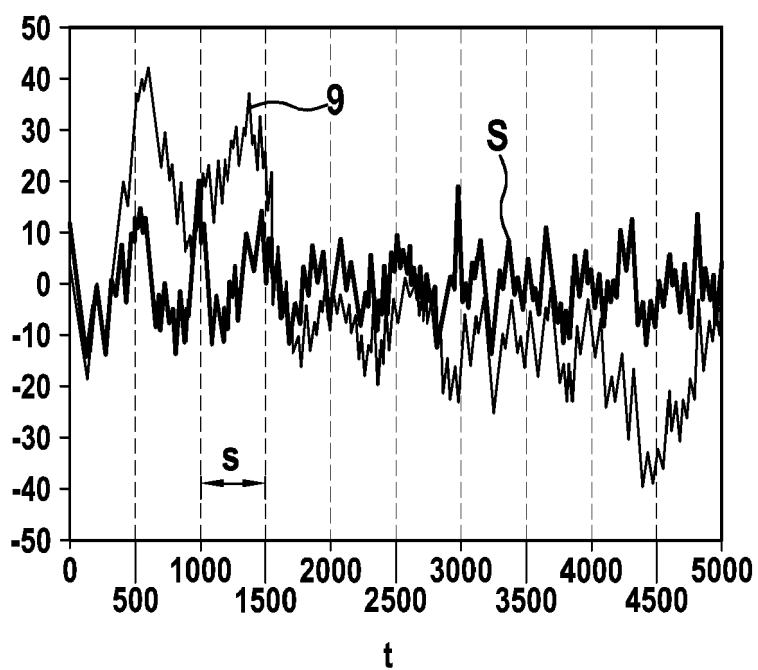


Fig. 2d

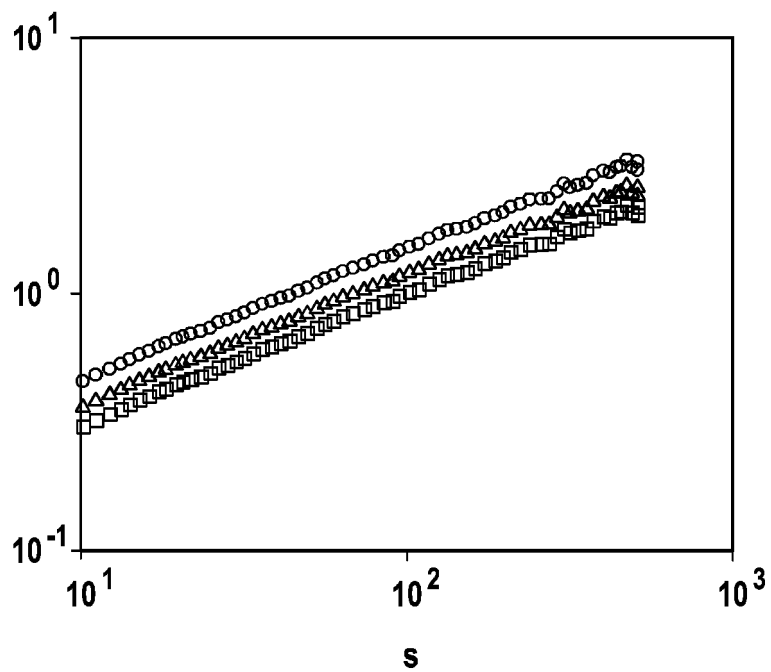


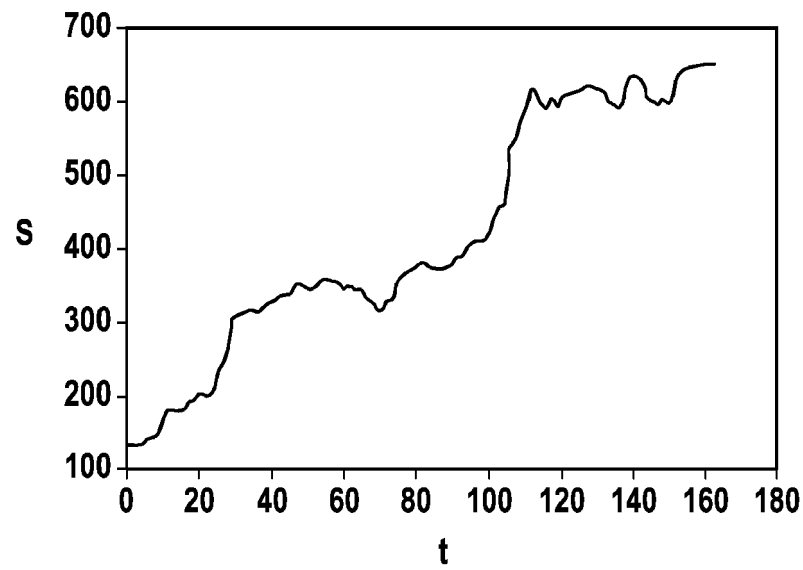
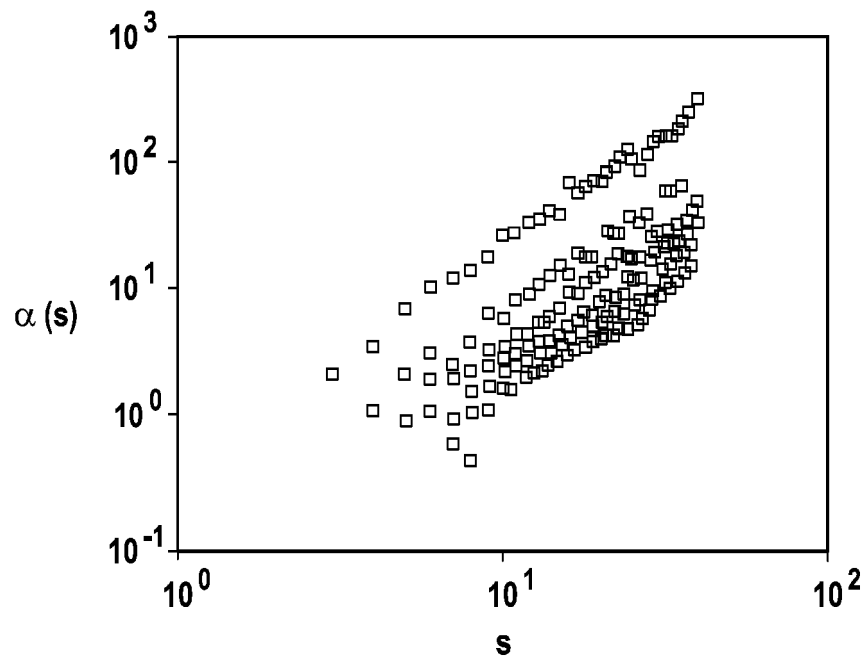
Fig. 3a**Fig. 3b**

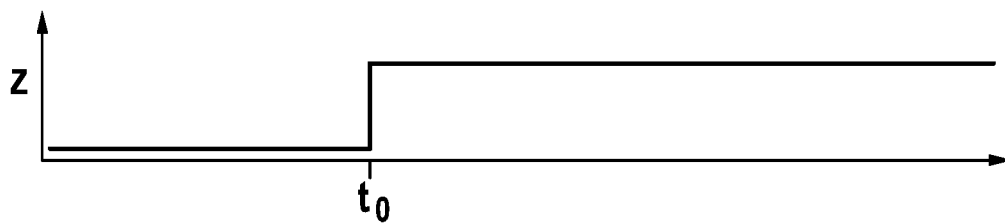
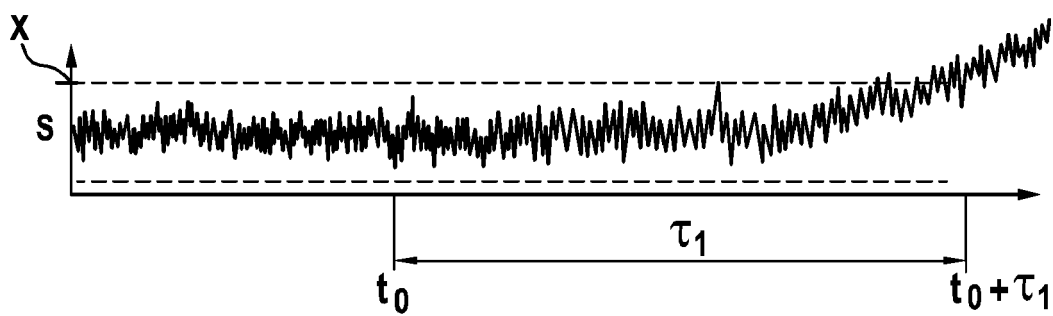
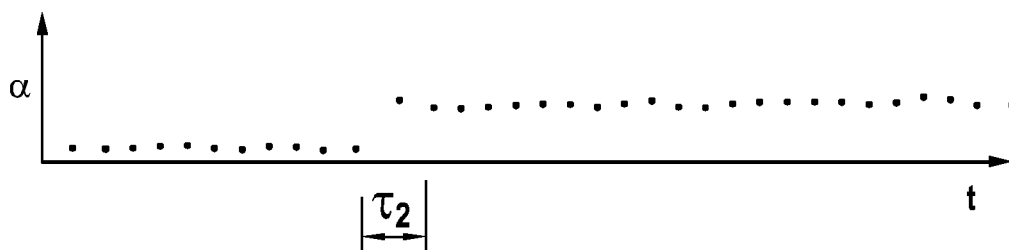
Fig. 4a**Fig. 4b****Fig. 4c**

Fig. 5a

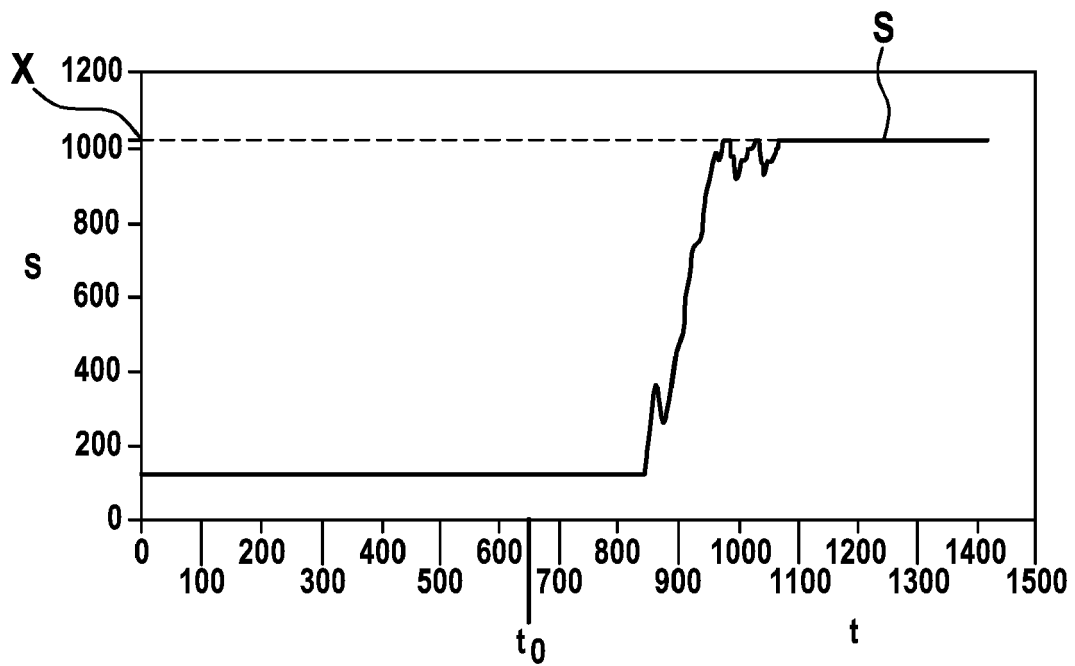


Fig. 5b

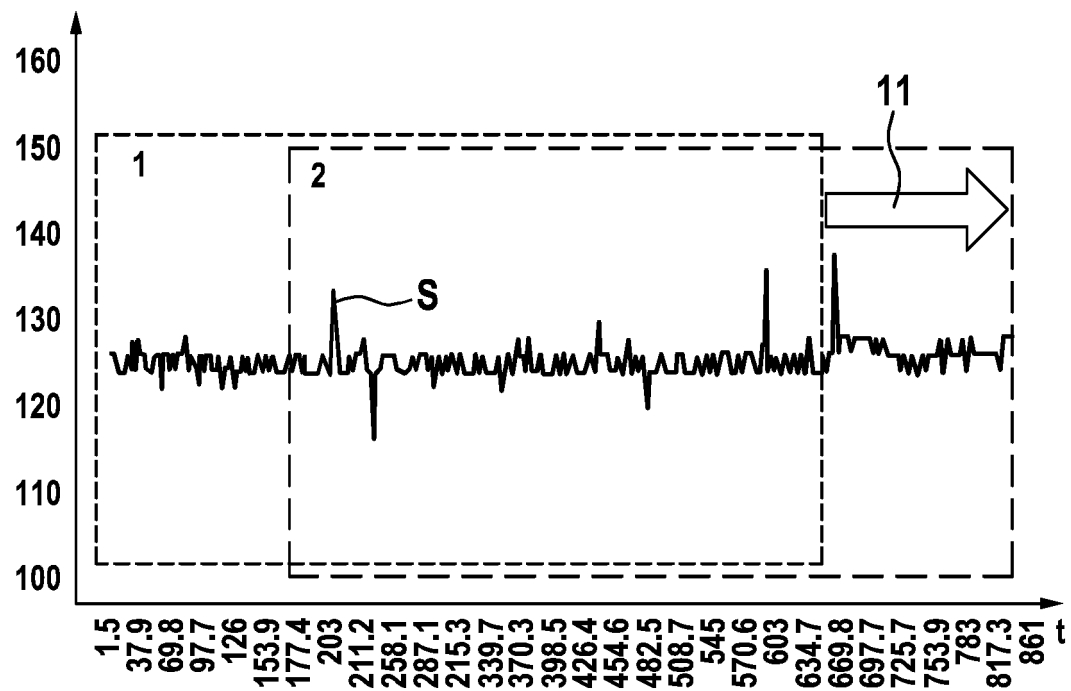
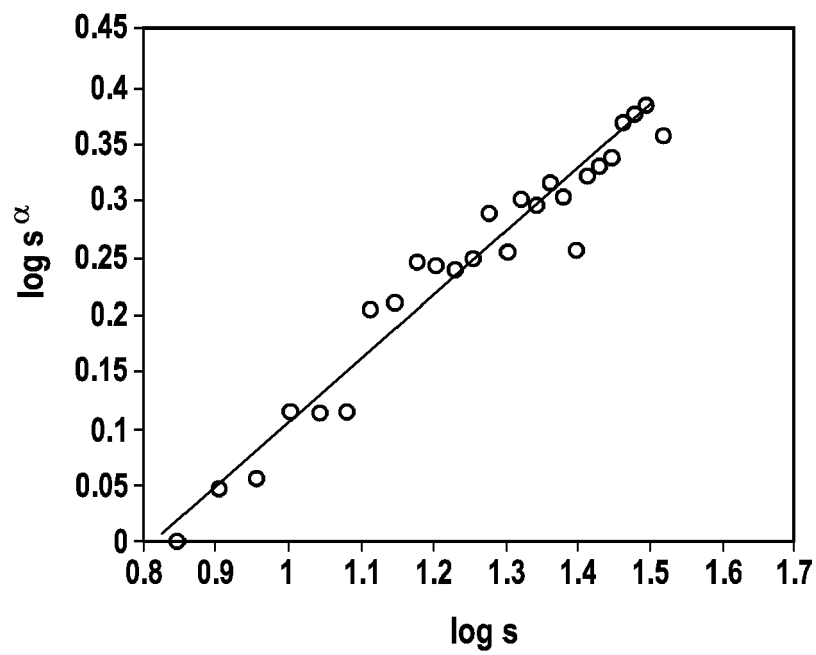
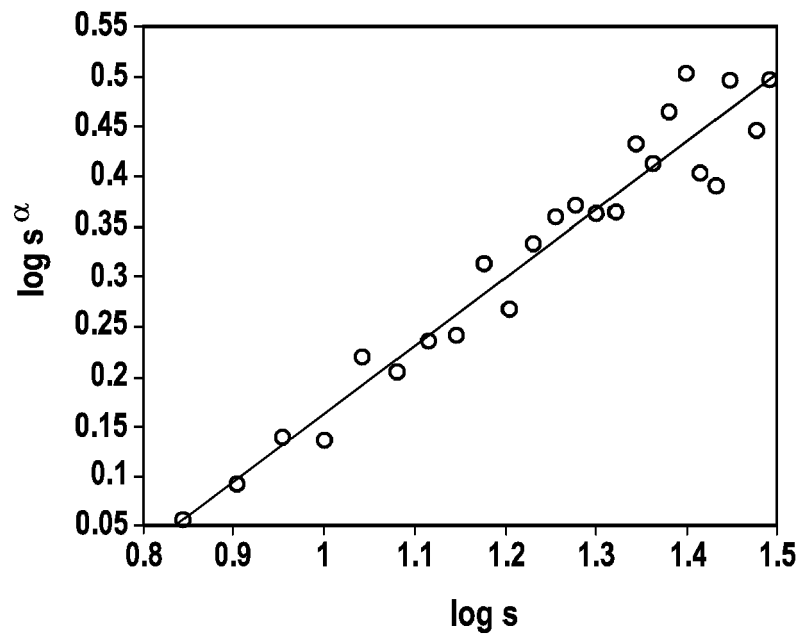


Fig. 5c**Fig. 5d**



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 21 16 7838

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)
X	US 2018/350220 A1 (GONZALES ERIC V [US]) 6. Dezember 2018 (2018-12-06)	1-3,8, 13-15	INV. G08B17/107
A	* Absatz [0015] - Absatz [0016]; Abbildungen 1A,1B,2A,2B * * Absatz [0033] * * Absatz [0050] * * Absatz [0079] * * Absatz [0108] - Absatz [0110] *	4-7,9-12	
X	DE 695 31 898 T2 (INTERLOGIX INC [US]) 19. Mai 2004 (2004-05-19)	1-3, 13-15	
A	* Absatz [0015] - Absatz [0017]; Abbildungen 1-4 * * Absatz [0044] - Absatz [0053] *	4-12	
X	US 2005/200475 A1 (CHEN SHIN-JUH [US]) 15. September 2005 (2005-09-15)	1-3, 13-15	
A	* Absatz [0046] - Absatz [0051]; Abbildungen 1-5 *	4-12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			G08B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 27. September 2021	Prüfer Kurzbauer, Werner
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 03.82 (P04C03)

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

EP 21 16 7838

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.

27-09-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	US 2018350220	A1	06-12-2018	AU	2018278833 A1	28-11-2019
				CA	3063741 A1	06-12-2018
				US	2018350220 A1	06-12-2018
				US	2020193791 A1	18-06-2020
				WO	2018222905 A1	06-12-2018

20	DE 69531898	T2	19-05-2004	CA	2198483 A1	07-03-1996
				DE	69531898 T2	19-05-2004
				EP	0777895 A1	11-06-1997
				US	5798701 A	25-08-1998
				WO	9607165 A1	07-03-1996

25	US 2005200475	A1	15-09-2005	US	2005200475 A1	15-09-2005
				WO	2005119618 A2	15-12-2005

30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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 102010041693 A1 [0003]