



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 15 482 T2** 2008.04.30

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 547 041 B1**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G08B 17/10** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 15 482.4**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US03/31128**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 774 522.1**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2004/032078**

(86) PCT-Anmeldetag: **02.10.2003**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **15.04.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **29.06.2005**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **08.08.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **30.04.2008**

(30) Unionspriorität:

**415127 P      02.10.2002      US**

(73) Patentinhaber:

**Combustion Science & Engineering, Inc.,  
Columbia, Md., US**

(74) Vertreter:

**BEETZ & PARTNER Patentanwälte, 80538  
München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,  
GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,  
TR**

(72) Erfinder:

**ROBY, Richard J., Columbia, MD 21045, US;  
KLASSEN, Michael S., Columbia, MD 21045, US;  
SCHEMEL, Christopher F., Laurel, MD 20707, US;  
VASHISHAT, Diwakar, Germantown, MD 20876, US;  
HOLTON, Maclain M., Columbia, MD 21044, US;  
FLINT, Kelly R., Greenbelt, MD 20770, US**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ANZEIGE DER AKTIVIERUNG EINES RAUCHDETEKTORALARMS**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Anmeldung beansprucht die Priorität der am 2. Oktober 2002 eingereichten provisorischen US-Anmeldung mit der Seriennummer 60/415,127.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

### Bereich der Erfindung

**[0002]** Die vorliegende Erfindung betrifft Verfahren und Vorrichtungen zum Erkennen der Aktivierung eines hörbaren Rauchmelderalarms.

### Technischer Hintergrund

**[0003]** Bei einem Brand haben die Bewohner eines Gebäudes möglicherweise nur ein paar Minuten, um ohne Schaden zu entkommen. Aufgrund der potentiell kurzen Fluchtzeit ist es äußerst wichtig, den Bewohnern eines brennenden Gebäudes genügend Warnung zu geben. Die meisten von der Brandschutzindustrie verkauften Geräte beruhen auf hörbaren Alarmen, um die Bewohner eines Wohngebäudes zu warnen. Diese Geräte helfen jedoch Hörbehinderten leider nicht. Somit entsteht Bedarf an einem Gerät, das Hörbehinderten in einem Brandfall ausreichend Schutz bietet.

**[0004]** In der Technik sind Geräte bekannt, die visuelle Signale benutzen, um Hörbehinderte vor einem Brandfall zu warnen. Beispiele für solche Geräte sind in den US-Patentnummern 4,227,191 und 4,287,509 beschrieben. Diese Geräte kombinieren einen Melder und einen visuellen Alarm in einem einzigen Gerät. Ein weiteres visuelles Warngerät ist im US-Patent Nr. 5,012,223 offenbart. Dieses Gerät erkennt den Ton von einem Fernrauchmelder und aktiviert eine Lampe als Reaktion darauf. Visuelle Alarmgeräte wie diese leiden an dem ernsthaften Nachteil, dass sie eine schlafende hörbehinderte Person nicht alarmieren können.

**[0005]** Um diesen Bedarf zu decken, wurden Systeme vorgeschlagen, die eine taktile Stimulation (z.B. Vibratoren und Bettrüttler) kombinieren. Ein solches Gerät ist im US-Patent Nr. 4,380,759 beschrieben. Dieses Gerät beinhaltet einen Vibrationssensor, der neben einem Rauchmelder platziert wird. Wenn der Rauchmelder aktiviert wird, dann löst die Vibration von dem hörbaren Alarm ein vibrierendes Blatt aus, das ein mildes Gefühl auf der Haut bewirkt. Geräte wie diese sind umständlich im Umgang (besonders dann, wenn das Gerät nur vorübergehend an einem Ort benutzt wird, wie z.B. in einem Hotelzimmer), da der Benutzer das Sendergerät in physischem Kontakt mit dem Rauchmelder platzieren muss, der sich oft an der Decke oder an einer anderen schwer zugänglichen Stelle befindet. Andere Geräte für Hörbehin-

derte (z.B. das im US-Patent Nr. 5,917,420 offenbarte Gerät) beinhalten die Übertragung von Signalen von einem Melder zu einem Möbelrüttler oder einem anderen taktilen Stimulationsgerät. Solche Geräte sind zwar ein Schritt in die richtige Richtung, aber sie sind gewöhnlich recht teuer und, was noch wichtiger ist, benötigen spezielle Hardware.

**[0006]** Das US-Patent Nr. 5,651,070 beschreibt ein Warngerät, das auf Töne von Geräten wie Türglocken und Rauchmeldern „horcht“ und ein taktilen Stimulationsgerät in Form einer Armbanduhr aktiviert. Dieses Gerät zeichnet einen gewünschten Audioalarm auf und vergleicht den aufgezeichneten Alarm kontinuierlich mit Umgebungsgeräuschen, die von einem Mikrofon aufgenommen werden. Mittels eines 4-Bit-Komparators wird eine Übereinstimmung deklariert. Welche Kriterien in den Komparator eingegeben werden, um eine Übereinstimmung zu deklarieren, wird nicht offenbart. Ferner ist dieses Gerät umständlich im Gebrauch, da es verlangt, dass der Benutzer den gewünschten Ton vor dem Gebrauch aufzeichnet. Dies kann beispielsweise dann ein Problem sein, wenn eine Person spät abends ein Hotelzimmer betritt, weil die Aktivierung des Rauchmelderalarms zwecks Aufzeichnung andere Gäste stören kann.

**[0007]** Die US 501,2223 (Gribell et al.) betrifft ein durch einen Rauchalarm aktiviertes Gerät mit einem Tonempfänger und einem Signalwandler. Das empfangene Tonsignal wird in ein digitales Signal umgewandelt, das die Schallwelle repräsentiert, und wird analysiert, um festzustellen, ob ein aktiver Rauchalarm erfasst wird. Speziell wird das digitale Signal in einer ersten Zeitperiode erfasst, die mit der Zeitperiode identisch ist, in der die Schallwelle erzeugt wird. Die Abwesenheit eines digitalen Signals in der zweiten Zeitperiode wird erfasst, wobei diese zweite Zeitperiode mit der Zeitperiode identisch ist, in der die erfasste Schallwelle fehlt. Es wird ein Ausgangssignalsignal erzeugt, wenn die Anwesenheit des digitalen Signals in der ersten Zeitperiode und die Abwesenheit des digitalen Signals in der zweiten Zeitperiode erfasst wird.

**[0008]** Zusätzlich zu den obigen Faktoren ist in Geräten wie diesen die Fehlalarmleistung ein wichtiger Faktor. Es ist relativ einfach, die Aktivierung eines hörbaren Rauchmelderalarms zu erkennen; es ist eine ganz andere Sache, einen solchen Alarm erkennen zu können, ohne ihn mit anderen gewöhnlich zuhause anzutreffenden Geräten zu verwechseln. Solche Geräte können konstantes Breitbandrauschen (z.B. Staubsauger und Blender) oder intermittierende Töne mit gut definierten Frequenzen auf oder nahe der Frequenz eines Rauchmelderalarms erzeugen (z.B. Wecker, Telefone, Zellulartelefone usw.). Benutzer lernen bekanntlich schnell, ein Alarmgerät zu ignorieren, das viele Fehlalarme erzeugt, so dass ein solches Gerät nutzlos wird.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0009]** Die obigen Problematiken werden in einem großen Ausmaß von der vorliegenden Erfindung angegangen, die ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erkennen der Anwesenheit von Tönen bereitstellt, die sowohl kontinuierlichen als auch intermittierenden Rauchalarmen entsprechen.

**[0010]** Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Erkennen bereitgestellt, ob ein von einem Rauchmelder erzeugter hörbarer Alarm aktiv ist, wobei der hörbare Alarm eine Alarmperiode hat, die mehrere Einschaltperioden und mehrere Ausschaltperioden umfasst, die in einem vorbestimmten zeitlichen Muster geordnet sind, wobei jede Einschaltperiode eine Periode ist, während der ein hörbarer Alarmton vom Rauchmelder erzeugt wird, und jede Ausschaltperiode eine Periode ist, während der kein hörbarer Ton vom Rauchmelder erzeugt wird, wobei das Verfahren den folgenden Schritt beinhaltet:

Erkennen einer Spitzenamplitude in jeder aus einer Mehrzahl von Abtastperioden, wobei jede der Abtastperioden einer der erwarteten Ein- oder Ausschaltperioden in einer einzelnen Alarmperiode entspricht; wobei das Verfahren dadurch gekennzeichnet ist, dass es ferner die folgenden Schritte beinhaltet:

Auswählen einer maximalen Spitzenamplitude aus den Spitzenamplituden;

Einstellen eines Amplitudenschwellenwertes, wobei der Amplitudenschwellenwert von der maximalen Spitzenamplitude abhängig ist;

Vergleichen der einzelnen Spitzenamplituden mit dem Amplitudenschwellenwert für jede der Abtastperioden, um zu ermitteln, welche Abtastperioden eine Spitzenamplitude haben, die den Amplitudenschwellenwert übersteigt;

Ermitteln, ob der hörbare Alarm aktiv ist, wenigstens teilweise auf der Basis davon, ob das zeitliche Muster von Abtastperioden, in denen die Spitzenamplitude den Amplitudenschwellenwert übersteigt, mit dem vorbestimmten zeitlichen Muster übereinstimmt.

**[0011]** Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Vorrichtung zum Erfassen bereitgestellt, ob ein von einem Rauchmelder erzeugter hörbarer Alarm aktiv ist, wobei der hörbare Alarm eine Alarmperiode hat, die mehrere Einschaltperioden und mehrere Ausschaltperioden umfasst, die in einem vorbestimmten zeitlichen Muster geordnet sind, wobei jede Einschaltperiode eine Periode ist, während der ein hörbarer Alarmton vom Rauchmelder erzeugt wird, wobei jede Ausschaltperiode eine Periode ist, während der kein hörbarer Ton vom Rauchmelder erzeugt wird, wobei die Vorrichtung Folgendes umfasst:

ein Mikrofon; und

einen mit dem Mikrofon verbundenen Prozessor;

dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessor so kon-

figuriert ist, dass er die folgenden Schritte ausführt:  
 Erkennen einer Spitzenamplitude in jeder aus einer Mehrzahl von Abtastperioden, wobei jede der Abtastperioden einer der erwarteten Ein- oder Ausschaltperioden in einer einzelnen Alarmperiode entspricht;  
 Auswählen einer maximalen Spitzenamplitude aus den Spitzenamplituden;  
 Einstellen eines Amplitudenschwellenwerts, wobei der Amplitudenschwellenwert von der maximalen Spitzenamplitude abhängig ist;  
 Vergleichen jeder der Spitzenamplituden mit dem Amplitudenschwellenwert für jede der Abtastperioden, um zu ermitteln, welche Abtastperioden eine Spitzenamplitude haben, die den Amplitudenschwellenwert übersteigt;  
 Ermitteln, ob der hörbare Alarm aktiv ist, wenigstens teilweise auf der Basis davon, ob das zeitliche Muster von Abtastperioden, in denen die Spitzenamplitude den Amplitudenschwellenwert übersteigt, mit dem vorbestimmten zeitlichen Muster übereinstimmt.

**[0012]** In einer bevorzugten Ausgestaltung wird eine Reihe von zeitlich beabstandeten Proben über eine Zeitperiode genommen, die lang genug ist, um wenigstens eine volle Periode eines sich zeitlich wiederholenden Tonmusters eines hörbaren Alarms eines Rauchmelders zu beinhalten, und die beiden Parameter, die für jede Probe analysiert werden, sind Frequenz und Amplitude des lautesten Tons in dieser Probe. Beide diese Parameter müssen mit dem gewünschten zeitlichen Muster übereinstimmen, damit eine Alarmerkennung deklariert wird. In Ausgestaltungen der Erfindung, die die Erkennung von intermittierenden hörbaren Rauchmelderalarmen betrifft, variiert das Muster über die Zeit. In Ausgestaltungen, die die Erkennung von konstanten hörbaren Rauchmelderalarmen betreffen, variiert das Muster über die Zeit nicht.

**[0013]** Der Beginn der algorithmischen Analyse kann durch einen Erkennungsalgorithmus ausgelöst werden, der so ausgelegt ist, dass er eine geringere Leistungsmenge relativ zu einer durch die algorithmische Analyse aufgenommenen Leistungsmenge nutzt. Dies ist besonders in batteriegespeisten Geräten wichtig.

**[0014]** In noch einer anderen bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist die oben erwähnte Erkennungsvorrichtung in einen herkömmlichen Rauchmelder integriert, um einen Rauchmelder bereitzustellen, der sowohl Rauch als auch einen Alarm von einem anderen Rauchmelder erkennt. In einer alternativen Ausgestaltung beinhaltet ein Rauchmelder einen Transceiver zum Senden eines Aktivierungssignals zu benachbarten Rauchmeldern, wenn ein Feuer anzeigender Rauch erkannt wird, und zum Empfangen eines Aktivierungssignals von benachbarten Meldern. Nach dem Empfang eines Aktivierungssignals von einem benachbarten Rauchmelder

aktiviert der Rauchmelder sein Warngerät (hörbar, taktil und/oder visuell). Solche Ausgestaltungen sind besonders in Situationen nützlich, in denen eine Aktivierung von Station zu Station erforderlich ist (z.B. durch einen Gebäudecode), weil die Ausgestaltungen ein Mittel zum Erzielen einer Aktivierung von Station zu Station bereitstellen, ohne Festverdrahtung zu erfordern.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0015]** Ein umfassenderes Verständnis der Erfindung und vieler der zugehörigen Vorteile und Merkmale wird leicht nach einer Lektüre der nachfolgenden ausführlichen Beschreibung in Verbindung mit den Begleitzeichnungen erlangt. Dabei zeigt:

**[0016]** [Fig. 1](#) ein Timing-Schema, das das zeitliche Muster eines hörbaren Rauchmelderalarms gemäß der NFPA-Norm illustriert;

**[0017]** [Fig. 2a](#) und [2b](#) Plots von Amplitude gegenüber Frequenz für einen typischen hörbaren Rauchmelderalarm, jeweils mit einem Melder in einer mit Schaumstoff ausgelegten Box und einem mit einer unausgelegten Box erzeugt;

**[0018]** [Fig. 3](#) ein Hardware-Blockdiagramm eines Gerätes zum Anzeigen der Aktivierung eines Rauchalarms gemäß einer ersten Ausgestaltung der Erfindung;

**[0019]** [Fig. 4](#) ein Fließschema einer Erfassungsroutine, die mit dem Gerät von [Fig. 2](#) ausgeführt wird;

**[0020]** [Fig. 5a](#) und [Fig. 5b](#) zusammen ein Fließschema einer mit dem Gerät von [Fig. 2](#) ausgeführten Erkennungssubroutine;

**[0021]** [Fig. 6](#) eine Gesamtabtastperiode für die Subroutine von [Fig. 5a](#) und [Fig. 5b](#);

**[0022]** [Fig. 7](#) die individuelle Abtastperiode der Subroutine der [Fig. 5a](#) und [Fig. 5b](#);

**[0023]** [Fig. 8](#) ein Hardware-Blockdiagramm eines Rauchmelders gemäß einer zweiten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

**[0024]** Die vorliegende Erfindung wird mit Bezug auf bevorzugte Ausgestaltungen von Geräten zum Erkennen von hörbaren Rauchmelderalarmen erörtert. Spezielle Details werden dargelegt, um ein tief greifendes Verständnis der vorliegenden Erfindung zu vermitteln. Die hierin erörterten bevorzugten Ausgestaltungen sind nicht als die Erfindung begrenzend zu verstehen. Ferner wurden, um das Verständnis zu erleichtern, bestimmte Verfahrensschritte als separate

Schritte beschrieben; diese Schritte sind jedoch nicht als unbedingt getrennt oder in ihrer Leistung von einer bestimmten Reihenfolge abhängig anzusehen.

**[0025]** Vor 1996 hatte der hörbare Alarm bei Rauchmeldern Muster, die von Hersteller zu Hersteller variierten. Einige hörbare Alarmer waren konstant, während andere unterschiedliche intermittierende zeitliche Muster aufwiesen. Nach 1996 hergestellte Rauchmelder müssen jedoch der Norm NFPA 72 (National Fire Protection Association) entsprechen, die verlangt, dass Rauchmelder hörbare Alarmsignale mit dem in [Fig. 1](#) gezeigten zeitlichen Muster ausstrahlen. Dieses Muster besteht aus drei Sätzen von kurzen Ein/Aus-Perioden, gefolgt von einer längeren Ausschaltperiode. Die Länge der kurzen Ein- und Ausschaltperioden wird mit 0,5 Sekunden „cm“  $\pm 10\%$ , gefolgt von 0,5 Sekunden „aus“  $\pm 10\%$  vorgegeben. Die lange Ausschaltperiode wird mit 1,5 Sekunden  $\pm 10\%$  vorgegeben. Von Anmeldern mehrerer Rauchmelder durchgeführte Tests zeigen, dass die meisten, aber nicht alle Melder diese Spezifikation erfüllen.

**[0026]** Zusätzlich zum zeitlichen Muster von [Fig. 1](#) gibt die NFPA 72 auch vor, dass hörbare Alarmsignale für den Betrieb im Privatmodus Folgendes haben müssen:

- einen Geräuschpegel von mindestens 45 dBA bei 10 Fuß oder mehr als 120 dBA in einem Mindesthörabstand von dem hörbaren Gerät;
- den höheren aus einem Geräuschpegel von wenigstens 15 dBA über dem durchschnittlichen Umgebungsgeräuschpegel oder 5 dBA über dem maximalen Geräuschpegel mit einer Dauer von wenigstens 60 Sekunden, gemessen 5 Fuß über dem Boden.

**[0027]** Für Schlafbereiche gibt die NFPA 72 auch vor, dass hörbare Alarmsignale Folgendes haben müssen:

- den höheren aus einem Geräuschpegel von wenigstens 15 dBA über dem durchschnittlichen Umgebungsgeräuschpegel oder 5 dBA über dem maximalen Geräuschpegel mit einer Dauer von wenigstens 60 Sekunden oder einen Geräuschpegel von wenigstens 70 dBA, gemessen auf Kopfkisenebene im Schlafbereich.

**[0028]** Die NFPA 72 gibt keine Frequenz des hörbaren Alarms vor. Die Anmelder haben jedoch etwa 18 derzeit verfügbare Rauchmelder getestet und festgestellt, dass der hörbare Alarm bei den meisten nach 1996 hergestellten (sowie einigen vor 1996 hergestellten) Rauchmeldern gut definierte Frequenzspitzen bei etwa 3200 Hz  $\pm 10\%$  sowie Spitzen bei entsprechenden Oberwellenfrequenzen haben. Die Frequenz von 3200 Hz entspricht einem Ton, der für die meisten Menschen mit normalem Gehör leicht hörbar ist. Ein beispielhafter Plot von Amplitude ge-

genüber Frequenz eines Alarms in einem typischen Rauchmelder, in diesem Fall einem Rauchmelder des Modells 0914 von Fire Sentry, durchgeführt in einer mit Schaumstoff ausgelegten Box, ist in **Fig. 2a** dargestellt. Ein Plot von Amplitude gegenüber Frequenz für denselben Melder in einer nicht ausgelegten Box ist in **Fig. 2b** dargestellt. Tabelle 2 zeigt eine Zusammenfassung der Ergebnisse von 18 von den Anmeldern getesteten Rauchmeldern:

Tabelle 2: Frequenzkennwerte üblicher Rauchmeldealarme

	Durchschnitt (Hz)	Max (Hz)	Min (Hz)	Reichweite (Hz)
Ohne Schaumstoff				
1. Spitze	3245	3445	3079	366
2. Spitze	6540	6885	6158	727
3. Spitze	9748	10314	9259	1055
Mit Schaumstoff				
1. Spitze	3265	3445	3101	344
2. Spitze	6530	6869	6202	668
3. Spitze	9787	10314	9302	1012

**[0029]** Da viele Rauchmelderhersteller empfehlen, Rauchmelder nach etwa zehn Jahren auszutauschen, nimmt die Zahl der noch in Betrieb befindlichen Rauchmelder von vor 1996 rasch ab. Demgemäß wird die Erfindung vornehmlich im Kontext der Erkennung von hörbaren Alarmen von Rauchmeldern ab 1996 erörtert. Die Erfindung ist jedoch nicht als darauf begrenzt anzusehen.

**[0030]** **Fig. 3** illustriert ein Gerät **300** zum Erfassen eines hörbaren Alarms eines Rauchmelders und zum Aktivieren eines zweiten Alarmgerätes gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung. Das Gerät **300** beinhaltet ein Mikrofon **310** zum Erfassen von Umgebungsgläuschen. Das Mikrofon **310** ist bei Bedarf mit einem Verstärker **320** (in **Fig. 3** gestrichelt angedeutet) verbunden. Der Verstärker **320** ist mit einem A/D-(Analog/Digital)-Wandler **330** verbunden, um das analoge Signal vom Mikrofon **310** in ein das Umgebungsgläuschen repräsentierendes digitales Signal umzuwandeln. Die digitalisierten Gläuschen vom A/D-Wandler **330** werden in einen Prozessor

**340** zur Erkennung eines hörbaren Rauchmelderalarms eingegeben. Der Prozessor **340** kann ein Mikroprozessor, ein Digitalsignalprozessor oder ein Prozessor eines beliebigen anderen Typs sein. Der Prozessor **340** ist zwar in **Fig. 3** durch eine einzelne Box illustriert, aber es ist zu verstehen, dass der Prozessor **340** auch mehrere Bauelemente umfassen kann. In einer Ausgestaltung beinhaltet der Prozessor **340** ein dediziertes Bauelement zum Berechnen einer Fourier-Transformation sowie einen Universal-Mikroprozessor. Ein Speicher **350** ist mit dem Prozessor **340** verbunden.

**[0031]** Der Prozessor **340** wird von einer Stromquelle **360** gespeist. In bevorzugten Ausgestaltungen ist die Stromquelle **360** eine Batterie. Alternativ kann die Stromquelle einen Transformator und Gleichrichter für den Anschluss an einer Wechselstromquelle beinhalten. In noch anderen Ausgestaltungen kann die Stromquelle **360** so gestaltet sein, dass sie den Prozessor **340** in einer in der Technik gut bekannten Weise mit Strom aus einer Wechselstromquelle speist, wenn eine solche verfügbar ist, und von einer Batterie, wenn keine Wechselstromquelle vorhanden ist.

**[0032]** Wenn der Prozessor einen hörbaren Alarm von einem Rauchmelder erfasst, dann gibt der Prozessor **340** ein Signal an ein Alarmgerät **370** aus. Das Alarmgerät **370** ist in bevorzugten Ausgestaltungen ein taktile Alarm. Zu den taktilen Alarmen, die mit der vorliegenden Erfindung zum Einsatz kommen können, gehören eine vibrierende Uhr, ein vibrierender Pager und Bettrüttler, einschließlich dem Super Bed Vibrator und dem regulierbaren Super Bed Vibrator, der unter der Marke SONIC ALERT® erhältlich ist. Der Super Vibrator hat einen Durchmesser von 3,5 Zoll, eine Dicke von 1,25 Zoll und beinhaltet eine unausgewuchtete Masse und einen Motor. Dieses Gerät kann unter einer Matratze oder einem Kopfkissen platziert werden. Es können auch andere taktile Alarme verwendet werden.

**[0033]** **Fig. 4** ist ein Fließschema **400** der vom Prozessor **340** in einer Ausgestaltung der Erfindung ausgeführten Verarbeitung. Das Umgebungsgläuschen wird in Schritt **402** mit dem Mikrofon **310** für eine Zeitperiode abgetastet. Als Zeitperiode wird in einigen Ausgestaltungen 2 sec gewählt. Diese Periode wird so gewählt, dass, die in der Norm NFPA 72 vorgegebene lange Ausschaltperiode von 1,5 sec überschritten wird. Der Prozessor **340** führt in Schritt **403** eine Fourier-Transformation an den vom A/D-Wandler **330** ausgegebenen digitalen Gläuschen aus. Als Nächstes werden die Daten in Schritt **404** gefiltert, indem Daten mit Frequenzen unter einem unteren Frequenzschwellenwert eliminiert werden. Die Fachperson wird erkennen, dass der Filterungsschritt durch Einbauen eines Hochpass-Analogfilters vor dem MD-Wandler **330** ersetzt werden könnte.

**[0034]** Nach dem Filtern der Daten in Schritt **404** wird in Schritt **406** eine maximale Amplitude der gefilterten Daten ermittelt. Wenn diese maximale Amplitude eine Frequenz hat, die der erwarteten Frequenz eines Rauchmelderalarms entspricht – d.h. 3200 Hz  $\pm$  10% (2880–3520 Hz) in Schritt **408**, dann wird in Schritt **410** in eine Erfassungsroutine gegangen. Wenn die Erfassungsroutine komplett ist oder wenn die in Schritt **406** identifizierte Spitze in Schritt **408** nicht auf der richtigen Frequenz ist (was bedeutet, dass ein anderes Gerät als ein Rauchmelder gerade das lauteste Geräusch macht), dann verzögert der Prozessor **340** für eine Zeitperiode in Schritt **412** und Schritt **402** wird wiederholt. In bevorzugten Ausgestaltungen beträgt die Verzögerungsperiode in Schritt **412** 10 Sekunden.

**[0035]** Die im Fließschema **400** von [Fig. 4](#) illustrierte Routine dient als Überwachungsroutine, die periodisch abläuft, um zu ermitteln, ob es möglich ist, dass ein Rauchmelderalarm ertönt. „Periodisch“ bedeutet in diesem Zusammenhang von Zeit zu Zeit und beinhaltet das Abarbeiten der Routine in festen und variierenden Intervallen. Die Wahl einer 2-Sekunden-Überwachungsperiode und einer 10-Sekunden-Verzögerungsperiode entspricht einem Arbeitszyklus von etwa 17%. Alternativ könnte anstatt einer kontinuierlichen 2-Sekunden-Überwachungsperiode eine Reihe kürzerer Abtastungen, die über ein Intervall beabstandet werden, das länger ist als die „Aus“-Periode von 1,5 sec (oder die längste Ausschaltperiode im zeitlichen Zielmuster), eingesetzt werden. Die periodische Überwachungsmethode erfolgt anstatt der kontinuierlichen Überwachung, um Strom zu sparen, was besonders bei batteriegespeisten Geräten wichtig ist. In anderen Ausgestaltungen der Erfindung, wie z.B. denen, die mit konventionellem Haushaltswechselstrom aus einer Wandsteckdose gespeist werden, kann diese Überwachungsroutine **400** wegfallen und die Erfassungsroutine **410** kann kontinuierlich ausgeführt werden.

**[0036]** Details der Überwachungsroutine **410** sind in den [Fig. 5a](#) und [Fig. 5b](#) illustriert. Die Routine beginnt mit dem Abtasten des Umgebungsgeräusches für eine kurze Zeitperiode in Schritt **502**. In einigen Ausgestaltungen beträgt diese Abtastperiode **50** ms. Die Mindestlänge der Abtastperiode sollte so gewählt werden, dass die Zahl der genommenen Proben ausreicht, um eine gute Frequenzauflösung von einer Fourier-Transformation der Daten zu erhalten; somit ist die Mindestlänge der Abtastperiode von der Abtaststrategie der Hardware abhängig. Der Prozessor **340** konvertiert die Probe in die Frequenzdomäne mittels der Fourier-Transformation in Schritt **504** und die Probe wird in Schritt **506** hochpassgefiltert, indem Daten unterhalb einer Frequenzschwelle ausgeschlossen werden (in bevorzugten Ausgestaltungen 500 Hz). Als Nächstes wird in Schritt **508** die Frequenz der Spitzenamplitude ermittelt. Wenn die Spit-

zenamplitude auf der erwarteten Frequenz eines Rauchmelderalarms ist (3200 Hz  $\pm$  10% oder 2880–3520 Hz wie oben), dann wird in Schritt **512** ein entsprechendes Bit in einer Spitzenfrequenz-Array im Speicher **350** gesetzt; ansonsten bleibt das entsprechende Bit „0“. Die Spitzenfrequenz-Array ist vorzugsweise eine eindimensionale Reihe von Bits mit einer Gesamtzahl von Bits, die gleich der Gesamtzahl der Proben (z.B. 12) in der gesamten Abtastperiode ist. Nach Schritt **512** (oder nach Schritt **510**, wenn die Frequenz der Spitzenamplitude in Schritt **510** nicht auf der erwarteten Frequenz eines Rauchmelderalarms ist), wird die Spitzenamplitude für die Probe in Schritt **514** im Speicher aufgezeichnet.

**[0037]** Wie nachfolgend näher erörtert wird, wird die Spitzenfrequenz-Array mit einer Spitzenamplituden-Array korreliert und dann mit einem erwarteten zeitlichen Muster verglichen. Dadurch wird gewährleistet, dass die Spitzenfrequenzen für jede „Ein“-Periode des NFPA 72 Musters mit der erwarteten Frequenz des hörbaren Rauchmelderalarms übereinstimmt. Es ist nicht wichtig, ob die Frequenz der Amplitudenspitzen in „Aus“-Perioden auf der Zielfrequenz ist oder nicht, und eine „Aus“-Periode, die eine Spitzenfrequenz auf der Zielfrequenz des Rauchmelderalarms hat, führt nicht zu keiner Übereinstimmungsdeklaration, weil es möglich ist, dass das Umgebungsgeräusch eine Spitze mit derselben Frequenz wie der Rauchmelderalarm während einer „Aus“-Periode hat.

**[0038]** Wenn in Schritt **514** noch keine gewünschte Anzahl von Proben genommen wurde, dann verzögert der Prozessor **340** für eine Zeitperiode in Schritt **518** und es wird eine weitere Probe in Schritt **502** genommen. In bevorzugten Ausgestaltungen wird eine Verzögerungsperiode von 0,5 sec seit dem Start der letzten Abtastperiode gewählt, was der „Ein“- und der „Aus“-Periode von jeweils 0,5 sec des von NFPA 72 verlangten zeitlichen Musters entspricht. Als Gesamtzahl der Proben wird in bevorzugten Ausgestaltungen 12 gewählt, was angesichts des Halbsekundenabstands zwischen Abtastperioden einer Gesamtabtastperiode von 5,5 sec entspricht. Wie in [Fig. 6](#) illustriert, entsprechen fünfeinhalb Sekunden der Mindestzeitmenge, die notwendig ist, um zu gewährleisten, dass die drei „Ein“-Perioden und die lange „Aus“-Periode, wie von der NFPA 72 verlangt, sowie eine zusätzliche „Ein“-Periode innerhalb der Gesamtabtastperiode liegen. [Fig. 7](#) illustriert die 12 Abtastperioden, die über ein mögliches hörbares Alarm-signal gelegt werden.

**[0039]** Nun zurück zu [Fig. 5a](#), sobald die gewünschte Anzahl Proben für eine Gesamtabtastperiode in Schritt **516** genommen wurde, wird in Schritt **518** die maximale Amplitude aller Proben in der Gesamtperiode ermittelt. Als Nächstes wird in Schritt **520** ein Am-



plitudenschwellenwert auf der Basis der maximalen Amplitude festgelegt. Der Amplitudenschwellenwert dient zum Ermitteln der einem „Ein“-Zustand entsprechenden Schwellenamplitude. In einigen Ausgestaltungen wird die Schwellenamplitude mit 80% der Maximalamplitude gewählt. Die Amplitudenschwelle ist von der erwarteten Amplitude der Varianz der Quelle abhängig (d.h. dem hörbaren Alarm des Rauchmelders). So kann sich die Amplitudenschwelle je nach dem Umfeld von „Ziel“-Rauchmeldern und einer gewünschten Fehlalarmrate unterscheiden.

**[0040]** Es sei bemerkt, dass das Einstellen einer Amplitudenschwelle in Abhängigkeit von einer Maximalschwelle als ein wichtiger Aspekt der Fehlalarmregelung der vorliegenden Erfindung angesehen wird. Bei dieser Wahl des Schwellenwertes wird erkannt, dass die maximale Amplitude eines Rauchmelderalarms nicht bekannt ist, weil die maximale Amplitude in Abhängigkeit vom Quadrat der Distanz zwischen dem Gerät **300** und dem Rauchmelder variiert, aber dass die maximale Amplitude im Allgemeinen in „Ein“-Perioden gleich ist, weil der Rauchmelderalarm in „Ein“-Perioden auf einem konstanten Pegel ist und die Distanz zwischen dem Gerät **300** und dem Rauchmelder sich im Allgemeinen nicht ändert. Es ist auch zu bemerken, dass die Amplitudenschwelle in Abhängigkeit von der maximalen Amplitude anstatt in Abhängigkeit von Maximalamplitude relativ zu Rauschen oder Signal zu Rauschen gewählt wird, weil sich Hintergrundrauschen ändern kann und daher der Signalabstand nicht konstant wäre, obwohl die Amplitude des Rauchmelderalarms konstant ist. Diese Amplitudenschwelle spielt eine wichtige Rolle bei der Verhütung von Fehlalarmen, weil sie hilft, Rauchmelderalarme von anderen Geräten mit intermittierenden Tönen zu unterscheiden, deren Amplituden variieren, wie z.B. ein Fernsehapparat.

**[0041]** Nach dem Ermitteln der Schwellenamplitude in Schritt **520** wird das entsprechende Bit in einer Spitzenamplituden-Array für jede Probe gesetzt, in dem die maximale Amplitude die Schwellenamplitude in Schritt **522** übersteigt. Die Spitzenamplituden-Array, wie die Spitzenfrequenz-Array, ist vorzugsweise eine eindimensionale Reihe von Bits, wobei die Gesamtzahl von Bits gleich der Gesamtzahl der Probe (z.B. 12) in der gesamten Abtastperiode ist. Man nehme z.B. an, die in der gesamten Abtastperiode erfassten maximalen Amplituden seien wie folgt:

Probe	Max. Amp
1	9,3
2	1,0
3	9,1
4	2,1
5	9,4
6	0,2
7	0,4
8	0,8
9	9,4
10	1,1
11	9,5
12	1,0

**[0042]** In diesem Fall war die maximale Amplitude 9,5. Die Amplitudenschwelle wäre  $9,5 \cdot 0,80 = 7,6$ . Somit übersteigen nur die Amplituden in den Proben 1, 3, 5, 9 und 11 den Schwellenwert und die resultierende Spitzenamplituden-Array wäre 101010001010.

**[0043]** In einigen Ausgestaltungen gibt es einen unteren Grenzwert, unterhalb dessen die Amplitudenschwelle nicht eingestellt werden kann. Dieser untere Grenzwert entspricht den von der NFPA 72 geforderten 15 dB über dem Umgebungsgeräuschpegel. Dieses Minimum von 15 dB geht jedoch davon aus, dass die korrekte Anzahl von Rauchmeldern für das Gebäude installiert wurde (d.h. ein Rauchmelder befindet sich innerhalb der maximal zulässigen Distanz). In anderen Ausgestaltungen beträgt das Minimum nur 10 dB, um solche nicht standardmäßigen Installationen zu berücksichtigen. Diese Mindestamplitudenschwelle stellt sicher, dass Fehlalarme nicht von Umgebungsgeräuschen ausgelöst werden.

**[0044]** Als Nächstes wird die Spitzenamplituden-Array in Schritt **524** mit der Spitzenfrequenz-Array korreliert. Wie oben erörtert, ist die Spitzenfrequenz-Array eine Reihe von Bits mit einer 1 für jede Probe, in der die maximale Amplitude einer Frequenz von 3200 Hz entspricht. In bevorzugten Ausgestaltungen umfasst die Korrelation eine bitweise AND-Verbindung von Spitzenfrequenz-Array und Spitzenamplituden-Array. Die korrelierte Array, die auch eine eindimensionale Reihe mit einer Reihe von Bits sein kann, die gleich der Anzahl der Proben ist, hat ein Bit für jede Probe gesetzt, in der die Spitzenamplitude die Amplitudenschwelle übersteigt UND in der die Spitzenamplitude auf einer Frequenz ist, die mit der erwarteten Frequenz des Rauchmelders übereinstimmt, nämlich etwa 3200 Hz. In einer geräuscharmen Umgebung können Spitzenfrequenz- und Spitzenamplituden-Array übereinstimmen. Dies ist aber nicht immer der Fall. So haben beispielsweise von den Anmeldern ausgeführte tatsächliche Tests offenbart, dass die Spitzenfrequenz-Array Bits für Proben gesetzt haben kann, wo die Spitzenamplituden-Array dies nicht hat. Es heißt, dies sei auf schwache Echos von „Ein“-Perioden zurückzuführen, die natürlich dieselbe Frequenz haben wie der Rauchmelderalarm,

die in „Aus“-Perioden im zeitlichen Muster gemäß NFPA 72 erfasst werden. Die Korrelation der Spitzenfrequenz-Array mit der Spitzenamplituden-Array verhindert, dass diese Echos als „Ein“-Signale fehlinterpretiert werden.

**[0045]** Die korrelierte Array wird dann in Schritt **526** mit dem zeitlichen Muster der NFPA 72 verglichen. Wie oben erörtert, wird die Gesamtabtastperiode so gewählt, dass es wenigstens vier „Ein“-Perioden des zeitlichen Musters von NFPA 72 gibt. Drei der vier „Ein“-Perioden werden durch 0,5 sec „Aus“-Perioden getrennt; die andere „Ein“-Periode wird durch die 1,5 sec „Aus“-Periode getrennt. Wo jedoch drei „Ein“-Perioden vorangehen, da ist die vierte „Ein“-Periode nicht bekannt. So lauten die beiden möglichen Muster, die diesen vier „Ein“-Perioden entsprechen, wie folgt (wobei Einsen „ein“ und Nullen „aus“ repräsentieren: (a) 100010101 oder (b) 101010001. Daher wird jedes dieser beiden möglichen 9-Bit-Muster mit der korrelierten 12-Bit-Array an Startpositionen der 12-Bit-Array am ersten, zweiten, dritten und vierten Bit verglichen (mit anderen Worten, das Muster kann an einem beliebigen der ersten vier Bits in der korrelierten Array beginnen). Wenn eines der Muster in Schritt **526** in der korrelierten Array gefunden wird, dann wird in Schritt **528** das Warngerät aktiviert.

**[0046]** Im Gegensatz zur Spitzenfrequenz-Array ist es wichtig, dass die Spitzenamplituden-Array während den Proben „aus“ anzeigt, die den „Aus“-Perioden im zeitlichen Muster gemäß NFPA 72 entsprechen. Das UND-Verbinden der Spitzenfrequenz-Array (für die der Zustand von Proben, die der „Aus“-Periode entsprechen, unwichtig ist) mit der Spitzenamplituden-Array vereinfacht den Vergleich der beiden Arrays mit dem NFPA-Zeitmuster.

**[0047]** Es ist zu bemerken, dass diese beiden Muster mehr als eine volle „Periode“ des von der NFPA 72 geforderten Musters enthalten. Das heißt, eine volle Periode des Musters gemäß NFPA 72 beinhaltet nur drei „Ein“-Perioden. Die vierte „Ein“-Periode in den obigen Muster, die einer zweiten Periode des NFPA 72 Musters entspricht, soll ein zusätzliches Maß an Fehlalarmverhütung bereitstellen. In einigen Ausgestaltungen ist die vierte „Ein“-Periode nicht in den Zielmustern enthalten.

**[0048]** Wenn sich das Muster in Schritt **526** nicht in der korrelierten Array befindet, dann wird eine Gesamtzahl von Versuchen in Schritt **530** mit einem Schwellenwert der Gesamtkorrelationsversuche verglichen. In bevorzugten Ausgestaltungen wird als Schwellenwert für die Gesamtkorrelationsversuche 10 gewählt. So versucht der Prozessor **340**, das zeitliche Muster über 10 Fünfeinhalb-Sekunden-Perioden für insgesamt 55 sec oder etwa 1 min zu finden. Wenn der Schwellenwert der Gesamtkorrelationsversuche in Schritt **530** noch nicht erreicht ist, werden

die Schritte **502** ff. wiederholt. Ist der Schwellenwert der Gesamtkorrelationsversuche in Schritt **530** erreicht, endet die Subroutine und die Steuerung kehrt zu Schritt **412** zurück ([Fig. 4](#)).

**[0049]** Wie oben erörtert, kann das Gerät **300** auch zum Erfassen von Rauchmeldern vor 1996 verwendet werden. So geben beispielsweise einige Rauchmelder vor 1996 hörbare Alarmer mit zeitlichen Muster bestehend aus einer Reihe von Ein- und Aus-Impulsen ab. Um solche Rauchmelder zu erfassen, wird die Abtastrate so eingestellt, dass sie die zeitliche Folge der Ein/Aus-Impulse aufnimmt, und das Muster von Schritt **526** wird auf eine abwechselnde Serie von Einsen und Nullen geändert. Andere Rauchmelder vor 1996 geben kontinuierliche Töne ab. Für solche Melder wird das Muster auf eine Reihe von Einsen geändert. Eine Reihe von Einsen, anstatt einer einzigen 1 (d.h. eine einzige Probe mit einer Amplitude über der Amplitudenschwelle) dient zum Gewährleisten, dass die Dauer jedes Signals lang genug ist, um zu verhindern, dass kurzzeitige Töne (z.B. von einem Fernseher) mit einem hörbaren Rauchmelderalarm verwechselt werden.

**[0050]** [Fig. 8](#) illustriert einen Rauchmelder **800** gemäß einer zweiten Ausgestaltung der Erfindung. Der Rauchmelder **800** ist für die Montage an der Wand oder der Decke ähnlich wie ein herkömmlicher Rauchmelder geeignet. Wie jedoch unten ausführlicher erörtert wird, ist der Rauchmelder **800** so gestaltet, dass er eine Aktivierung von Station zu Station sowie eine Aktivierung eines taktilen Fernalarms bereitstellt.

**[0051]** Der Rauchmelder **800** beinhaltet ein mit einem Verstärker **820** verbundenes Mikrofon **810**. Der Verstärker **820** ist mit einem A/D-Wandler **830** verbunden. Der A/D-Wandler **830** ist mit dem Prozessor **840** verbunden. Der Prozessor **840** ist zum Erkennen eines hörbaren Alarms in den digitalisierten Tonproben vom A/D-Wandler **830** in der oben erörterten Weise konfiguriert. Ebenso haben der Speicher **850** und die Stromquelle **860** dieselben Funktionen wie der Speicher **350** und die Stromquelle **360** von [Fig. 3](#).

**[0052]** Der Rauchmelder **800** beinhaltet ferner eine Rauchmelderschaltung **805**, die mit dem Prozessor **840** verbunden ist. Die Rauchmelderschaltung kann von einem beliebigen in der Technik bekannten herkömmlichen Typ sein. Mit dem Prozessor **840** ist auch ein Transceiver **880** verbunden (gewöhnlich ein RF-Transceiver), der mit anderen Rauchmeldern kommunizieren kann (in [Fig. 8](#) nicht dargestellt). Wenn der Prozessor **840** einen hörbaren Alarm von einem anderen Rauchmelder (in [Fig. 8](#) nicht gezeigt) erkennt oder wenn die Rauchmelderschaltung **805** einen Brand erfasst oder wenn eine Aktivierung von einem anderen Rauchmelder über den Transceiver **880** empfangen wird, dann lässt der Prozessor **840**



den hörbaren (und/oder visuellen) Alarm **895** ertönen.

**[0053]** Zusätzlich sendet der Prozessor **840** eine Aktivierungsmeldung zu einem taktilen Alarmgerät **870** und eventuellen zusätzlichen Rauchmeldern **890** aus.

**[0054]** Der Prozessor **840** des Rauchmelders **800** aktiviert Alarmgeräte **870** und **895**, wenn eine Aktivierungsmeldung von einem anderen Rauchmelder über den Transceiver **880** empfangen wird oder wenn ein anderer hörbarer Rauchmelderalarm erfasst wird. In alternativen Ausgestaltungen müssen beide Bedingungen erfüllt sein, bevor die Alarmgeräte **870** und **895** aktiviert werden. Dies hilft dabei, Fehlalarme zu reduzieren; es macht jedoch den Detektor **800** empfindlicher gegenüber RF- oder Schallinterferenzen.

**[0055]** Die Fachperson wird verstehen, dass die Übertragung einer Aktivierungsmeldung nach dem Empfang einer Aktivierungsmeldung von einem anderen Melder wünschenswert ist, weil so der Melder **800** als Relais in Fällen dienen kann, in denen drei oder mehr Melder an einem Ort installiert sind. So kann beispielsweise ein erster Rauchmelder eine Aktivierungsmeldung übertragen, die vom Melder **800** empfangen, von einem dritten Rauchmelder aber nicht empfangen wird. In einem solchen Fall kann die vom Melder **800** nach dem Empfang der Aktivierungsmeldung übertragene Aktivierungsmeldung vom ersten Melder den dritten Melder erreichen.

**[0056]** Es ist zu verstehen, dass der Rauchmelder **800** in einigen Ausgestaltungen möglicherweise nicht alle Komponenten von [Fig. 8](#) beinhaltet. So braucht beispielsweise der Rauchmelder **800** nicht mit einem taktilen Alarmgerät **870** verwendet zu werden, wenn eine Alarmierung von hörbehinderten Personen nicht notwendig ist. Solche Ausgestaltungen können zwecks Bereitstellung einer Aktivierung von Station zu Station verwendet werden, ohne dass eine Festverdrahtung erforderlich ist. Ferner beinhalten solche Ausgestaltungen möglicherweise kein Mikrofon **810**, keinen Verstärker **820** und keinen A/D-Wandler **830** zum Erfassen von hörbaren Alarmen von anderen Meldern, sondern verlassen sich stattdessen auf ein RF-Aktivierungssignal von einem anderen Melder und einer anderen Rauchmelderschaltung **805** zum Auslösen der Aktivierung. Alternativ sind andere Ausgestaltungen nicht zum Empfangen eines Aktivierungsgerätes von anderen Meldern über den Transceiver **880** ausgestaltet und verlassen sich stattdessen auf eine Rauchmelderschaltung **805** und/oder die Erfassung von hörbaren Alarmen von anderen Meldern zum Auslösen eines hörbaren Alarms **895** und eines taktilen Alarms **870**.

**[0057]** Während die Erfindung mit Bezug auf be-

stimmte spezifische Ausgestaltungen von Rauchmeldern sowie Verfahren und Vorrichtungen zum Erfassen von hörbaren Rauchmelderalarmen beschrieben wurde, wird man verstehen, dass viele Modifikationen und Änderungen von der Fachperson vorgenommen werden können, ohne vom Umfang der Erfindung gemäß Definition in den beiliegenden Ansprüchen abzuweichen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Erkennen, ob ein von einem Rauchmelder erzeugter hörbarer Alarm aktiv ist, wobei der hörbare Alarm eine Alarmperiode hat, die mehrere Einschaltperioden und mehrere Ausschaltperioden umfasst, die in einem vorbestimmten zeitlichen Muster geordnet sind, wobei jede Einschaltperiode eine Periode ist, während der ein hörbarer Alarmton vom Rauchmelder erzeugt wird, und jede Ausschaltperiode eine Periode ist, während der kein hörbarer Ton vom Rauchmelder erzeugt wird, wobei das Verfahren den folgenden Schritt beinhaltet: Erkennen einer Spitzenamplitude in jeder aus einer Mehrzahl von Abtastperioden, wobei jede der Abtastperioden einer der erwarteten Ein- oder Ausschaltperioden in einer einzelnen Alarmperiode entspricht; wobei das Verfahren **dadurch gekennzeichnet** ist, dass es ferner die folgenden Schritte beinhaltet: Auswählen einer maximalen Spitzenamplitude aus den Spitzenamplituden; Einstellen eines Amplitudenschwellenwertes, wobei der Amplitudenschwellenwert von der maximalen Spitzenamplitude abhängig ist; Vergleichen der einzelnen Spitzenamplituden mit dem Amplitudenschwellenwert für jede der Abtastperioden, um zu ermitteln, welche Abtastperioden eine Spitzenamplitude haben, die den Amplitudenschwellenwert übersteigt; Ermitteln, ob der hörbare Alarm aktiv ist, wenigstens teilweise auf der Basis davon, ob das zeitliche Muster von Abtastperioden, in denen die Spitzenamplitude den Amplitudenschwellenwert übersteigt, mit dem vorbestimmten zeitlichen Muster übereinstimmt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, das ferner den Schritt des Ermitteln einer Frequenz beinhaltet, die der Spitzenamplitude in jeder der Abtastperioden entspricht, die einer Einschaltperiode in dem vorbestimmten zeitlichen Muster entsprechen; wobei der Ermittlungsschritt ferner darauf basiert, ob eine Frequenz, die der Spitzenamplitude in jeder der Abtastperioden entspricht, die einer Einschaltperiode in dem vorbestimmten zeitlichen Muster entsprechen, einer Alarmfrequenz entspricht, auf der jeder der hörbaren Alarmtöne erzeugt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Amplitudenschwellenwert nicht geringer als eine Mindestamplitude über einem durchschnittlichen Umgebungsrauschpegel ist.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, das ferner die folgenden Schritte beinhaltet:  
Nehmen einer Umgebungstonprobe vor dem Erkennungsschritt;

Untersuchen eines Parameters der Umgebungstonprobe, um zu ermitteln, ob der hörbare Alarm vorliegt; und

Verzögern, wenn keine Möglichkeit besteht, dass der hörbare Alarm vorliegt, einer Zeitperiode und Wiederholen der Nahme- und Untersuchungsschritte; wobei die Schritte des Erfassens, Einstellens, Auswählens, Vergleichens und Ermittlens erfolgen, wenn die Möglichkeit besteht, dass ein hörbarer Alarm vorliegt.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, das ferner den Schritt des Aktivierens einer Warnvorrichtung (370) umfasst, wenn der hörbare Alarm aktiv ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Warnvorrichtung (370) eine taktile Warnvorrichtung ist.

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, das ferner den Schritt des Sendens einer Aktivierungsmeldung zu einer Fernvorrichtung beinhaltet.

8. Vorrichtung (300) zum Erfassen, ob ein von einem Rauchmelder erzeugter hörbarer Alarm aktiv ist, wobei der hörbare Alarm eine Alarmperiode hat, die mehrere Einschaltperioden und mehrere Ausschaltperioden umfasst, die in einem vorbestimmten zeitlichen Muster geordnet sind, wobei jede Einschaltperiode eine Periode ist, während der ein hörbarer Alarmton vom Rauchmelder erzeugt wird, wobei jede Ausschaltperiode eine Periode ist, während der kein hörbarer Ton vom Rauchmelder erzeugt wird, wobei die Vorrichtung Folgendes umfasst:

ein Mikrofon (310); und

einen mit dem Mikrofon verbundenen Prozessor (340);

dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessor so konfiguriert ist, dass er die folgenden Schritte ausführt:

Erkennen einer Spitzenamplitude in jeder aus einer Mehrzahl von Abtastperioden, wobei jede der Abtastperioden einer der erwarteten Ein- oder Ausschaltperioden in einer einzelnen Alarmperiode entspricht; Auswählen einer maximalen Spitzenamplitude aus den Spitzenamplituden;

Einstellen eines Amplitudenschwellenwerts, wobei der Amplitudenschwellenwert von der maximalen Spitzenamplitude abhängig ist;

Vergleichen jeder der Spitzenamplituden mit dem Amplitudenschwellenwert für jede der Abtastperioden, um zu ermitteln, welche Abtastperioden eine Spitzenamplitude haben, die den Amplitudenschwellenwert übersteigt;

Ermitteln, ob der hörbare Alarm aktiv ist, wenigstens teilweise auf der Basis davon, ob das zeitliche Muster

von Abtastperioden, in denen die Spitzenamplitude den Amplitudenschwellenwert übersteigt, mit dem vorbestimmten zeitlichen Muster übereinstimmt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei der Prozessor ferner so konfiguriert ist, dass er den folgenden Schritt ausführt:

Ermitteln einer Frequenz, die der Spitzenamplitude in jeder der Abtastperioden entspricht, die einer Einschaltperiode in dem vorbestimmten zeitlichen Muster entsprechen;

wobei der Ermittlungsschritt ferner darauf basiert, ob eine Frequenz, die der Spitzenamplitude in jeder der Abtastperioden entspricht, die einer Einschaltperiode in dem vorbestimmten zeitlichen Muster entsprechen, einer Alarmfrequenz entspricht, auf der jeder der hörbaren Alarmtöne erzeugt wird.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, wobei der Amplitudenschwellenwert nicht geringer als eine Mindestamplitude über einem durchschnittlichen Umgebungsrauschpegel ist.

11. Vorrichtung nach entweder Anspruch 8 bis 10 [sic], wobei der Prozessor ferner so konfiguriert ist, dass er die folgenden Schritte ausführt:

Nehmen einer Umgebungstonprobe vor dem Ermittlungsschritt;

Untersuchen eines Parameters der Umgebungstonprobe, um zu ermitteln, ob der hörbare Alarm vorliegt; und

Verzögern, wenn keine Möglichkeit besteht, dass der hörbare Alarm vorliegt, einer Zeitperiode und Wiederholen der Nahme- und Untersuchungsschritte; wobei die Schritte des Erfassens, Einstellens, Auswählens, Vergleichens und Ermittlens ausgeführt werden, wenn die Möglichkeit besteht, dass ein hörbarer Alarm vorliegt.

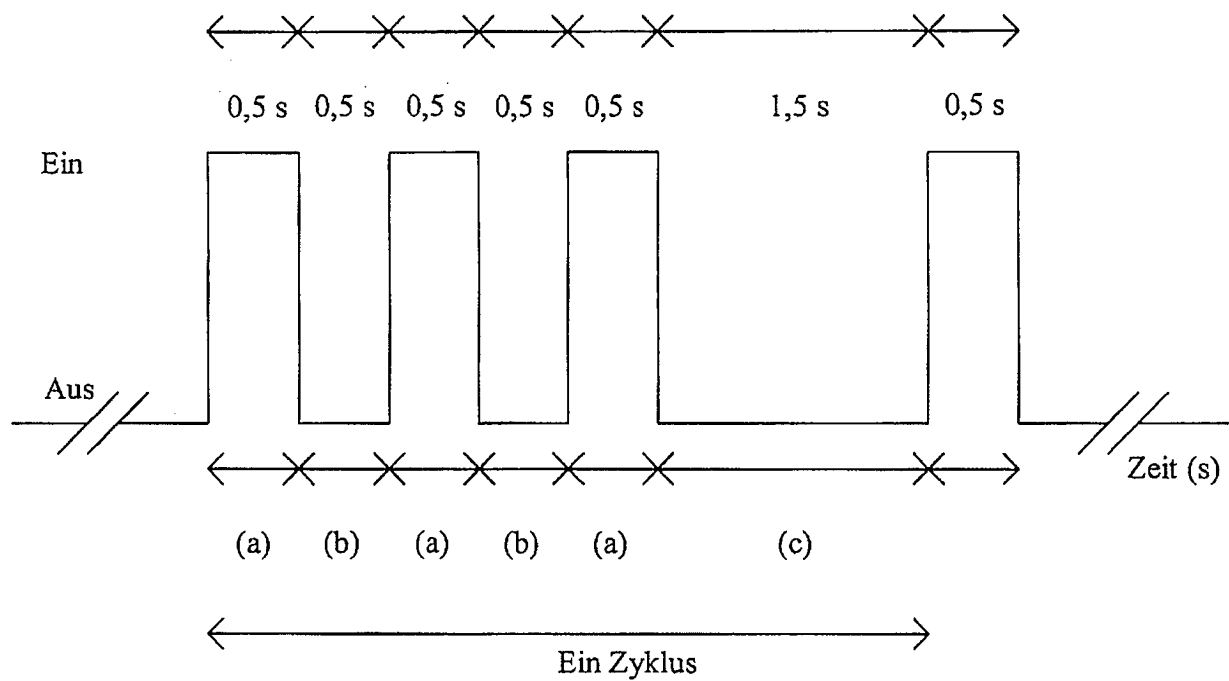
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, die ferner eine mit dem Prozessor verbundene Warnvorrichtung (370) umfasst.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, wobei die Warnvorrichtung (370) eine taktile Warnvorrichtung ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, wobei der Prozessor ferner so konfiguriert ist, dass er den Schritt des Sendens einer Aktivierungsmeldung zu einer Fernvorrichtung ausführt.

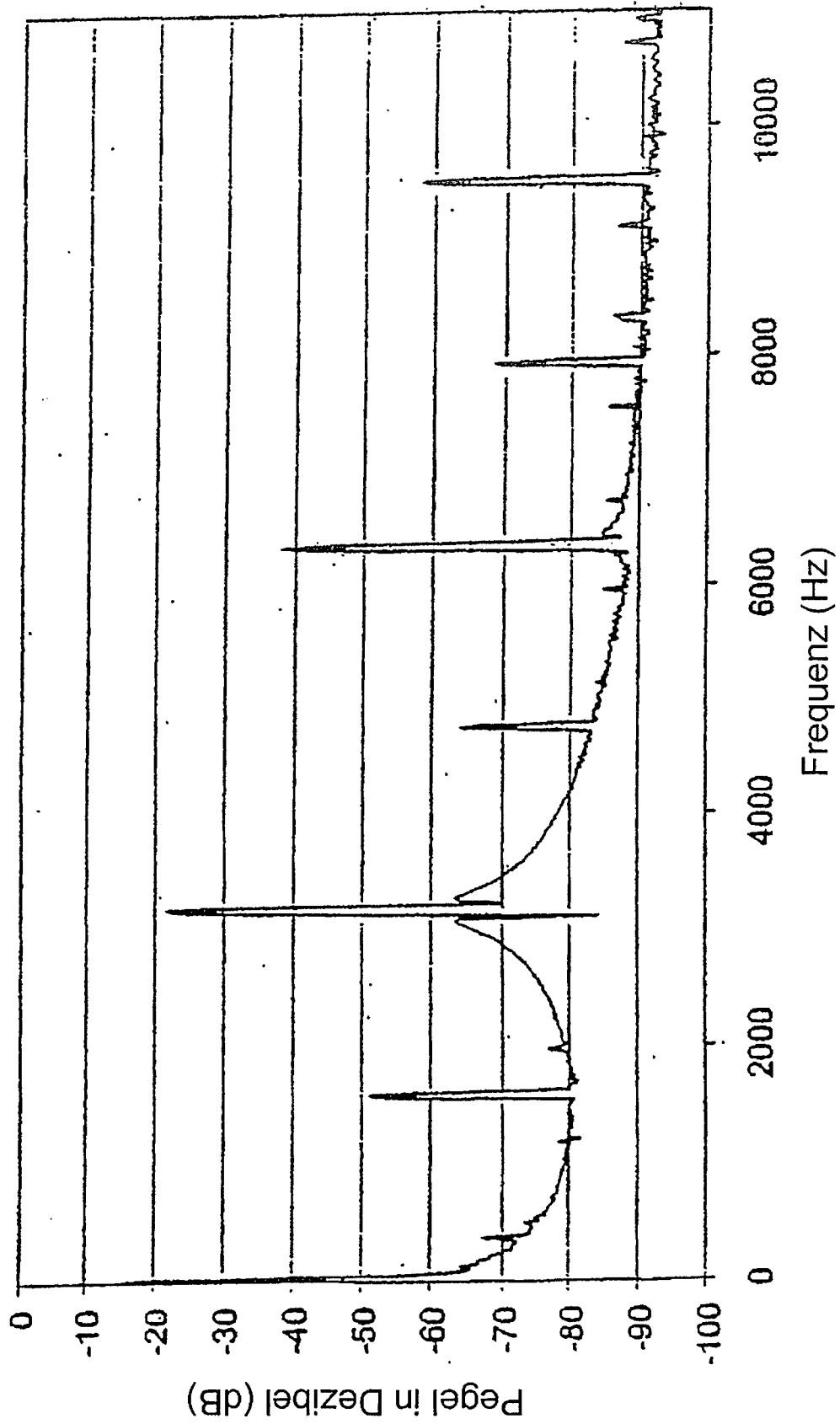
Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

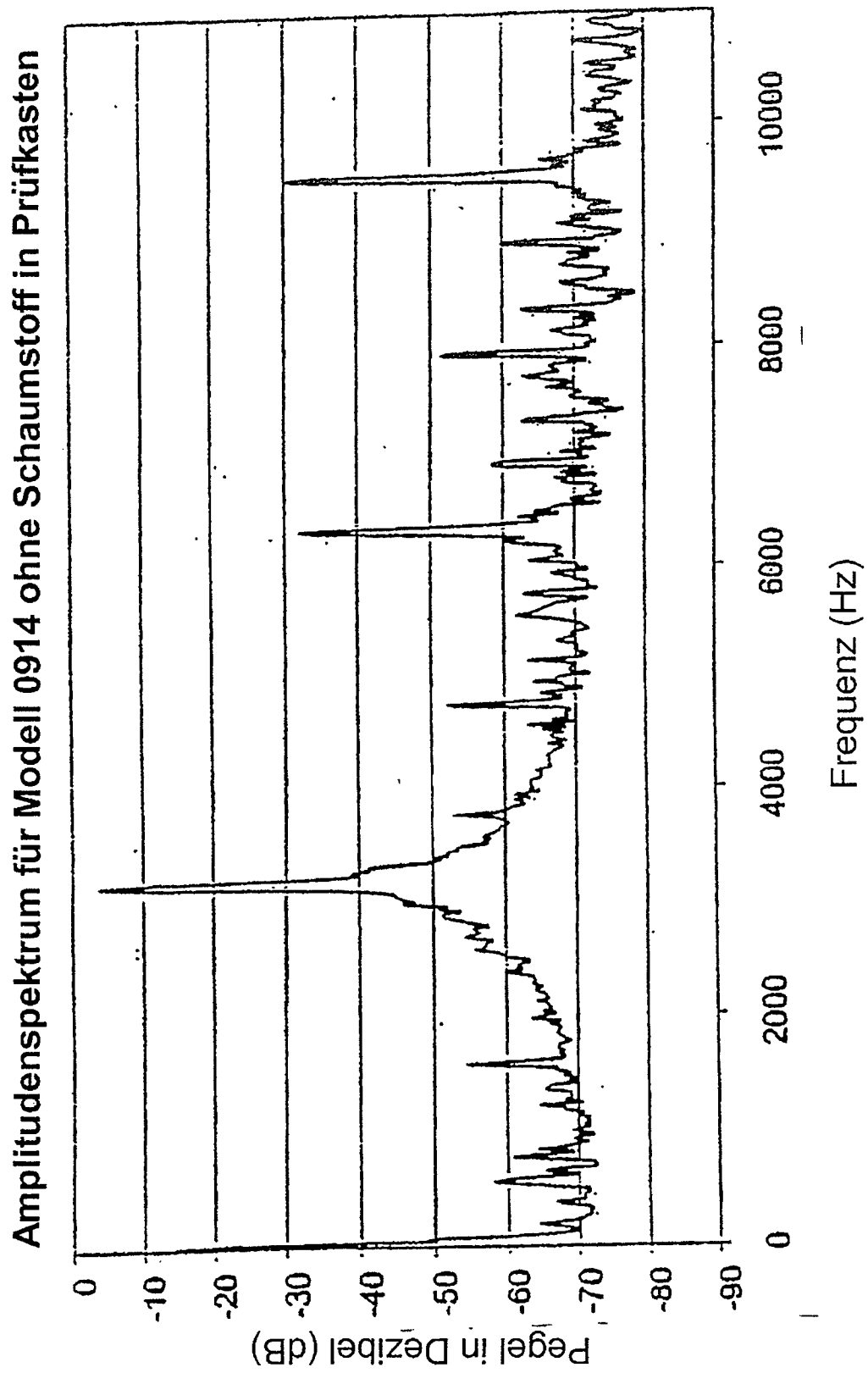


**Figur 1**

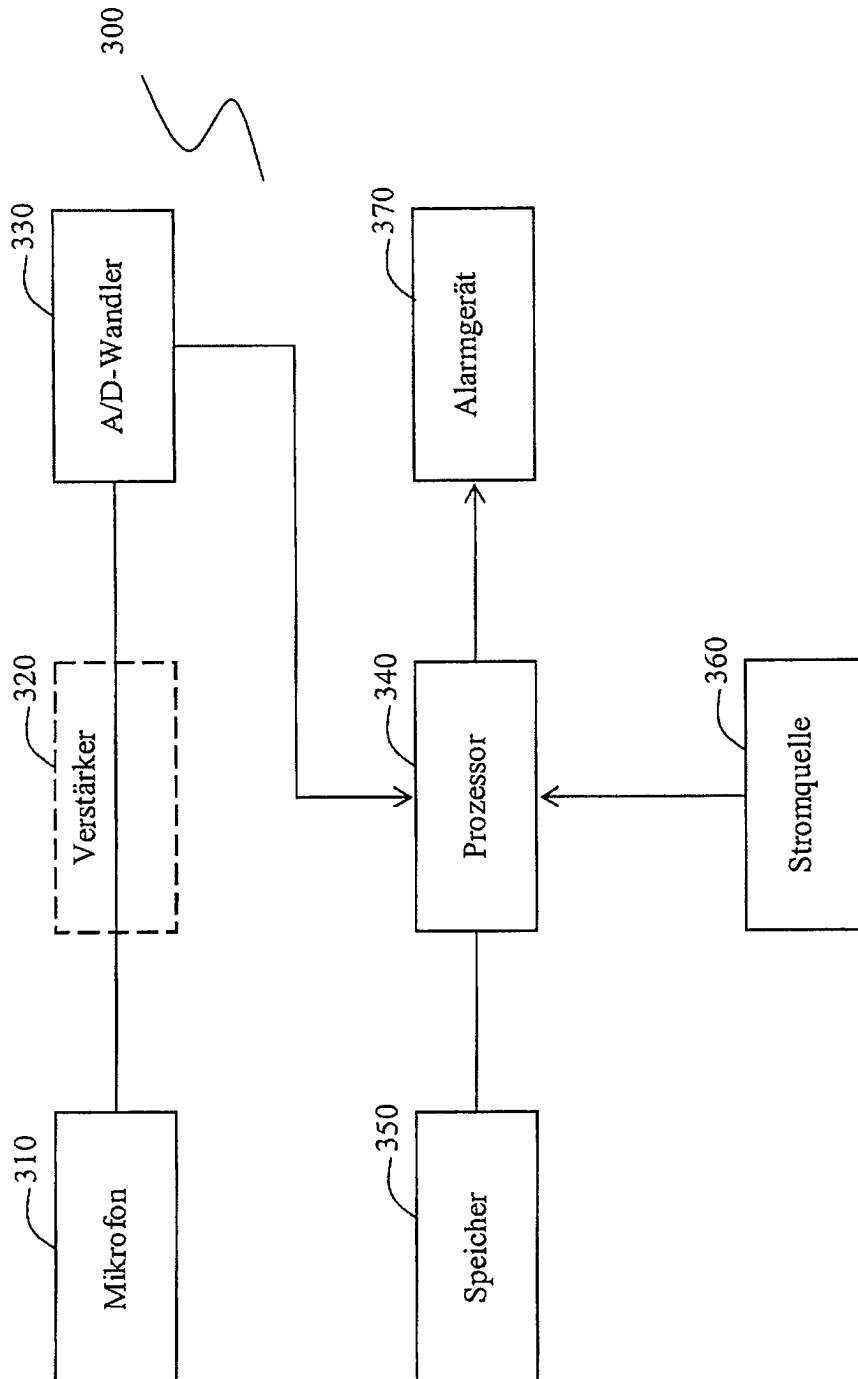
# Amplitudenspektrum für Modell 0914 mit Schaumstoff in Prüfkasten



Figur 2(a)

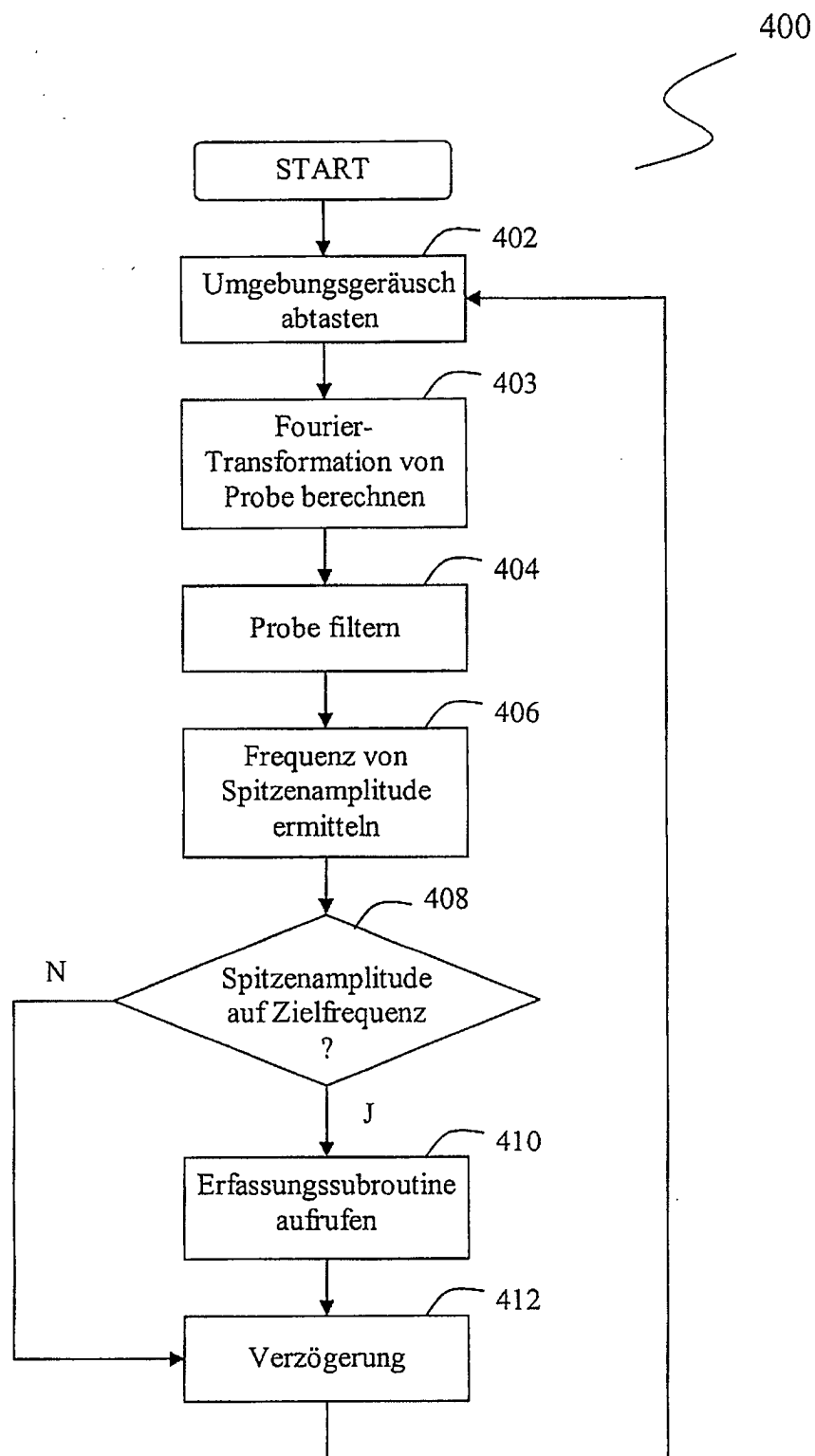


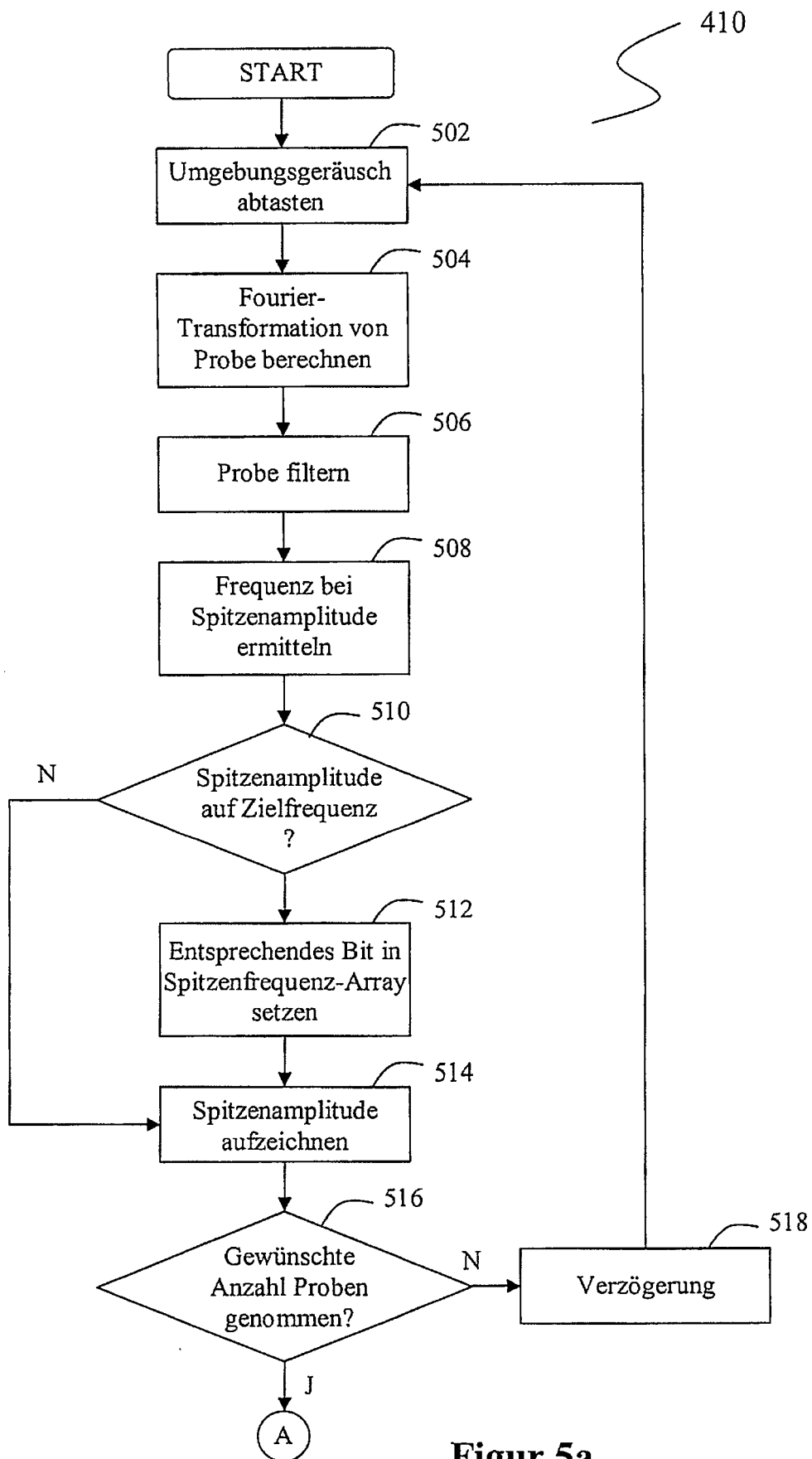
Figur 2(b)



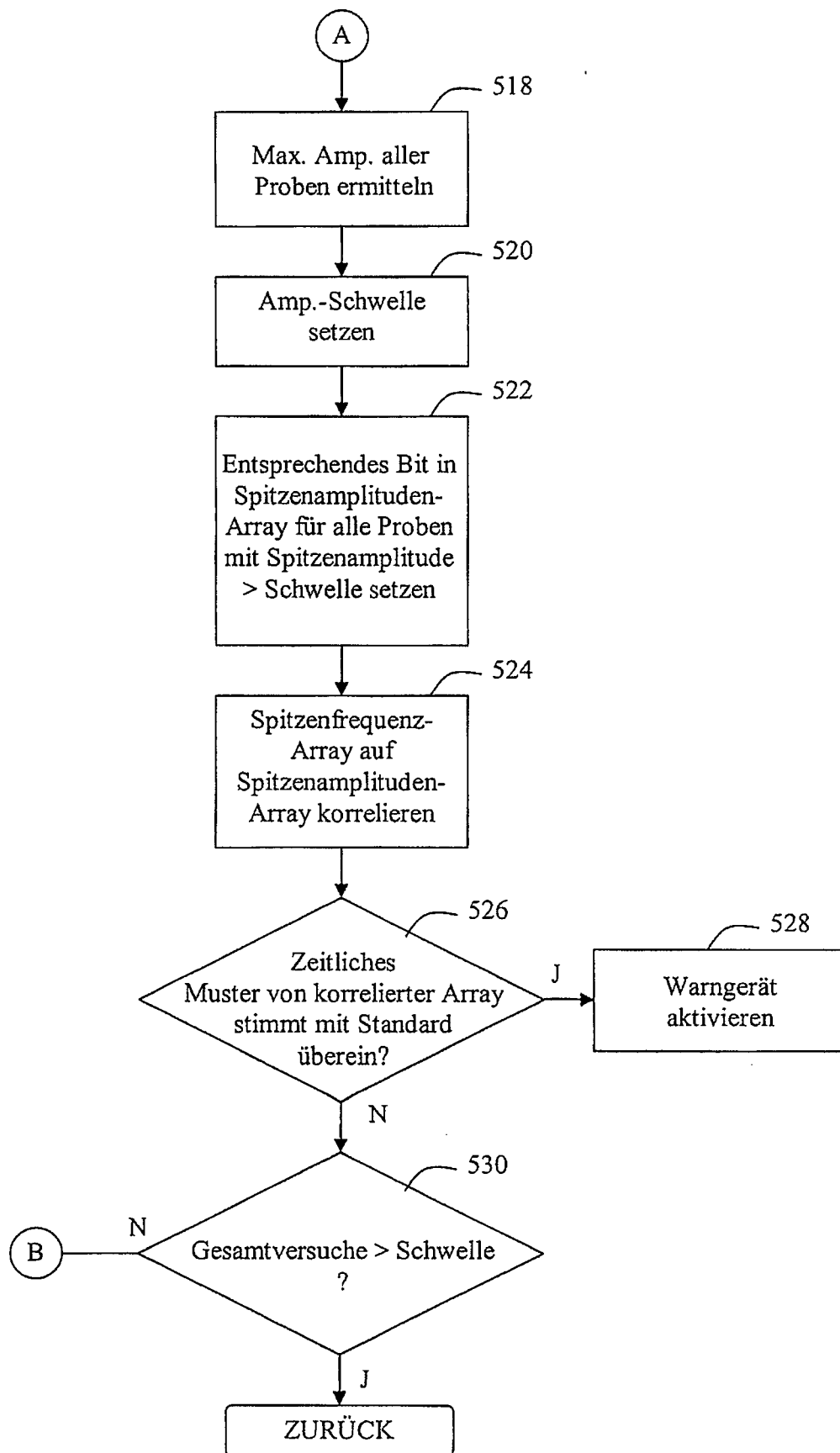
**Figur 3**



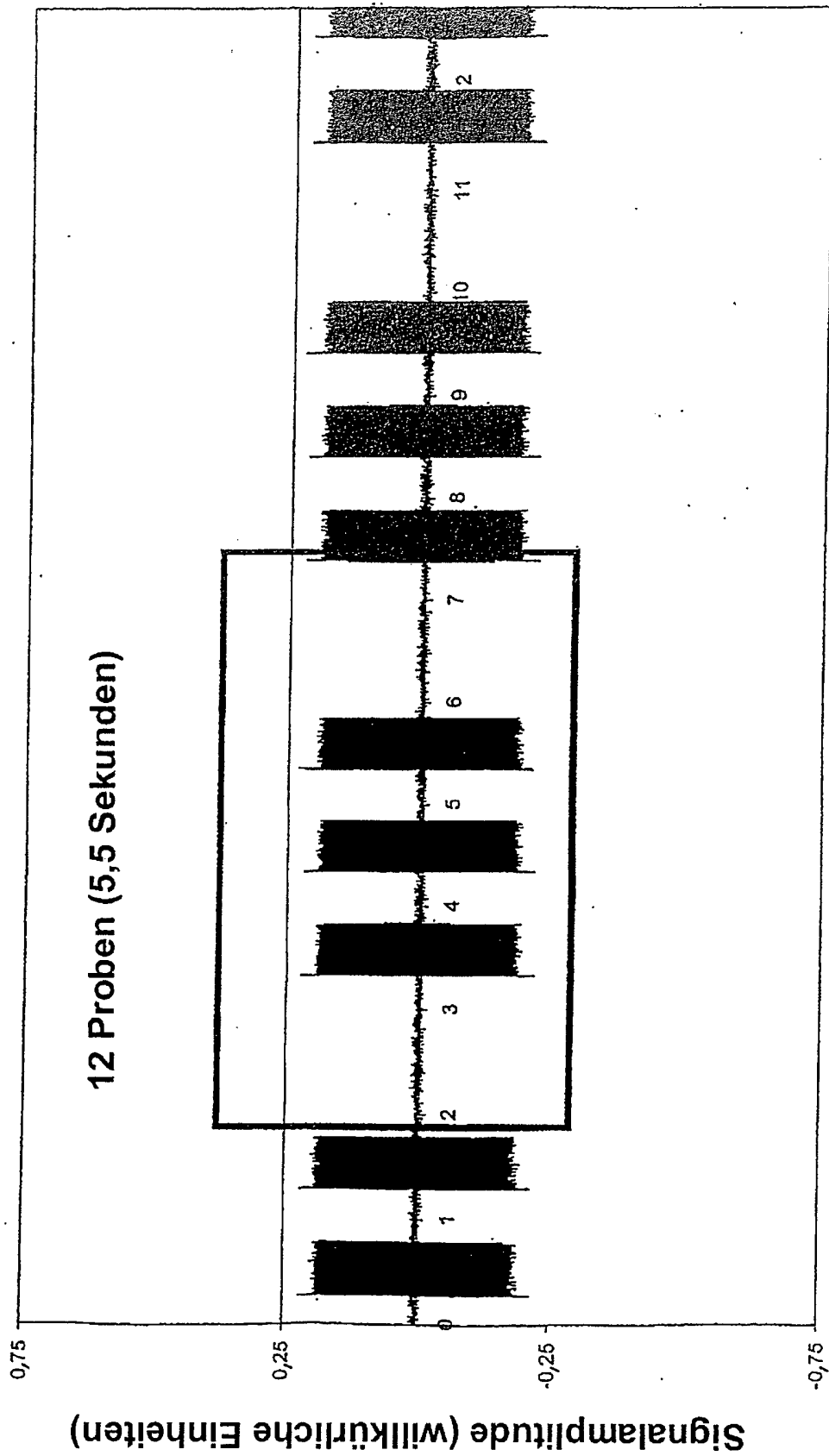
**Figur 4**



Figur 5a

**Figur 5B**

Gesamtabtastperiode

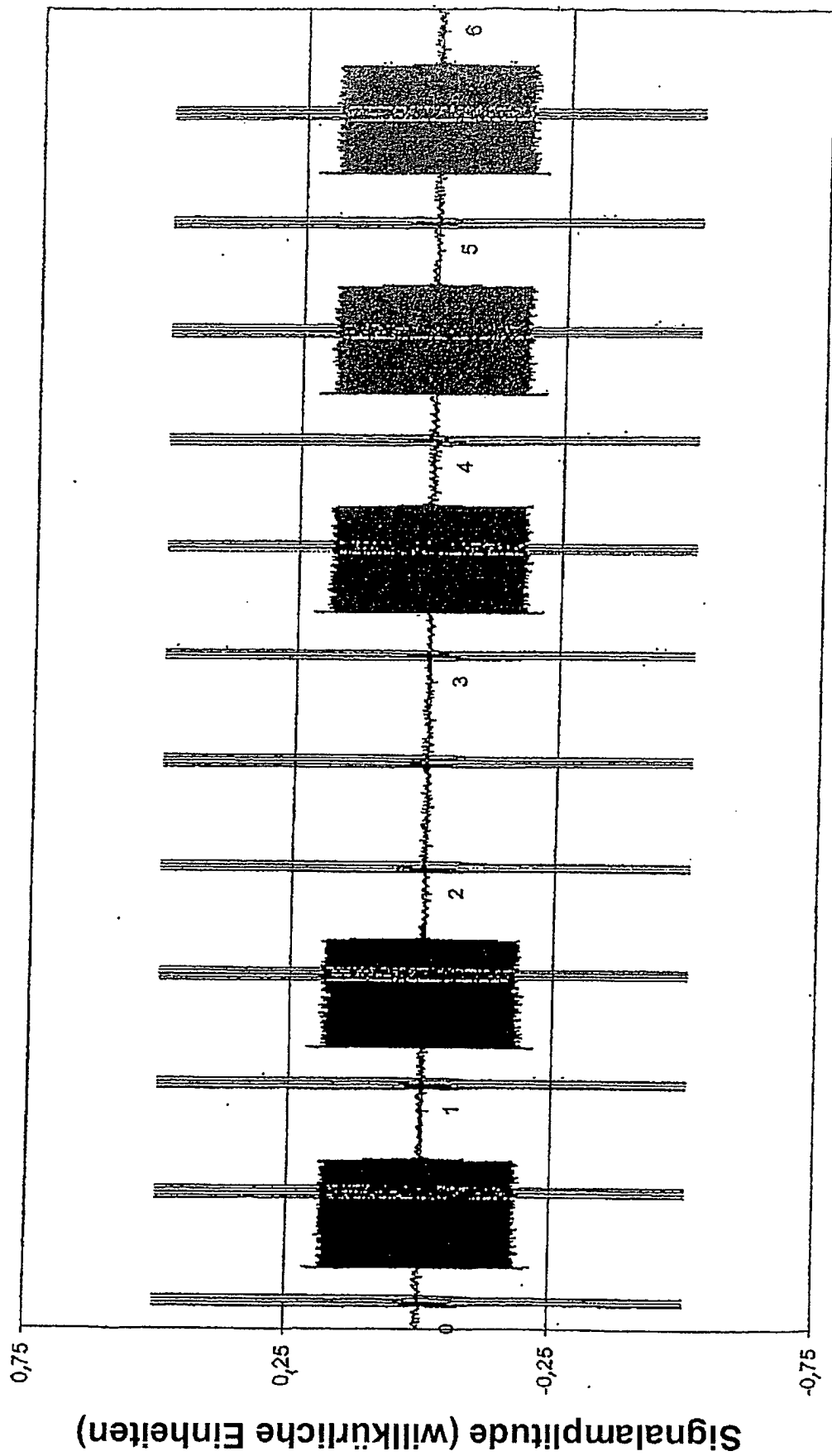


Zeit (s)

Figur 6

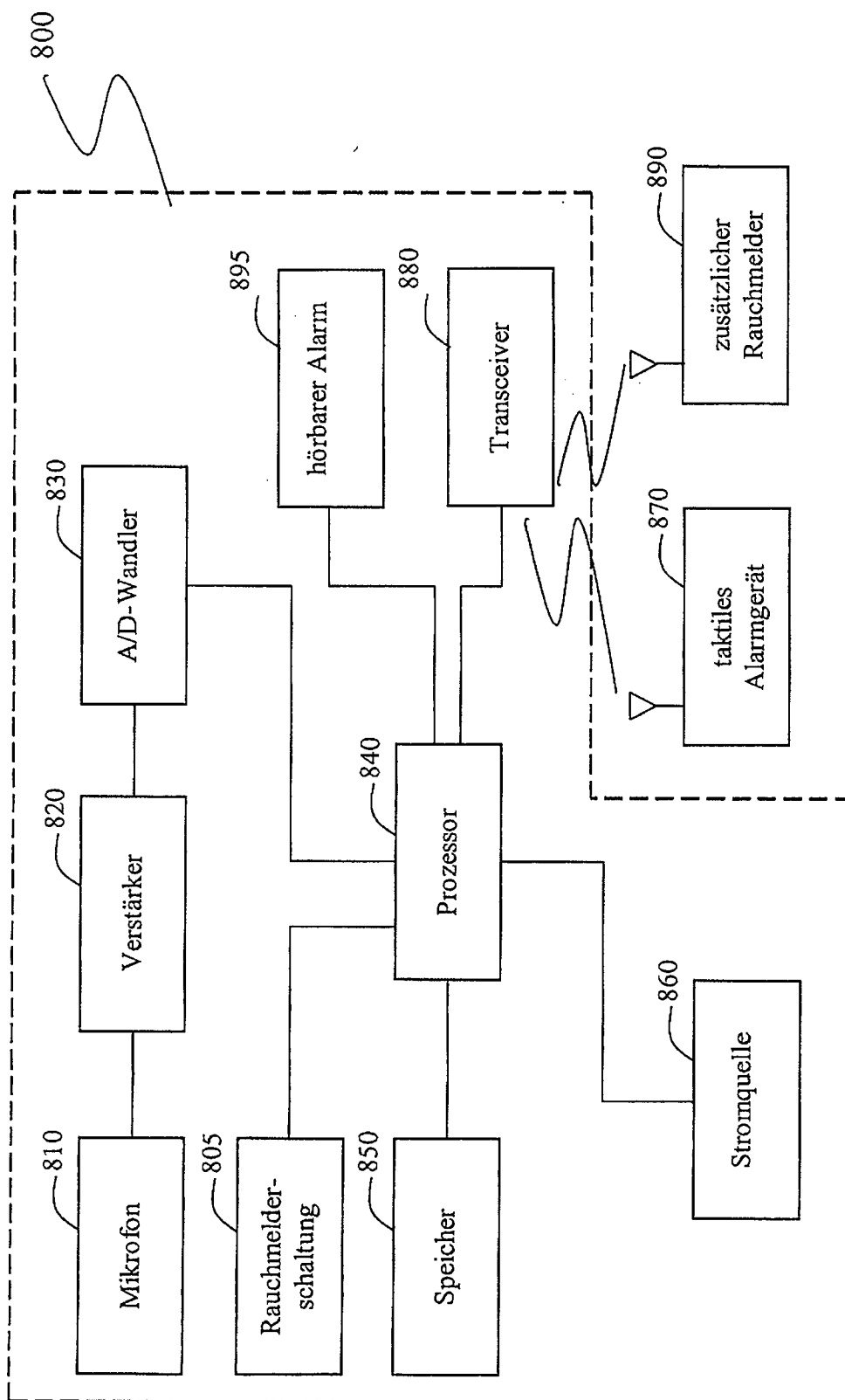
# Abtastmuster

Zwölf 50 ms Abtastungen im Abstand von je 0,5 s



Zeit (s)

Figur 7

**Figur 8**