



(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **199 42 658.9**

(51) Int Cl.: **G01R 23/20 (2006.01)**

(22) Anmelddatum: **07.09.1999**

**G01R 29/26 (2006.01)**

(43) Offenlegungstag: **16.11.2000**

**H04L 1/00 (2006.01)**

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **06.05.2021**

**A61B 5/318 (2021.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**288584** 08.04.1999 US

(72) Erfinder:  
**Snyder, David E., Bainbridge, Is., US; Lyster, Thomas D., Bothell, Wash., US**

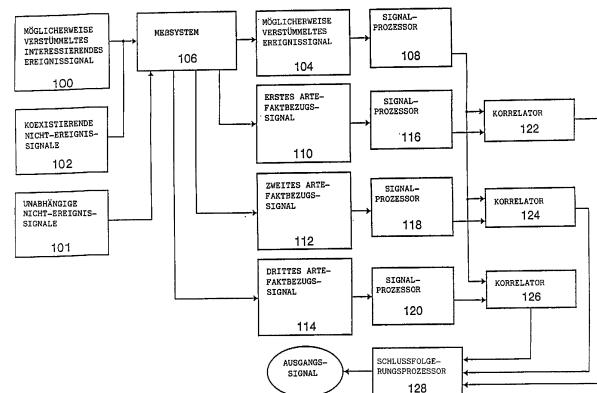
(73) Patentinhaber:  
**Agilent Technologies, Inc. (n.d.Ges.d. Staates Delaware), Santa Clara, Calif., US**

(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**siehe Folgeseiten**

(74) Vertreter:  
**Schoppe, Zimmermann, Stöckeler, Zinkler, Schenk & Partner mbB Patentanwälte, 81373 München, DE**

### (54) Bezeichnung: **Vorrichtungen und zugehörige Verfahren zur multivariablen Artefaktbeurteilung**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung (10) für einen Defibrillator zum Erfassen der Verstümmelung eines aus einem gemessenen Sensorsignal hergeleiteten auszuwertenden Differenzsignals, das eine Schock-Entscheidung (122) zulassen soll, wobei die Vorrichtung folgende Merkmale aufweist: einen Sensor (16, 18) mit in der Nähe eines Herzens zu platzierenden Elektroden (16, 18) zum Liefern des gemessenen Sensorsignals (100, 102), das auch von Artefakten in einer Herzüberwachungsumgebung abhängt; einem Differenzverstärker (50) zum Empfangen des gemessenen Sensorsignals (100, 102) von dem Sensor (16, 18) und zum Erhalten des auszuwertenden Differenzsignals aus dem gemessenen Sensorsignal; einem Gleichtaktverstärker (52) zum Empfangen des gemessenen Sensorsignals (100, 102) von dem Sensor (16, 18) und zum Erhalten eines Gleichtaktstroms aus dem gemessenen Sensorsignal; einem Impedanzdetektor (60) zum Empfangen des gemessenen Sensorsignals (100, 102) von dem Sensor (16, 18) und zum Liefern eines Transelektrodenimpedanzsignals aus dem gemessenen Sensorsignal; einem ersten Korrelator (58) zum Korrelieren des auszuwertenden Differenzsignals (100) mit dem Gleichtaktstrom, um ein erstes Korrelationssignal zu erzeugen; einem zweiten Korrelator (66) zum Korrelieren des auszuwertenden Differenzsignals (100) mit dem Transelektrodenimpedanzsignal, um ein zweites Korrelationssignal zu erzeugen; und einer Auswertungseinrichtung (128, 100) zum Analysieren des ersten und zweiten Korrelationssignals, um eine ...



(19)



Deutsches  
Patent- und Markenamt

(10) **DE 199 42 658 B4 2021.05.06**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	27 45 063	C2
DE	43 04 516	A1
DE	44 05 827	A1
DE	44 44 144	A1
DE	197 11 058	A1
DE	691 12 703	T2
DE	692 23 295	T2
US	5 632 280	A
US	5 650 750	A
US	5 247 939	A
EP	0 690 694	B1
WO	96/ 27 326	A1

**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf ein Artefaktbeurteilungsverfahren (Fehlerbeurteilungsverfahren) und eine Vorrichtung zum Erfassen der Verstümmelung von Signalen durch Artefakte (Fehler) unter Verwendung einer multivariablen Artefaktanalyse.

**[0002]** Ein übliches Problem, das der Verwendung von Meßgeräten zugeordnet ist, ist die fehlerhafte Messung, die aus der Einführung eines Artefaktsignals in das interessierende Ereignissignal resultiert. Typischerweise erfaßt ein Meßgerät ein einziges gemessenes Signal, das das interessierende Ereignissignal zusammen mit einem Pegel eines Artefakts, das sich auf eines oder mehrere Nicht-Ereignis-Signale bezieht, aufweist. Das resultierende gemessene Signal kann wesentlich verstümmelt sein, derart, daß man sich auf dasselbe nicht als eine genaue Darstellung des Ereignissignals verlassen sollte. Das Artefakt, das das Ereignissignal verstümmelt, kann aus mechanischen Störungen von Sensoren, elektromagnetischen Störungen etc. resultieren. Wie es für Fachleute offensichtlich ist, wird die Natur von Artefaktsignalen abhängig von der Natur des Meßgeräts und den Umweltbedingungen, unter denen die Messungen vorgenommen werden, variieren.

**[0003]** Ein Bereich, bei dem die Anwesenheit von Artefaktsignalen ein möglicherweise lebensbedrohendes Problem darstellt, ist der Bereich der medizinischen Diagnose und der medizinischen Geräteausstattung. Das Erscheinen eines nicht erfaßten Nicht-Ereignis-Signals in einem Überwachungsgerät eines Patienten kann dazu führen, daß ein Kliniker eine nicht korrekte Entscheidung bezüglich der Behandlung eines Patienten fällt, oder dazu führen, daß Geräte, die Algorithmen verwenden, um Entscheidungen zu fällen, selbst eine nicht korrekte Beurteilung des Patientenzustands liefern.

**[0004]** In dem Bereich der Herzüberwachung ist ein Gleichtaktsignal lediglich ein Typ eines Nicht-Ereignis-Signals, der eine Verstümmelung der Messung des interessierenden Ereignissignals bewirken kann. Herzüberwachungsvorrichtungen messen ein Differenzsignal zwischen zwei oder mehreren Elektroden. Typische Beispiele von Vorrichtungen, die Differenzspannungssignale messen, umfassen ein Elektrokardiograph-(„EKG“-) Überwachungssystem und Defibrillatorsysteme. Diese Systeme verwenden eine Mehrzahl von Elektroden, um ein Differenzsignal zu messen, das durch das Herz erzeugt wird. Beim Betrieb wird die Mehrzahl der Elektroden vorteilhaft auf dem Patienten plaziert. Wie es für Kliniker gut bekannt ist, sind diese Differenzsignale interessant, da dieselben eine Anzeige des Zustands des Patientenherzens (z. B. ein normales Schlagmuster gegenüber

einem Herzkammerflimmern („VF“; VF = Ventricular Fibrillation) ausgeben.

**[0005]** Wie es in der Technik gut bekannt ist, können Gleichtaktsignale (d. h. Signale, die gleichzeitig auf beiden Eingängen eines Differenzverstärkers mit im wesentlichen gleichem Betrag, Frequenz und Phase erscheinen) auf das interessierende Differenzsignal (z. B. das EKG-Signal, das durch das Herz erzeugt wird) überlagert und manchmal durch das System selbst in Differenzspannungssignale umgewandelt werden. Wie es in dem U.S.-Patent 5,632, 280, Leyde u. a., erörtert ist, kann diese Umwandlung schließlich zu einer Verstümmelung der interessierenden Differenzsignale führen, und bei einem Defibrillator kann dies zu einer möglicherweise schädlichen Fehldiagnose des tatsächlichen Herzzustands des Patienten führen.

**[0006]** Zusätzlich zu Gleichtaktsignalen kann das Ereignissignal durch Signale verstümmelt sein, die aus einer mechanischen Bewegung der Elektroden resultieren. Bei der Herzüberwachungseinstellung könnte eine derartige mechanische Bewegung beispielsweise das Resultat einer CPR sein, die bei dem Patienten durchgeführt wird. Die mechanische Bewegung der Brust des Patienten wird zu den Elektroden übertragen, die dann das Artefakt-Signal über das Ereignissignal überlagern, um ein verstümmeltes Signal zu erzeugen, das durch die Vorrichtung gemessen wird.

**[0007]** Da die Möglichkeit einer Fehldiagnose eventuell ernste Folgen hat, wurden mehrere Versuche durchgeführt, den Effekt eines Artefakts in einem Ereignissignal zu minimieren. Diese Anstrengungen haben zum großen Teil entweder die Eliminierung oder die Unterdrückung der Artefaktsignale betroffen. Durch Reduzieren der Artefaktsignale wird der Beitrag derselben auf das zusammengesetzte Signal, das durch die Vorrichtung gemessen wird, ähnlich reduziert.

**[0008]** Bei einem spezifischen Beispiel hat die Reduktion der Gleichtaktsignale mehrere Formen angenommen. Das erste übliche Verfahren ist die Kapazitätsreduktion, wie es in der Technik gut bekannt ist, induzieren Gleichtaktspannungen Gleichtaktströme, die umgekehrt proportional zu der Gesamtimpedanz um die Schleife zwischen dem Patienten, dem System und den Gleichtaktspannungsquellen sind. Um die Gleichtaktströme zu reduzieren, wird diese Impedanz so groß wie möglich gemacht, indem die Kapazität zwischen dem System und den Kabeln desselben nach außen reduziert wird.

**[0009]** Trotzdem hat die Kapazitätsminimierung ihre Grenzen. Die Schaltungen und die Verkabelung nehmen bestimmte minimale physische Bereiche ein, und die Kapazität kann lediglich durch Erhöhen des Abstands dieser Schaltungen von den äußeren Be-

zügen reduziert werden. Äußere Bezüge können die Masse oder Gegenstände außerhalb des Gerätes sein, oder können sogar andere Teile des gleichen Geräts sein, die unterschiedliche Potentialbezüge aufweisen.

**[0010]** Beispielsweise werden bei vielen medizinischen Geräten „getrennte“ Schaltungen, die mit dem Patienten aus Sicherheitsgründen verbunden sind, beibehalten. Diese Schaltungen halten einen lokalen Potentialbezug aufrecht, der nicht mit anderen Bezügen verbunden ist, um versehentlich elektrische Verletzungen zu reduzieren. Bei diesen Fällen bedeutet das Reduzieren der Kapazität bei derartigen „getrennten“ Schaltungen, das die Beabstandung innerhalb der Geräte zwischen den getrennten Schaltungen und anderen Abschnitten des Geräts, der Gerätehülle oder äußeren Gegenständen maximiert werden muß. Es ist jedoch ferner wichtig, die physische Größe des Geräts zu begrenzen, so daß das Erhöhen der verfügbaren Beabstandung als ein Mittel zum Begrenzen der Gleichtaktströme praktische Grenzen besitzt.

**[0011]** Eine zweite Hauptanstrengung, um die Gleichtaktströme zu reduzieren, ist das Abschirmen. In diesem Fall sind die Abschirmungen Äquipotentialoberflächen, wie z. B. Metallhüllen, die verwendet werden, um den Eintritt von elektromagnetischen Feldern in Geräte und die Verkabelung zu blockieren. Derartige Felder können beispielsweise von Elektroleitungen, Radiosendern oder sich nahe bewegenden geladenen Objekten ausgehen, und können Gleichtaktströme in Schaltungen induzieren, auf die dieselben treffen.

**[0012]** Die Geräteabschirmung umfaßt jedoch nicht den Patienten - eine Hauptquelle der Gleichtaktkopplung. Die Abschirmung des Gerätesystems verhindert folglich nicht die Anwesenheit von großen Gleichtaktquellen bei Elektrodenverbindungen, denen folgend eine Gleichtakt- zu Differenz-Umwandlung ohne eine Sperrung fortfährt. Die Abschirmung könnte tatsächlich die Probleme durch Erhöhen der Kapazität zwischen der Gerätemasse und der Erdmasse verschlimmern, was folglich den Gleichtaktstromfluß erleichtert.

**[0013]** An die Unzulänglichkeiten der Abschirmung eng angepaßt, besteht ein drittes Gleichtaktsignalreduktionsverfahren darin, zusätzliche Elektroden zu verwenden, um Ströme um die Zuleitungen bei einer Bemühung abzuzweigen, den Gleichtaktstrom zu eliminieren. Bei einigen Systemen ist eine dritte Elektrode an dem Patienten befestigt und mit dem Gerätepotentialbezug verbunden, um Gleichtaktströme um die Differenzelektrodenzuleitungen abzuzweigen. Dies führt zu einer Reduktion - jedoch nicht einer Elimination - von Gleichtaktströmen in den Differenz-eingangszuleitungen. Ferner trägt das Hinzufügen ei-

ner dritten Elektrode zur Verkomplizierung der Schaltungsanordnung bei, die minimal lediglich zwei Patientenelektroden erfordert.

**[0014]** Ein viertes Verfahren zum Reduzieren der Effekte von Gleichtaktsignalen ist das Filtern. Einige Gleichtaktsignale, insbesondere dieselben bei niedrigen Frequenzen (z. B. unterhalb von 1 Hz) oder bei Stromleitungs frequenzen liegen außerhalb des normalen Durchlaßbereichs, der für EKG-Signale (üblicherweise zwischen 0,5-40 Hz) erwünscht ist, und folglich kann das zusammengesetzte Signal durch ein Durchlaßbereichsfiltern verbessert werden. Trotzdem nimmt ein großer Teil sowohl bei den Gleichtaktartefakten als auch den EKG-Signalen den gleichen Teil des Spektrums ein, was die Effektivität des Filters begrenzt, viele Artefakte, die bei der Patientenbehandlung angetroffen werden, fallen in den normalen EKG-Durchlaßbereich und besitzen Zeitcharakteristika, die die EKG-Signale nachahmen.

**[0015]** Wie im vorgehenden erwähnt, eliminiert keines dieser Verfahren zum Behandeln der Anwesenheit von Gleichtaktsignalen vollständig die Effekte eines umgewandelten Gleichtakt-zu-Differenz-Signals. Folglich ist die Möglichkeit für eine Fehldiagnose eine sehr reale und ernste Möglichkeit - selbst nachdem diese Unterdrückungsverfahren angewendet wurden.

**[0016]** Ein weiterer Lösungsansatz beim Minimieren des Effekts von Artefakten besteht darin, Gleichtaktartefaktsignale innerhalb eines möglicherweise verstümmelten EKG-Signals zu erfassen. Das U.S.-Patent 5,650,750 an Leyde u. a. (das hierin durch Bezugnahme aufgenommen ist) offenbart eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Erfassen der Anwesenheit von Differenzsignalen, dort, wo die Signale durch Gleichtaktsignale verstümmelt sein könnten. Die Vorrichtung sieht eine niedrige Gleichtaktsignalimpedanz mit einer relativ hohen Differenzimpedanz vor. Diese Vorrichtung verhindert, daß kleine Gleichtaktströme in große Gleichtaktspannungen übersetzt werden, die dann unerwünschterweise durch einen Verstärkerblock geleitet werden. Wie es für Fachleute offensichtlich ist, ist der Durchgang derartiger Gleichtaktspannungen nicht wünschenswert, da die Spannungen anschließend auf die Differenzspannungen überlagert werden, was zu einer falsch positiven oder falsch negativen Diagnose der Notwendigkeit einer Defibrillation bei einem Patienten führen kann. Die Vorrichtung von Leyde kann jedoch nicht notwendigerweise Artefakte erfassen, die durch Bewegung verursacht werden. Zusätzlich könnten andere Artefakttypen mit einer derartigen Vorrichtung und einem derartigen Verfahren nicht erfaßt werden.

**[0017]** Ein weiteres Beispiel, das U.S.-Patent 5,247,939 an Sjoquist u. a. (dessen Beschreibung hierin durch Bezugnahme aufgenommen ist), be-

schreibt einen Lösungsansatz zum Erfassen einer Bewegung, die ein Artefaktsignal in einem EKG-Signal verursachen könnte. Sjoquist offenbart einen/eine Defibrillator/Überwachungsvorrichtung, der/die eine Bewegungserfassungsschaltung mit Steuer- und Verarbeitungs-Schaltungen verwendet, die eine Bewegung bei einer Patienten-Elektroden-Schnittstelle erfassen. Insbesondere werden Patientenelektroden verwendet, um ein EKG-Signal von einem Patienten zu erfassen, und um ferner bewegungshervorgerufene Impedanzvariationen bei unterschiedlichen Elektroden/Patienten-Schnittstellen zu erfassen, die bewirken können, daß EKG-Signale von dem Patienten durch den/die Defibrillator/Überwachungsvorrichtung fehlinterpretiert werden. Dementsprechend kann der/die Defibrillator/Überwachungsvorrichtung eine Bewegung erfassen und den Betrieb solange sperren, bis die Bewegung nicht länger vorhanden ist. Daher wird das EKG-Signal als verstümmelt bestimmt, wenn die erfaßte Impedanzvariation einen spezifischen Wert überschreitet, derart, daß ein defibrillierender Schock verhindert wird. Es kann jedoch ein wesentliches bewegungsbezogenes Artefakt in dem EKG existieren, ohne daß eine ausreichende Impedanzvariation erfaßt wird. Diese Implementation wird ferner keine anderen Artefakttypen erfassen, die anwesend sind. Beispielsweise wird ein Gleichstrom-hervorgerufenes Artefakt nicht erfaßt, da daselbe nicht notwendigerweise zu einer Impedanzvariation führt. Daher kann ein Schock ungeeignet übertragen oder zurückgehalten werden.

**[0018]** Außerdem ist es möglich, daß eine Bewegung vorhanden ist, die erfaßt wird, ohne daß dieselbe ein Artefakt erzeugt, das wesentlich das große EKG-Signal verändert. Da es kein Verfahren zum Korrelieren des Bewegungserfassungssignals mit möglicherweise verstümmelten EKG-Signalen gibt, kann die Vorrichtung nicht zwischen einer Bewegung unterscheiden, die das EKG-Signal beeinflußt, und einer Bewegung, die das Signal nicht beeinflußt; was zu einer Situation führt, bei der eine Behandlung ungeeignet zurückgehalten wird. Beispielsweise ist es wahrscheinlich, daß ein Patient, der aufgrund eines Herzstillstands Krämpfe hat, eine bestimmte Bewegung aufgrund einer wesentlichen Muskelkontraktion (z. B. quälendes Atmen) besitzt. Diese Bewegung sollte keine Bewegung erzeugen, die ein erkennbares Artefakt innerhalb des EKG-Signals erzeugt. Dementsprechend ist es für derartige Fälle wünschenswert, genauer die Anwesenheit eines Artefakts und die Effekte desselben auf das interessierende Ereignissignal derart zu erfassen, das eine effektivere Patientenbehandlung möglich ist.

**[0019]** Die WO 96/ 27 326 A1 beschreibt ein Verfahren zum Analysieren von Signalen, die in eine Vorrichtung eingegeben werden, die Eingangssignale in einer Umgebung detektiert, wo die Eingangssignale einen Differentialmodus (differential mode) um-

fassen, der potentiell mit einem Gleichphasenmodus (common mode) koexistiert, und zum Bestimmen, ob die Eingangssignale verwendet werden können. Die Signale werden in die Vorrichtung eingegeben. Die Eingangssignale werden zudem in Zwischensignale gewandelt, die auf bekannten Funktionen des Differentialmodus und des Gleichphasenmodus der Eingangssignale basieren. Schließlich wird zumindest eines der Zwischensignale verwendet, um das Ausmaß zu bestimmen, in dem ein Gleichphasenmodus vorliegt, und um entsprechend dem Ausmaß, in dem der Gleichphasenmodus in den Eingangssignalen vorliegt zu bestimmen, ob das Zwischensignal, das auf einer bekannten Funktion des Differentialmodus basiert, weiter zu analysieren ist.

**[0020]** Weiterer Stand der Technik kann folgenden Dokumenten entnommen werden: DE 691 12 703 T2, DE 44 44 144 A1, DE 27 45 063 C2, DE 43 04 516 A1, DE 197 11 058 A1, DE 692 23 295 T2, DE 44 05 827 A1 und EP 0 690 694 B1.

**[0021]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Vorrichtung und ein Verfahren für einen Defibrillator zum Erfassen der Verstümmelung eines aus einem gemessenen Sensorsignal hergeleiteten Differenzsignal und eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Erfassen der Verstümmelung eines Ereignissignals eines aus einem gemessenen Sensorsignal hergeleiteten Signal zu schaffen, die ein verbessertes Erfassen der Anwesenheit und Bedeutung von Artefaktsignalen ermöglichen, die ein Ereignis- bzw. Differenzsignal, wie z. B. ein Herzereignissignal oder ein EKG-Signal, verstümmeln können, und die aus mehreren möglichen Quellen resultieren.

**[0022]** Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 6 und ein Verfahren gemäß Anspruch 15 oder 16 gelöst.

**[0023]** Die vorliegende Erfindung ist ein neues Verfahren und eine neue Vorrichtung zum Analysieren eines möglicherweise verstümmelten Ereignissignals und eines oder mehrerer Nicht-Ereignis-Signale, um zu bestimmen, ob die Anwesenheit des Artefakts in dem Ereignissignal eine genaue Beurteilung des interessierenden Ereignissignals ausschließt.

**[0024]** Bei einem Ausführungsbeispiel ist eine Vorrichtung zum Erfassen der Verstümmelung eines Ereignissignals mit einem Artefakt in einer Umgebung vorgesehen, in der die möglicherweise verstümmelten Ereignissignale mit zwei oder mehreren Nicht-Ereignis-Signalen koexistieren, die sich auf das Artefakt beziehen können. Die Vorrichtung weist einen Sensor zum Liefern eines Eingangssignals, wobei das Eingangssignal ein Ereignissignal aufweist, das mit zwei oder mehreren Nicht-Ereignis-Signalen koexistiert, ein Meßsystem zum Empfangen des Eingangssignals von dem Sensor und zum Trennen des

empfangenen Eingangssignals in die Bestandteile desselben, wobei das Meßsystem einen Empfänger zum Empfangen des Eingangssignals, einen Detektor zum Erfassen des Ereignissignals aus dem empfangenen Eingangssignal und Detektoren zum Erfassen der Nicht-Ereignis-Signale aus dem empfangenen Eingangssignal aufweist, Korrelatoren zum Vergleichen des erfaßten Ereignissignals mit jedem der erfaßten Nicht-Ereignis-Signale, um jeweilige Korrelationssignale zu erzeugen, und einen Schlußfolgerungsprozessor zum Analysieren der Korrelationssignale auf, um eine Anzeige der Signalverstümmelung zu erzeugen.

**[0025]** Mehrere spezifische Implementationen des ersten Ausführungsbeispiels sind denkbar. Beispielsweise ist bei einem spezifischen Ausführungsbeispiel die Vorrichtung ein Patientenüberwachungssystem, das eine Mehrzahl von Patientenparametern überwachen kann. Die Patientenparameter umfassen, sind jedoch nicht darauf begrenzt, das EKG, das EEG, den Puls, die Temperatur oder jede beliebige andere biologische Funktion oder Aktivität. Diese Patientenparameter sind dann die interessierenden Ereignissignale. Bei einer spezifischeren Implementation ist die Vorrichtung ein Defibrillator, der ein EKG messen kann. In diesem Fall ist das EKG das interessierende Ereignissignal.

**[0026]** Der Schlußfolgerungsprozessor (die Schlußfolgerungsverarbeitungseinrichtung) der Vorrichtung kann die Korrelationssignale bestimmen, um zu bestimmen, ob das Ereignissignal verstümmelt ist. Alternativ kann der Schlußfolgerungsprozessor (Inferenzprozessor) die Korrelationssignale analysieren, um einen Verstümmelungsgrad des Ereignissignals zu bestimmen. Schlußfolgerungsprozessoren sind typischerweise aus einer Gruppe ausgewählt, die aus Spitzenerfassungsvorrichtungen, Polynomregressionseinrichtungen, Mehrwertmengenoperationseinrichtungen (Fuzzy-Set-Operationseinrichtungen), neuronalen Netzen, Wahrscheinlichkeitsschätzvorrichtungen und statistischen Klassifizierern besteht.

**[0027]** Die koexistierenden Signale, die Teil des Eingangssignals sind, sind typischerweise aus einer Gruppe ausgewählt, die aus einer Differenzspannung, einer Impedanz und einem Gleichtaktstrom besteht. Eine Mehrzahl von Signalprozessoren (Signalverarbeitungseinrichtungen) zum Verarbeiten der Ereignis- und Nicht-Ereignis-Signale vor der Korrelation kann vorgesehen sein. Diese Signalprozessoren sind typischerweise aus einer Gruppe ausgewählt, die aus linearen und nicht linearen Transformationseinrichtungen besteht. Alternativ können diese Signalprozessoren aus einer Gruppe ausgewählt sein, die aus Filtern, Fourier-Transformationseinrichtungen, Wellenlängentransformationsein-

richtungen und verbundenen Zeit-Frequenz-Spektrogrammeinrichtungen besteht.

**[0028]** Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel der Erfindung weist die Vorrichtung folgende Merkmale auf: einen Sensor zum Liefern eines ersten Eingangssignals, wobei das erste Eingangssignal das Ereignissignal aufweist; mindestens einen zusätzlichen Sensor zum Liefern mindestens eines zusätzlichen Eingangssignals, wobei das zusätzliche Eingangssignal ein Nicht-Ereignis-Signal aufweist; ein Meßsystem zum Empfangen der Eingangssignale von den Sensoren und zum Erfassen des Ereignis- und des Nicht-Ereignis-Signals, wobei das Meßsystem einen Empfänger zum Empfangen des ersten Eingangssignals, einen Detektor zum Erfassen eines Ereignissignals aus dem empfangenen ersten Eingangssignal, Empfänger zum Empfangen der zusätzlichen Eingangssignale und Detektoren zum Erfassen der Nicht-Ereignis-Signale aus dem empfangenen zusätzlichen Eingangssignalen aufweist; Korrelatoren zum Vergleichen des erfaßten Ereignissignals mit jedem der erfaßten Nicht-Ereignis-Signale, um jeweilige Korrelationssignale zu erzeugen; und einen Schlußfolgerungsprozessor zum Analysieren der Korrelationssignale, um eine Anzeige der Signalverstümmelung zu erzeugen.

**[0029]** Wie bei dem obigen Ausführungsbeispiel sind mehrere spezifische Implementationen des zweiten Ausführungsbeispiels denkbar. Beispielsweise ist bei einem spezifischen Ausführungsbeispiel die Vorrichtung ein Patientenüberwachungssystem, das eine Mehrzahl von Patientenparametern überwachen kann. Die Patientenparameter umfassen, sind jedoch nicht darauf beschränkt, das EKG, das EEG, den Puls, die Temperatur oder jede beliebige andere biologische Aktivität. Diese Patientenparameter sind die interessierenden Ereignissignale. Bei einer spezifischeren Implementation ist die Vorrichtung ein Defibrillator, der ein EKG messen kann. Bei diesem Fall ist das EKG das interessierende Ereignissignal.

**[0030]** Dieses Ausführungsbeispiel kann alternativ mit einer Mehrzahl von zusätzlichen Sensoren zum Vorsehen einer Mehrzahl von Nicht-Ereignis-Signalen versehen sein.

**[0031]** In jedem Fall kann der Schlußfolgerungsprozessor (die Schlußfolgerungsverarbeitungseinrichtung) die Korrelationssignale analysieren, um zu bestimmen, ob das Ereignissignal verstümmelt ist. Alternativ kann der Schlußfolgerungsprozessor die Korrelationssignale analysieren, um einen Verstümmelungsgrad des Ereignissignals zu bestimmen. Derartige Schlußfolgerungsprozessoren werden typischerweise aus einer Gruppe ausgewählt, die aus Spitzendetektoren, Polynomregressionseinrichtungen, Mehrwertmengenoperationseinrichtungen (Fuzzy-Set-Operationsein-

richtungen), neuronalen Netzen, Wahrscheinlichkeitsschätzvorrichtungen und statistischen Klassifizierern besteht. Die Vorrichtung kann ferner eine Mehrzahl von Signalprozessoren (Signalverarbeitungseinrichtungen) zum Verarbeiten des Ereignis- und Nicht-Ereignis-Signals vor der Korrelation aufweisen. Diese Signalprozessoren sind typischerweise aus einer Gruppe ausgewählt, die aus linearen und nicht linearen Transformationseinrichtungen besteht. Insbesondere sind die Prozessoren aus einer Gruppe ausgewählt, die aus Filtern, Fourier-Transformationseinrichtungen, Wellenlängentransformationseinrichtungen und verbundenen Zeit-Frequenz-Spektrogrammeinrichtungen besteht.

**[0032]** Alternativ kann in jedem Fall in einer Umgebung, in der die Eingangssignale zusätzliche koexistierende Nicht-Ereignis-Signale aufweisen, das Meßsystem zusätzlich die Eingangssignale von den Sensoren in ihre Bestandteile trennen, wodurch zusätzliche Nicht-Ereignis-Signale geliefert werden.

**[0033]** Mehrere Verfahren können verwendet werden, um die Erfindung oder jedes beliebige der spezifischen Ausführungsbeispiele, die oben beschrieben sind, zu betreiben. Bei einem ersten Verfahren wird die Unversehrtheit des Ereignissignals unter Verwendung einer Vorrichtung zum Erfassen der Verstümmelung eines Ereignissignals durch ein Artefakt in einer Umgebung, in der möglicherweise verstümmelte Ereignissignale mit zwei oder mehreren Nicht-Ereignis-Signalen koexistieren, die sich auf das Artefakt beziehen, bestimmt. Die Unversehrtheit wird durch folgende Schritte bestimmt: Erfassen eines Eingangssignals; Erfassen eines Eingangssignals durch ein Meßsystem; Trennen des Eingangssignals in die Bestandteile desselben; Korrelieren der resultierenden Bestandteile, um ein korreliertes Signal zu erzeugen; Liefert des korrelierten Signals zu einem Schlußfolgerungsprozessor; und dann Bestimmen, ob das Ereignissignal mit Vertrauen verwendet werden kann. Die Trenn- und Korrelier-Schritte werden eine Mehrzahl von Malen derart wiederholt, daß mehr als ein korreliertes Signal zu dem Schlußfolgerungsprozessor geliefert wird.

**[0034]** Der Schlußfolgerungsprozessor kann ferner das korrelierte Signal mit einem Schwellenwert vergleichen. Alternativ kann der Schlußfolgerungsprozessor die korrelierten Signaldaten analysieren, um die Wahrscheinlichkeit eines Artefakts zu bestimmen. Es wird ferner darüber nachgedacht, daß der Erfassungsschritt eine Mehrzahl von Malen wiederholt werden kann, um mehr als ein Eingangssignal zu der Vorrichtung zu liefern.

**[0035]** Bei einem alternativen Verfahren der Erfindung wird das Verfahren mit folgenden Schritten durchgeführt: Erfassen einer Mehrzahl von Eingangssignalen mit einer Mehrzahl von Sensoren;

Erfassen der Eingangssignale von den Sensoren durch ein Meßsystem; Trennen mindestens eines Eingangssignals in die Bestandteile; Korrelieren der resultierenden Bestandteile, um ein korreliertes Signal zu erzeugen; Liefert des korrelierten Signals zusammen mit mindestens einem zusätzlichen Eingangssignal zu einem Schlußfolgerungsprozessor; und dann Bestimmen, ob das Ereignissignal mit Vertrauen verwendet werden kann.

**[0036]** Wiederum kann der Schlußfolgerungsprozessor das korrelierte Signal mit einem Schwellenwert vergleichen. Alternativ kann der Schlußfolgerungsprozessor die korrelierten Signaldaten analysieren, um die Wahrscheinlichkeit eines Artefakts zu bestimmen.

**[0037]** Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** ein Blockdiagramm, das ein allgemeines Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt, bei dem ein interessierendes Ereignissignal, das mit Artefaktsignalen kombiniert ist, durch ein Meßsystem erfaßt wird. Diese Signale werden dann vor dem Analysieren durch einen Schlußfolgerungsprozessor verarbeitet und korreliert, der Schlußfolgerungsprozessor erzeugt dann ein Ausgangssignal, das einen Artefaktverstümmelungsgrad anzeigt;

**Fig. 2** ein vereinfachtes schematisches Diagramm eines Defibrillators mit einem Eingangsverstärker, der Ereignis- und Nicht-Ereignis-Signale durch Trennen der Differenzspannungs- und Gleichtakt-Komponenten des Eingangssignals zur Verwendung durch anschließende Abschnitte des Artefaktdetektors erfaßt;

**Fig. 3A** ein vereinfachtes schematisches Diagramm, das eine Verbindung eines Eingangssignals mit dem Differenzverstärker und dem Gleichtaktverstärker zeigt. Die Verstärker liefern dann das Signal zu den Signalprozessoren, die das Signal verarbeiten und die verarbeiteten Signale zu dem Korrelator liefern, die wiederum zu dem Schlußfolgerungsprozessor geliefert werden;

**Fig. 3B** ein vereinfachtes schematisches Diagramm, wie dasselbe, das in **Fig. 3A** gezeigt ist, bei dem das Eingangssignal ferner mit einem Impedanzdetektor verbunden ist. Das erfaßte Impedanzsignal wird ferner verarbeitet und zu einem Korrelator und einem Schlußfolgerungsprozessor geliefert;

**Fig. 3C** ein vereinfachtes schematisches Diagramm, wie dasselbe, das in **Fig. 3B** gezeigt ist, bei dem ein Signal eines zusätzlichen Sensors, wie z. B. eines Bewegungsdetektors, fer-

ner gemessen, verarbeitet und zu einem Korrelator und einem Schlußfolgerungsprozessor geliefert wird;

**Fig. 4A** und **Fig. 4B** zwei Variationen für die Behandlung des Ausgangssignals von den **Fig. 3A** - **Fig. 3C**. In **Fig. 4A** wird das Ausgangssignal mit einer Schlußfolgerungsschwelle für eine Ja/Nein-Bestimmung dahingehend verglichen, ob das Herzereignissignal für eine weitere Beurteilung akzeptiert oder abgelehnt wird. In **Fig. 4B** wird das Ausgangssignal zu einem Beurteilungssystem geliefert, wie z. B. einem Patientenanalysesystem, und in Verbindung mit dem möglicherweise verstümmelten Ereignissignal **104** verwendet, um zu einer verlässlicheren Behandlungsempfehlung zu gelangen; und

**Fig. 5** ein Flußdiagramm, das ein Verfahren der Erfindung darstellt, bei dem ein Eingangssignal, das koexistierende Ereignis- und Nicht-Ereignis-Signale aufweist, verwendet wird.

**[0038]** **Fig. 1** ist ein Blockdiagramm auf einer hohen Ebene, das zeigt, wie eine Vorrichtung, die gemäß diesem Verfahren betrieben wird, ein möglicherweise verstümmeltes Ereignissignal mit koexistierenden Nicht-Ereignis-Signalen sowie unabhängigen Nicht-Ereignis-Signalen empfängt, und die koexistierenden Signale in Bestandteile trennt. Danach wird das möglicherweise verstümmelte Ereignissignal mit den Nicht-Ereignis-Signalen (die ferner als Artefaktbezugssignale bekannt sind) verglichen, um zu bestimmen, ob die möglicherweise verstümmelten Ereignissignale wesentlich mit einem Artefakt verstümmelt wurden. Wie in **Fig. 1** gezeigt, koexistiert das möglicherweise verstümmelte Ereignissignal **100** mit einem oder mehreren Nicht-Ereignis-Signalen **102**, die sich funktionell auf das Artefakt beziehen. Das Meßsystem **106** mißt die koexistierenden Signale **100**, **102** sowie unabhängige Nicht-Ereignis-Signale **101**, die funktionell auf das Artefakt bezogen sein können. Diese Nicht-Ereignis-Signale können eine Komponente des zusammengesetzten Eingangssignals sein, oder dieselben können aus getrennten Sensoren abgeleitet werden. Ein Meßsystem **106** trennt zusätzlich die koexistierenden Signale und liefert möglicherweise verstümmelte Ereignissignale **104** und einzelne Nicht-Ereignis-Signale **110**, **112**, **114**, die als Artefaktbezüge dienen.

**[0039]** Diese Ereignis- und Nicht-Ereignis-Signale werden durch Signalprozessoren **108**, **116**, **118**, **120** verarbeitet. Wie es für Fachleute offensichtlich ist, umfaßt ein geeigneter Signalverarbeitungsschritt beispielsweise Bandpaßfilter, Fourier-Transformationen, Wellenlängentransformationen und verbundene Zeit-Frequenz-Spektrogramme.

**[0040]** Kombinationen dieser verarbeiteten Signale werden dann zu Korrelatoren **122**, **124**, **126** übertra-

gen, die Korrelationen zwischen dem verarbeiteten Ereignissignal und jedem der verarbeiteten Nicht-Ereignis-Signale durchführen. Die Resultate jeder der Korrelationen werden zu einem Schlußfolgerungsprozessor **128** zur Auswertung geliefert, um eine Anzeige des Verstümmelungsgrads des Ereignissignals **104** zu liefern.

**[0041]** Das Verfahren zum Korrelieren der Daten kann ferner jedes beliebige Korrelationsverfahren, das in der Technik bekannt ist, sein. Beispielsweise umfassen Korrelationsverfahren spezifische und allgemeine Kreuzkorrelationsverfahren, die bekannte mathematische Funktionen sowie jedes beliebige Verfahren umfassen, das effektiv Daten korreliert. Spezifische Implementationen umfassen, sind jedoch nicht darauf begrenzt, endlich abgetastete oder durchgehende Schätzungen der Kreuzkovarianz und der Kreuzkorrelation, jeweils mit Verzerrung oder ohne Verzerrung. Alternativ kann die Korrelation Ähnlichkeitsvergleiche zwischen beliebigen mehreren Signalen durchführen.

**[0042]** Schließlich ist ein Schlußfolgerungsprozessor ein Expertensystem, das einen Problemlösungsalgorithmus enthält, der die Daten nachprüft, die von den Korrelatoren empfangen werden, um eine verfeinerte Schätzung des Artefaktsgrads durchzuführen, der in dem Ereignissignal anwesend ist. Alternative Ausgangssignale von dem Schlußfolgerungsprozessor umfassen, sind jedoch nicht darauf begrenzt, eine Anzeige der Wahrscheinlichkeit eines Artefakts, eine Schätzung des Signalpegelverhältnisses zu dem Artefaktpiegel, eine Mehrwertmengenmitgliedschaftsfunktion oder einen booleschen Anzeiger der Anwesenheit eines Artefakts.

**[0043]** Wie es für Fachleute offensichtlich ist, kann dieses Artefakterfassungsverfahren verwendet werden, um ein Artefakt von jeder beliebigen Quelle eines gemessenen Eingangssignals zu erfassen. Beispielsweise kann eine Ausrüstung, die verwendet wird, um die Ozeantemperatur, eine seismische Aktivität etc. zu messen, derart eingerichtet werden, so daß zusätzliche Eingangssignale für die Signal-Verarbeitung und -Korrelation mit dem interessierenden Signal geliefert werden, um zu bestimmen, ob das interessierende Signal durch ein Artefakt verstümmelt wurde. Zusätzlich kann dieses Verfahren auf Systeme angewendet werden, die mehrere Ereignissignale messen, wobei jedes Ereignissignal dieses Artefakterfassungsverfahren verwendet. Für Darstellungszwecke ist das Artefakterfassungsverfahren unten in Verbindung mit der Herzüberwachungsausrüstung und insbesondere mit Defibrillatoren beschrieben.

**[0044]** **Fig. 2** ist ein Blockdiagramm, das einen Aspekt des Defibrillatorsystems **10** zeigt, das gemäß dieser Erfindung hergestellt ist. Der Defibrillator **10** ist

mit einem Patienten **12** durch Elektroden **16** und **18** verbunden, die vorteilhaft in der Nähe des Herzens **14** platziert werden, das ein Differenzsignal  $V_{EKG}$  ausgibt. Die Elektroden **16** und **18** besitzen zugeordnete Impedanzen **20** bzw. **22** und sind schematisch durch  $z_1$  und  $z_2$  dargestellt. Die Elektroden **16** und **18** können ferner mehrere leitfähige Elemente aufweisen, die sich in einer relativ ringförmigen Beziehung zueinander befinden. Derartige Elektroden sind detaillierter in der ebenfalls anhängenden Anmeldung „Electrode System for Improved Detection of Pad Contact and Artifact Detection“ von David E. Snyder beschrieben, die gleichzeitig hiermit eingereicht wird und hierin durch Bezugnahme aufgenommen ist.

**[0045]** Wie im vorhergehenden beschrieben, besitzen Gleichtaktsignale eine gemeinsame Quelle eines Artefakts in der Herzüberwachungsumgebung. Wie es in der Technik gut bekannt ist, können Gleichtaktsignale durch viele Quellen entstehen. Eine derartige Quelle **26** („ $V_{CM}$ “) ruft einen Gleichtaktstrom **28** („ $I_{CM}(t)$ “) hervor, der einem Weg in **Fig. 2** von der Erdmasse **24** durch den Patienten **12** und die Elektroden **16** und **18** durch den Defibrillator **10** zurück zu der Erdmasse **24** über eine Streukapazität **30** („ $C_{INS}$ “) folgt. Gleichtaktströme, wie z. B.  $I_{CM}(t)$ , koexistieren mit (oder werden mit denselben überlagert) Differenzsignalen (die bei diesem Fall das interessierende Ereignissignal sind), die durch das Herz erzeugt werden.

**[0046]** Diese koexistierenden Gleichtaktsignale werden in den Defibrillator **10** zusammen mit den Differenzsignalen über die Elektroden **16** und **18** in einen Differenz- und Gleichtakt-Verstärkerblock **32** eingegeben. Die unausgeglichenen Elektrodenimpedanzen **20** und **22** werden den Gleichtaktstrom  $I_{CM}$  in eine Differenzspannung umwandeln, die mit dem Herzereignissignal **40** kombiniert wird. Zusätzlich wird in einem typischen Verstärker ein gewisser Betrag des Gleichtaktsignals in ein Differenzsignal umgewandelt und zusammen mit dem Ausgangssignal als Differenzsignale weitergeleitet. Das umgewandelte Gleichtaktsignal dominiert zeitweise das Differenzausgangssignal des Verstärkers, und es existiert die Möglichkeit für eine Fehldiagnose des interessierenden Differenzsignals. Dieses Eingangssignal (das sowohl das Gleichtakt- als auch das Differenz-Signal enthält) wird dann verarbeitet und zu einem Korrelator geliefert, um zu bestimmen, ob ein wesentlicher Artefaktbetrag in dem Signal anwesend ist. Das Verarbeiten kann, wie detaillierter in der ebenfalls anhängenden Anmeldung **08/755,273** beschrieben, deren Beschreibung hierin durch Bezugnahme aufgenommen ist, durchgeführt werden.

**[0047]** **Fig. 3A** ist eine vereinfachte Schaltung, die das Signalverarbeitungsverfahren zum Erfassen eines Gleichtaktstroms zur Verwendung als ein Nicht-Ereignis-Signal (Artefaktbezugssignal) darstellt, das

ein Vergleichsbeispiel ist. Das Eingangssignal wird quer zu den Elektroden **16**, **18** empfangen und zu einem Differenzspannungsverstärker **50** und einem Gleichtaktverstärker **52** übertragen, die das Signal vor dem Übertragen des Signals zu den Signalprozessoren verstärken. Die resultierenden Signale, die das möglicherweise verstümmelte Ereignissignal darstellen, und das Artefaktbezugssignal werden dann zu jeweiligen Signalprozessoren **54**, **56** derselben übertragen, die die Signale verarbeiten, um spezielle Merkmale hervorzuheben. Die resultierenden verarbeiteten Signale werden dann zu einem Korrelator **58** übertragen, der diese Signale korreliert. Die Resultate des Korrelators werden dann zu einem Schlußfolgerungsprozessor **100** übertragen, der die Resultate des Korrelators auswertet und ein Ausgangssignal **102** liefert. Die Behandlung des Ausgangssignals **102** ist im folgenden in Verbindung mit **Fig. 4** erörtert.

**[0048]** **Fig. 3B** ist eine vereinfachte Schaltung, die das Signalverarbeitungsverfahren zum Erfassen sowohl des Gleichtaktstroms als auch der transthorakalen Impedanz zur Verwendung als Artefaktbezugssignale darstellt, die die Schaltung, die in **Fig. 3A** gezeigt ist, erweitert. Das Eingangssignal wird wiederum quer zu den Elektroden **16**, **18** empfangen und zu dem Differenzverstärker **50** und dem Gleichtaktverstärker **52** übertragen, die das Signal vor dem Übertragen des Signals zu den Signalprozessoren verstärken. Die resultierenden Signale werden dann zu den jeweiligen Signalprozessoren **54**, **56** derselben übertragen, die die Signale verarbeiten, um spezielle Merkmale hervorzuheben. Die resultierenden verarbeiteten Signale werden dann zu einem Korrelator **58** übertragen, der die Signale korreliert. Zusätzlich wird das Eingangssignal zu einem Impedanzdetektor **60** übertragen. Der Impedanzdetektor **60** liefert ein Transselektrodenimpedanzsignal zu einem Signalprozessor **64**. Der Signalprozessor **64** verarbeitet das Signal von dem Impedanzdetektor **60**, um spezielle Merkmale des Signals hervorzuheben. Das resultierende verarbeitete Signal wird dann zu einem Korrelator **66** übertragen, der das Signal **64** mit dem verarbeiteten Signal von dem Differenzverstärker **54** korreliert. Sobald die Signale an den jeweiligen Korrelatoren **58** und **66** derselben korreliert wurden, werden die resultierenden Signale zu dem Schlußfolgerungsprozessor **100** übertragen, der dann weiter die Resultate der Korrelatoren **58**, **66** auswertet, um eine Anzeige des Verstümmelungsgrades des interessierenden Ereignissignals zu liefern. Der Schlußfolgerungsprozessor **100** liefert ein Ausgangssignal **102**, das weiter, wie unter Bezugnahme von **Fig. 4** im folgenden erörtert, analysiert werden kann.

**[0049]** **Fig. 3C** ist eine vereinfachte Schaltung ähnlich zu derselben, die in **Fig. 3B** gezeigt ist, mit der Ausnahme, daß ein zusätzlicher Sensor **20** zum Erfassen einer Bewegung vorgesehen ist, die als

ein zusätzliches unabhängiges Nicht-Ereignis-Signal verwendet werden soll. Der Bewegungssensor **20** sendet das Signal zu einer Bewegungsmeßschaltung **80**, die den vorhandenen Bewegungspegel erfaßt. Danach wird das Signal zu einem Signalprozessor **82** gesendet und zu einem Korrelator **84** geliefert, bei dem dasselbe mit dem verarbeiteten Signal von dem Differenzverstärker **54** korreliert wird. Das korrelierte Signal wird dann zu dem Schlußfolgerungsprozessor **100** übertragen, bei dem dasselbe zusammen mit den korrelierten Signalen verarbeitet wird, wie es unter Bezugnahme auf **Fig. 3B** beschrieben ist. Der Schlußfolgerungsprozessor **100** wertet dann die Signale aus, um ein Ausgangssignal **102** zu erzeugen.

**[0050]** **Fig. 4A** und **Fig. 4B** sind Blockdiagramme, die zwei alternative Arten des Verarbeitens des Schlußfolgerungsausgangssignals **102** von den **Fig. 3A** bis **Fig. 3C** zeigen. Wie in **Fig. 4A** gezeigt, wird das Ausgangssignal mit einer Schlußfolgerungsschwelle **110** verglichen. Wenn das Ausgangssignal die Schwelle nicht überschreitet, dann schreitet die Vorrichtung fort, um das möglicherweise verstümmelte Ereignissignal (das durch den Differenzverstärker **50** geliefert wird) zu analysieren. Wenn das Ausgangssignal die Schwelle überschreitet, dann analysiert die Vorrichtung das Signal **14** nicht. Folglich wirkt die Schlußfolgerungsschwelle **110** als ein Ja/Nein-Entscheider bezüglich dem Verarbeiten des Ereignissignals.

**[0051]** Wie in **Fig. 4B** gezeigt, wird das Ausgangssignal zu einem Patientenanalysesystem **120** geliefert. Das Patientenanalysesystem **120** liefert eine robustere Analyse des Patientenrhythmus (der durch den Differenzverstärker **50** geliefert wird), indem die Wahrscheinlichkeit eines Artefakts **102** eingebracht wird, was es folglich ermöglicht, daß die Vorrichtung eine Schock-Entscheidung **122** oder eine Kein-Schock-Entscheidung **124** durchführt.

**[0052]** **Fig. 5** ist ein Flußdiagramm, das die Verarbeitungsschritte darstellt, die dem Analysieren eines Patienteneingangssignals zugeordnet sind, um zu bestimmen, ob das möglicherweise verstümmelte Herzereignissignal zu analysieren ist. Gemäß einem Schritt **S1** weist ein Eingangssignal ein möglicherweise verstümmeltes Ereignissignal auf, das mit Nicht-Ereignis-Signalen kombiniert ist. Einer oder mehrere Signalverarbeitungsschritte (wie z. B. dieselben, die oben unter Bezugnahme auf die **Fig. 3A** - **Fig. 3C** beschrieben sind) treten bei einem Schritt **S2** abhängig von der Implementation auf. Das Signalverarbeiten wird implementiert, um ein spezielles Merkmal der Daten in dem Eingangssignal hervorzuheben. Verschiedene Implementationen des Verarbeitens, die oben erörtert sind, umfassen bekannte Verfahren, wie z. B. Filter, Fourier-Transformationen, Wellenlängentransformationen und verbundene Zeit-Frequenz-Spektrogramme.

**[0053]** Beispielsweise kann der untere spektrale Abschnitt einer Fourier-Transformation eines EKG-Signals mit einem ähnlich verarbeiteten Impedanzsignal korreliert sein, um die Erfassung eines Artefakts zu verbessern, das daraus resultiert, daß ein Defibrillatorbetreiber eine CPR an einem Patienten, der überwacht wird, durchführt.

**[0054]** Gemäß einem weiteren Beispiel kann ein kleines Detail einer Wellenlängentransformation eines EKG-Signals mit einem ähnlich verarbeiteten Detail eines Gleichtaktstroms korreliert sein, um die Erfassung des Artefakts zu verbessern, das aus elektrostatischen Entladungen resultiert. Derartige Entladungen können insbesondere bei trockenen Klimata auftreten, wenn sich ein Individuum dem Defibrillator während der Überwachung eines Patienten sehr nähert.

**[0055]** Der Vergleichs/Korrelier-Schritt **S3** führt die Funktion des Messens von Ähnlichkeiten zwischen den verarbeiteten Herzereignissignal und den verarbeiteten Nicht-Ereignis-Signalen durch. Spezifische Implementationen des Vergleichs/Korrelations-Schritts sind ebenfalls oben erörtert.

**[0056]** Die resultierenden Vergleiche werden dann zusammen durch ein Schlußfolgerungsverarbeiten in einem Schritt **S4** analysiert, um eine Anzeige des Artefaktgrads zu bestimmen, der innerhalb des möglicherweise verstümmelten Herzereignissignals anwesend ist. Das Ausgangssignal des Schlußfolgerungsverarbeitungsschrittes **S4** kann gemäß dem Blockdiagramm von entweder **Fig. 4A** oder **Fig. 4B**, wie oben erörtert, verwendet werden.

**[0057]** Wie es für Fachleute offensichtlich ist, können die Schritte von **Fig. 5** bei Situationen angewendet werden, bei denen ein einziges Ereignissignal vorhanden ist, oder bei Situationen, bei denen mehrere Ereignissignale vorhanden sind, ohne von dem Schutzbereich der Erfindung abzuweichen.

**[0058]** Obwohl diese Erfindung bezüglich Herzüberwachungsvorrichtungen beschrieben wurde, ist es für Fachleute offensichtlich, daß die Konzepte bei anderen Meßgerätetypen angewendet werden können, die beispielsweise Seismographen umfassen, jedoch nicht darauf begrenzt sind.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung (10) für einen Defibrillator zum Erfassen der Verstümmelung eines aus einem gemessenen Sensorsignal hergeleiteten auszuwertenden Differenzsignals, das eine Schock-Entscheidung (122) zulassen soll, wobei die Vorrichtung folgende Merkmale aufweist:  
einen Sensor (16, 18) mit in der Nähe eines Herzens zu platzierenden Elektroden (16, 18) zum Liefern des gemessenen Sensorsignals (100, 102), das auch von

Artefakten in einer Herzüberwachungsumgebung abhängt; einem Differenzverstärker (50) zum Empfangen des gemessenen Sensorsignals (100, 102) von dem Sensor (16, 18) und zum Erhalten des auszuwertenden Differenzsignals aus dem gemessenen Sensorsignal; einem Gleichtaktverstärker (52) zum Empfangen des gemessenen Sensorsignals (100, 102) von dem Sensor (16, 18) und zum Erhalten eines Gleichtaktstroms aus dem gemessenen Sensorsignal; einem Impedanzdetektor (60) zum Empfangen des gemessenen Sensorsignals (100, 102) von dem Sensor (16, 18) und zum Liefern eines Transelektrodenimpedanzsignals aus dem gemessenen Sensorsignal; einem ersten Korrelator (58) zum Korrelieren des auszuwertenden Differenzsignals (100) mit dem Gleichtaktstrom, um ein erstes Korrelationssignal zu erzeugen; einem zweiten Korrelator (66) zum Korrelieren des auszuwertenden Differenzsignals (100) mit dem Transelektrodenimpedanzsignal, um ein zweites Korrelationssignal zu erzeugen; und einer Auswertungseinrichtung (128, 100) zum Analysieren des ersten und zweiten Korrelationssignals, um eine Anzeige für eine Signalverstümmelung (102) des auszuwertenden Differenzsignals (100) zu erzeugen.

2. Vorrichtung (10) gemäß Anspruch 1, bei der die Auswertungseinrichtung (128, 100) aus einer Gruppe ausgewählt ist, die aus Spitzendetektoren, Polynomregressionseinrichtungen, Mehrwertmengenoperationseinrichtungen, neuronalen Netzen, Wahrscheinlichkeitsschätzvorrichtungen und statistischen Klassifizierern besteht.

3. Vorrichtung (10) gemäß Anspruch 1 oder 2, die eine Mehrzahl von Signalverarbeitungseinrichtungen (54, 56, 64, 108, 116, 118, 120) zum Verarbeiten des auszuwertenden Differenzsignals, des Gleichtaktstroms und des Transelektrodenimpedanzsignals vor der Korrelation durch die erste und zweite Korrelationseinrichtung aufweist.

4. Vorrichtung (10) gemäß Anspruch 3, bei der die Signalverarbeitungseinrichtungen (54, 56, 64, 108, 116, 118, 120) aus einer Gruppe ausgewählt sind, die aus linearen und nicht-linearen Transformationseinrichtungen besteht.

5. Vorrichtung (10) gemäß Anspruch 4, bei der die Signalverarbeitungseinrichtungen (54, 56, 64, 108, 116, 118, 120) aus einer Gruppe ausgewählt sind, die aus Filtern, Fourier-Transformationseinrichtungen, Wellenlängentransformationseinrichtungen und verbundenen Zeit-Frequenz-Spektrogrammeinrichtungen besteht.

6. Vorrichtung (10) zum Erfassen einer Verstümmelung eines aus einem gemessenen Sensorsignal hergeleiteten auszuwertenden Signals (100), das eine Beurteilung über ein interessierendes Ereignis zu lassen soll, wobei die Vorrichtung (10) folgende Merkmale aufweist:

einen Sensor (16, 18) zum Liefern des gemessenen Sensorsignals, das von dem interessierenden Ereignis sowie von Artefakten in der Umgebung des Orts, an dem das interessierende Ereignis auftritt, abhängt, wobei das gemessene Sensorsignal einen auszuwertenden Bestandteil, der sich auf das interessierende Ereignis bezieht, aufweist; ;

mindestens einen zusätzlichen Sensor (20) zum Liefern mindestens eines zusätzlichen Sensorsignals, wobei das zusätzliche Sensorsignal von Artefakten in der Umgebung des Orts, an dem das interessierende Ereignis auftritt, abhängt, wobei das zusätzliche Sensorsignal einen ersten Artefaktbestandteil, der sich nicht auf das interessierende Ereignis sondern auf das Artefakt beziehen kann, aufweist;

ein Meßsystem (106) zum Empfangen des gemessenen und des zusätzlichen Sensorsignals von den Sensoren (16, 18, 20) und zum Erfassen des auszuwertenden Bestandteils des gemessenen Sensorsignals (100, 102) , um aus dem auszuwertenden Bestandteil das auszuwertende Signal zu erhalten, und zum Erfassen des ersten Artefaktbestandteils aus dem zusätzlichen Sensorsignal, um ein Artefaktbezugssignal zu erhalten;

einen Korrelator zum Korrelieren des auszuwertenden Signals mit dem Artefaktbezugssignal, um ein Korrelationssignal zu erzeugen; und

eine Auswertungseinrichtung (128, 100) zum Analysieren des Korrelationssignals, um eine Anzeige für eine Signalverstümmelung zu erzeugen.

7. Vorrichtung (10) gemäß Anspruch 6, bei der eine Mehrzahl von zusätzlichen Sensoren (20) zum Liefern einer Mehrzahl von zusätzlichen Sensorsignalen vorgesehen ist.

8. Vorrichtung (10) gemäß Anspruch 6 oder 7, bei der die Auswertungseinrichtung (128, 100) das Korrelationssignal analysiert, um zu bestimmen, ob das auszuwertende Signal verstümmelt ist.

9. Vorrichtung (10) gemäß Anspruch 6, 7 oder 8, bei der die Auswertungseinrichtung (128, 100) das Korrelationssignal analysiert, um einen Verstümmelungsgrad des auszuwertenden Signals (100) zu bestimmen.

10. Vorrichtung (10) gemäß einem der Ansprüche 6 bis 9, bei der die Auswertungseinrichtung (128, 100) aus einer Gruppe ausgewählt ist, die aus Spitzendetektoren, Polynomregressionseinrichtungen, Mehrwertmengenoperationseinrichtungen, neuronalen Netzen, Wahrscheinlichkeits-

schätzvorrichtungen und statistischen Klassifizierern besteht.

11. Vorrichtung (10) gemäß einem der Ansprüche 7 bis 10, bei der die Vorrichtung (10) eine Mehrzahl von Signalverarbeitungseinrichtungen (54, 56, 64, 82, 108, 116, 118, 120) zum Verarbeiten des auszuwertenden Signals und des Artefaktbezugssignals vor der Korrelation aufweist.

12. Vorrichtung (10) gemäß Anspruch 11, bei der die Signalverarbeitungseinrichtungen (54, 56, 64, 82, 108, 116, 118, 120) aus einer Gruppe ausgewählt sind, die aus linearen und nicht-linearen Transformationseinrichtungen besteht.

13. Vorrichtung (10) gemäß Anspruch 11 oder 12, bei der die Signalverarbeitungseinrichtungen (54, 56, 64, 82, 108, 116, 118, 120) aus einer Gruppe ausgewählt sind, die aus Filtern, Fourier-Transformationseinrichtungen, Wellenlängentransformationseinrichtungen und verbundenen Zeit-Frequenz-Spektrogrammeinrichtungen besteht.

14. Vorrichtung (10) gemäß einem der Ansprüche 6 bis 13, in einer Umgebung, in der das gemessene Sensorsignal (100, 102) einen zweiten Artefaktbestandteil, der sich nicht auf das interessierende Ereignis sondern auf das Artefakt beziehen kann, aufweisen kann, wobei das Meßsystem (106) zusätzlich ausgebildet ist, um das gemessene Sensorsignal (100, 102) in seine Bestandteile zu trennen, wodurch zusätzliche Artefaktbezugssignale geliefert werden.

15. Verfahren zum Erfassen der Verstümmelung eines aus einem an Elektroden eines Defibrillators gemessenen Signal hergeleiteten auszuwertenden Differenzsignals, das eine Schock-Entscheidung (122) zulassen soll, mit folgenden Schritten:

- (a) Erfassen des gemessenen Sensorsignals an in der Nähe eines Herzens platzierten Elektroden (16, 18), -so dass das gemessene Sensorsignal (100, 102) auch von Artefakten in einer Herzüberwachungsumgebung abhängt;
- (b) Liefern des gemessenen Sensorsignals (100, 102) von dem Sensor (16, 18) zu einem Differenzverstärker (50), um das auszuwertende Differenzsignal aus dem gemessenen Sensorsignal zu erhalten;
- (c) Liefern des gemessenen Sensorsignals (100, 102) von dem Sensor (16, 18) zu einem Gleichtaktverstärker (52), um eines Gleichtaktstrom aus dem gemessenen Sensorsignal zu erhalten;
- (c) Liefern des gemessenen Sensorsignals (100, 102) von dem Sensor (16, 18) zu einem Impedanzdetektor (60), um ein Transelektrodenimpedanzsignals aus dem gemessenen Sensorsignal zu erhalten;
- (d) Korrelieren des auszuwertenden Differenzsignals (100) mit dem Gleichtaktstrom, um ein erstes Korrelationssignal zu erzeugen;

(e) Korrelieren des auszuwertenden Differenzsignals (100) mit dem Transelektrodenimpedanzsignal, um ein zweites Korrelationssignal zu erzeugen; und

(f) Analysieren des ersten und zweiten Korrelationssignals, um eine Anzeige für eine Signalverstümmelung (102) des auszuwertenden Differenzsignals (100) zu erzeugen, die anzeigt, ob das auszuwertende Differenzsignal mit Vertrauen verwendet werden kann.

16. Verfahren zum Bestimmen der Unversehrtheit eines aus einem gemessenen Sensorsignal hergeleiteten auszuwertenden Signals in einer Vorrichtung (10) zum Erfassen einer Verstümmelung eines aus einem gemessenen Sensorsignal hergeleiteten auszuwertenden Signals, das eine Beurteilung über ein interessierendes Ereignis zulassen soll, mit folgenden Schritten:

- (a) Erfassen eines gemessenen Signals mit einem Sensor und eines zusätzlichen Sensorsignals mit einem zusätzlichen Sensor, wobei das gemessene Signal von dem interessierenden Ereignis sowie von Artefakten in der Umgebung des Orts, an dem das interessierende Ereignis auftritt, abhängt und einen auszuwertenden Bestandteil, der sich auf das interessierende Ereignis bezieht, aufweist, und wobei das zusätzliche Sensorsignal von Artefakten in der Umgebung des Orts, an dem das interessierende Ereignis auftritt, abhängt, und einen ersten Artefaktbestandteil, der sich nicht auf das interessierende Ereignis sondern auf das Artefakt beziehen kann, aufweist;
- (b) Erfassen des auszuwertenden Signals aus dem auszuwertenden Bestandteil des gemessenen Sensorsignal (S1);
- (c) Erfassen eines Artefaktbezugssignals aus dem ersten Artefaktbestandteil des zusätzlichen Sensorsignals;
- (d) Korrelieren des auszuwertenden Signals mit dem Artefaktbezugssignal, um ein Korrelationssignal zu erzeugen (S3);
- (e) Liefern des Korrelationssignals zu einer Auswertungseinrichtung (S4); und
- (f) Bestimmen, ob das auszuwertende Signal mit Vertrauen verwendet werden kann.

17. Verfahren gemäß Anspruch 16, bei dem der Schritt (c) eine Mehrzahl von Malen wiederholt wird, um mehr als ein Artefaktbezugssignal zu der Vorrichtung zu liefern.

18. Verfahren gemäß Anspruch 16 oder 17, bei dem das gemessene Sensorsignal einen zweiten Artefaktbestandteil, der sich nicht auf das interessierende Ereignis sondern auf das Artefakt beziehen kann, aufweist, und bei dem das gemessene Sensorsignal ferner in seine Bestandteile desselben getrennt wird, um zusätzliche Artefaktbezugssignale zu der Vorrichtung zu liefern.

19. Verfahren gemäß Anspruch 16, 17 oder 18, bei dem die Auswertungseinrichtung das Korrelationssignal untersucht, um zu bestimmen, ob das auszuwertende Signal verstümmelt ist.

20. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 16 bis 19, bei dem die Auswertungseinrichtung das Korrelationssignal analysiert, um einen Verstümmelungsgrad des auszuwertenden Signals zu bestimmen.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

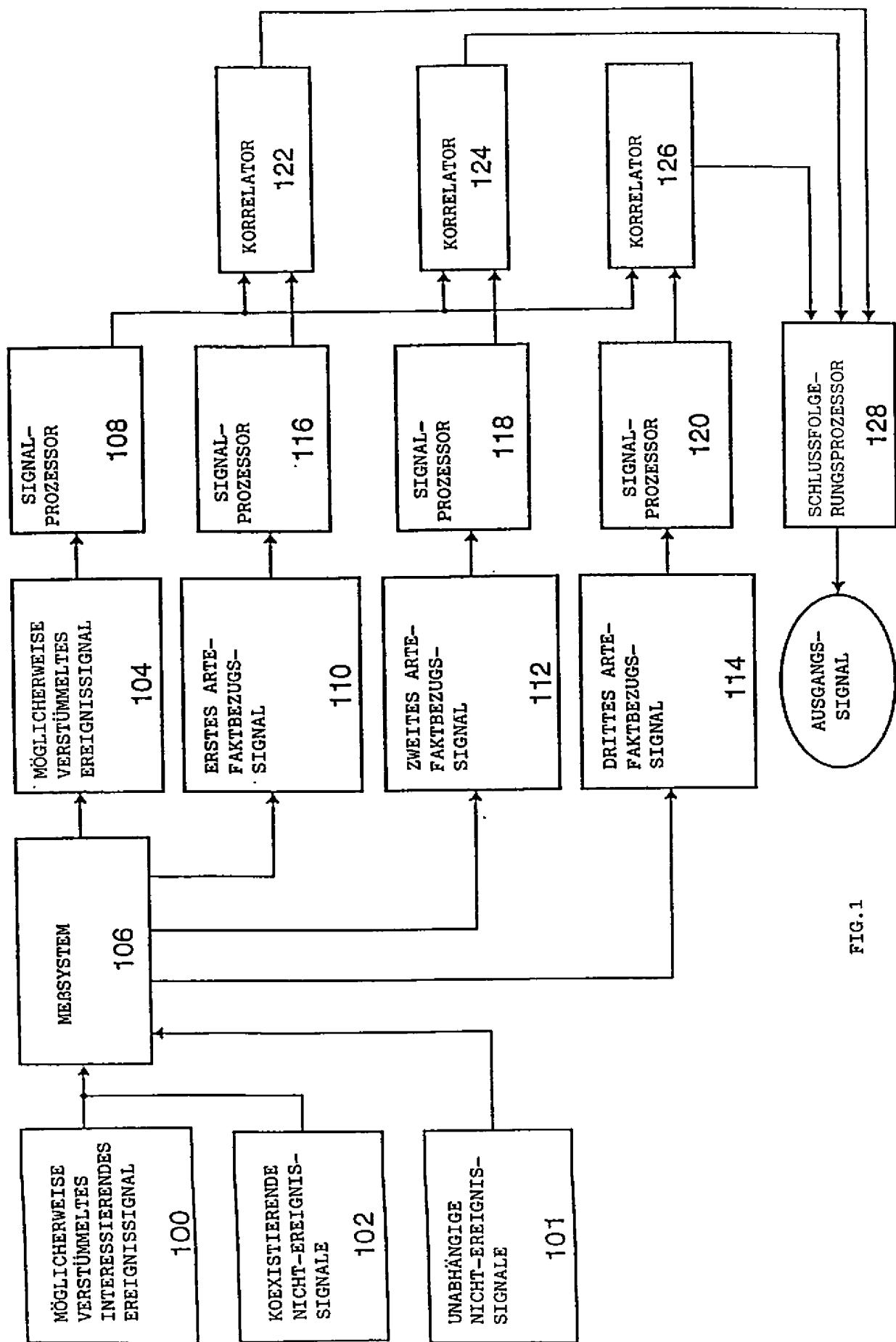


FIG.1

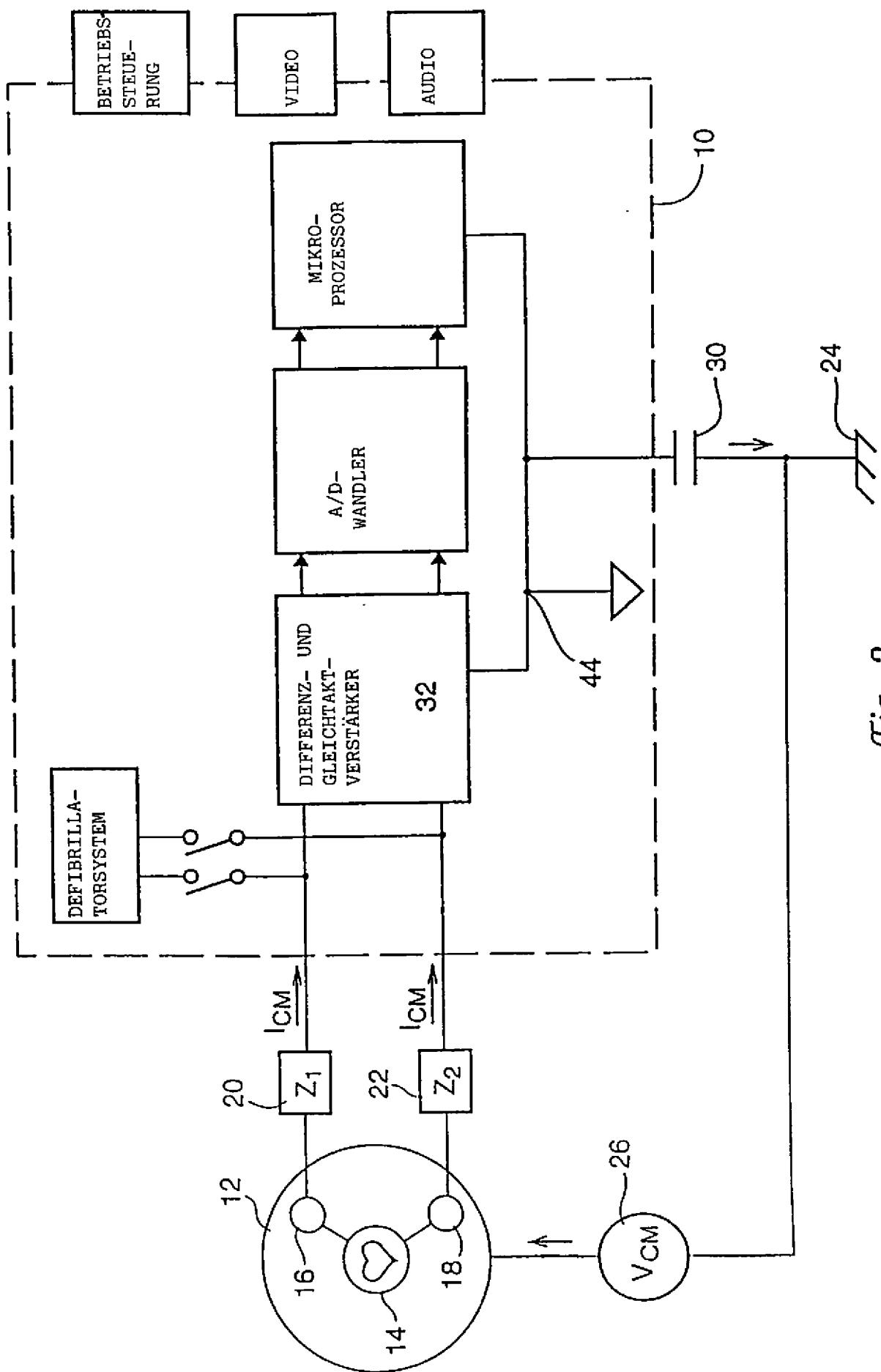


Fig. 2

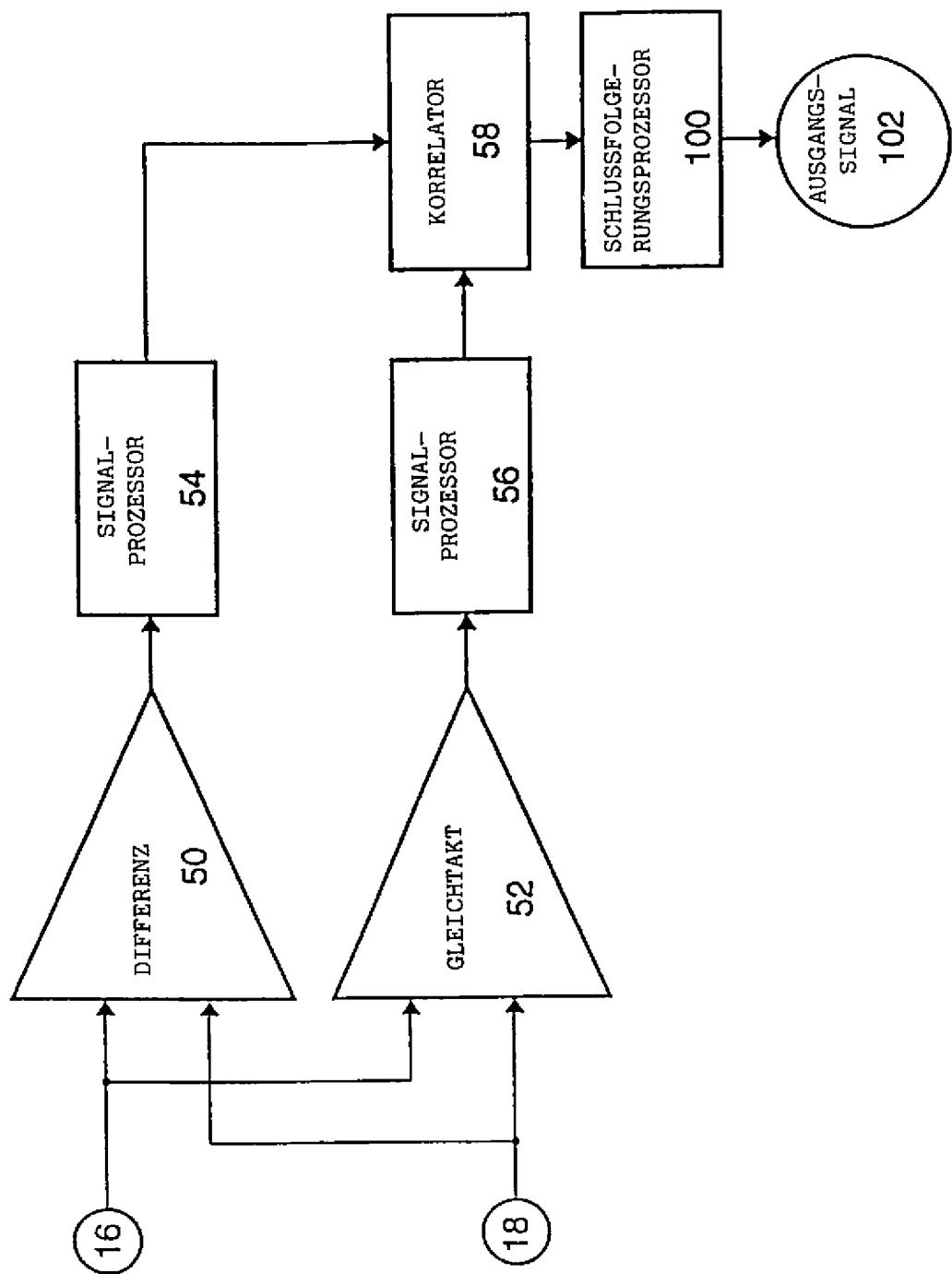


Fig. 3a

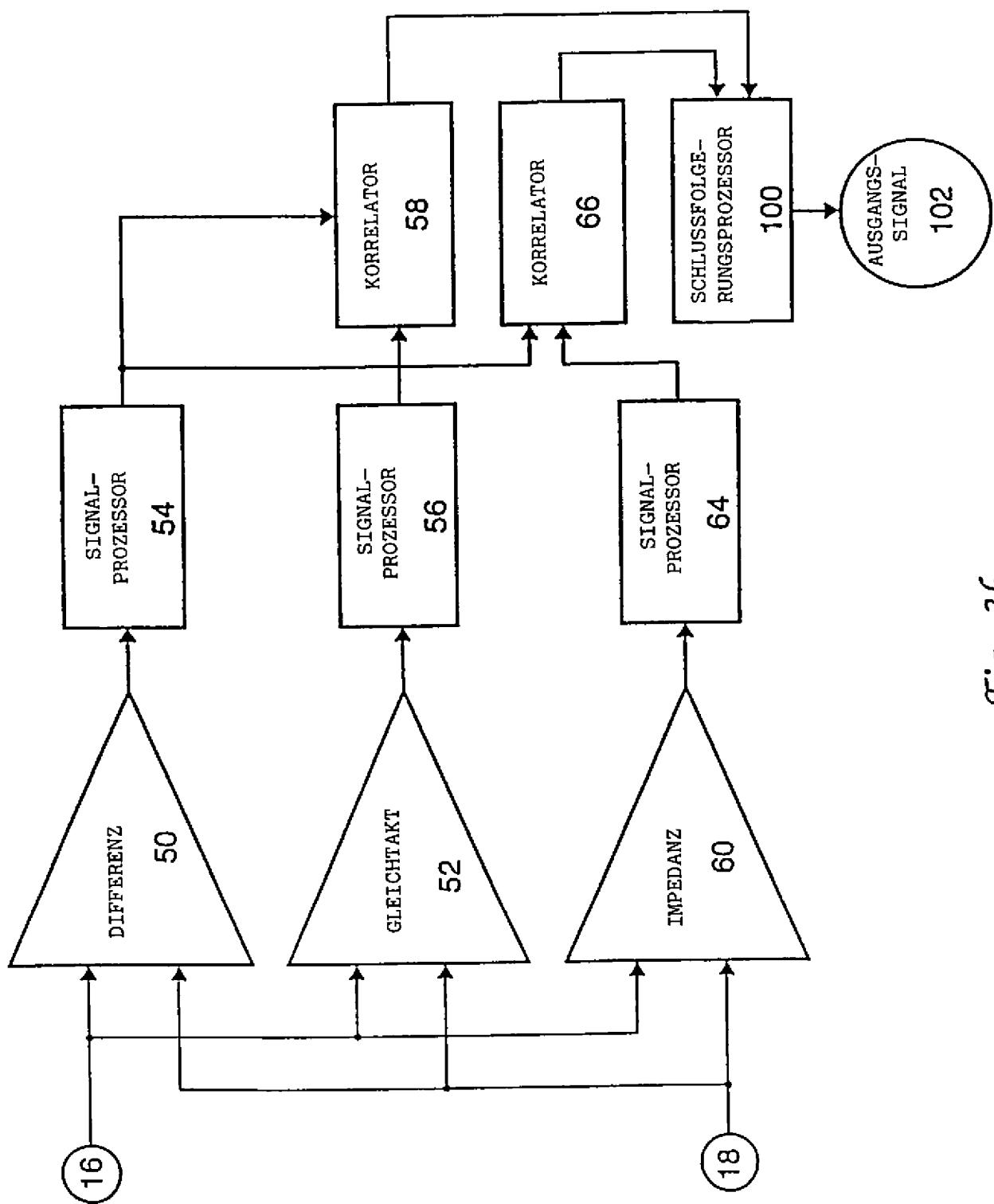


Fig. 36

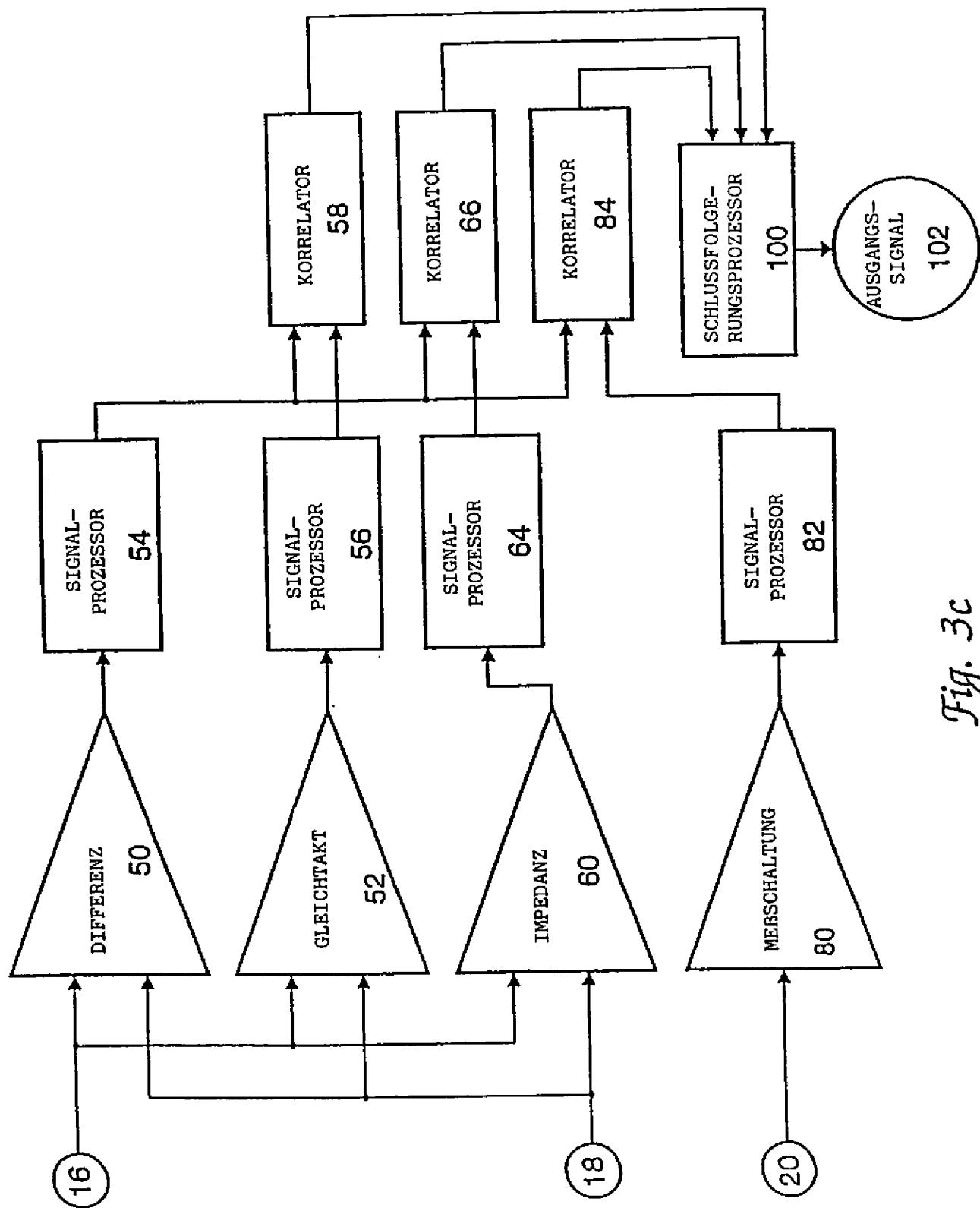
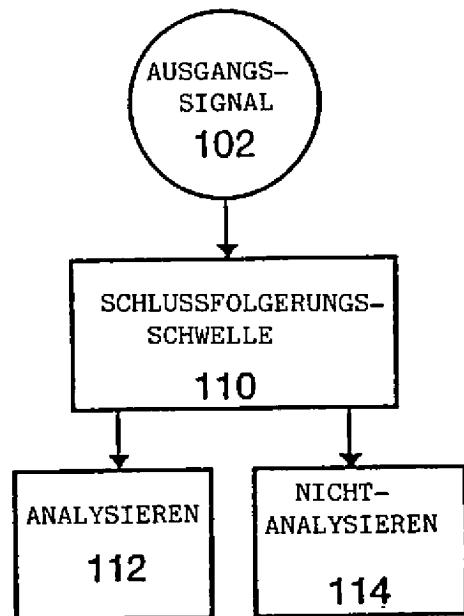
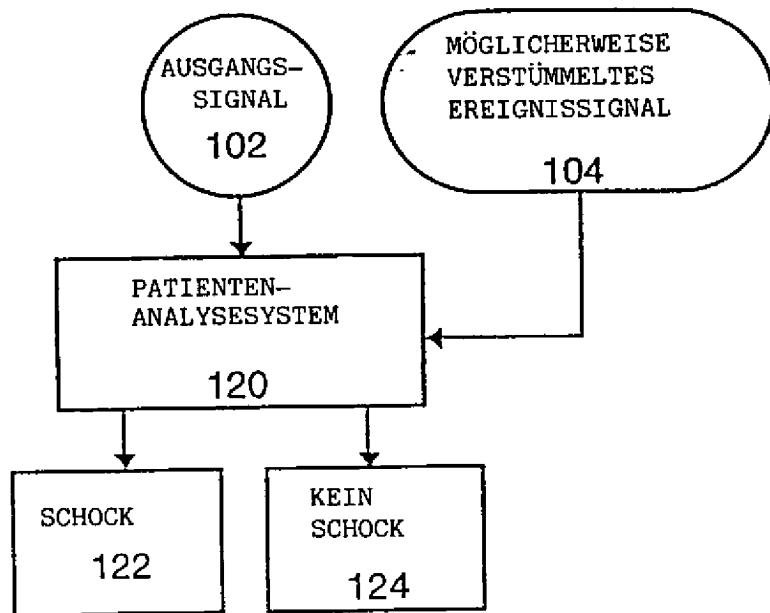


Fig. 3c



*Fig. 4a*



*Fig. 4b*

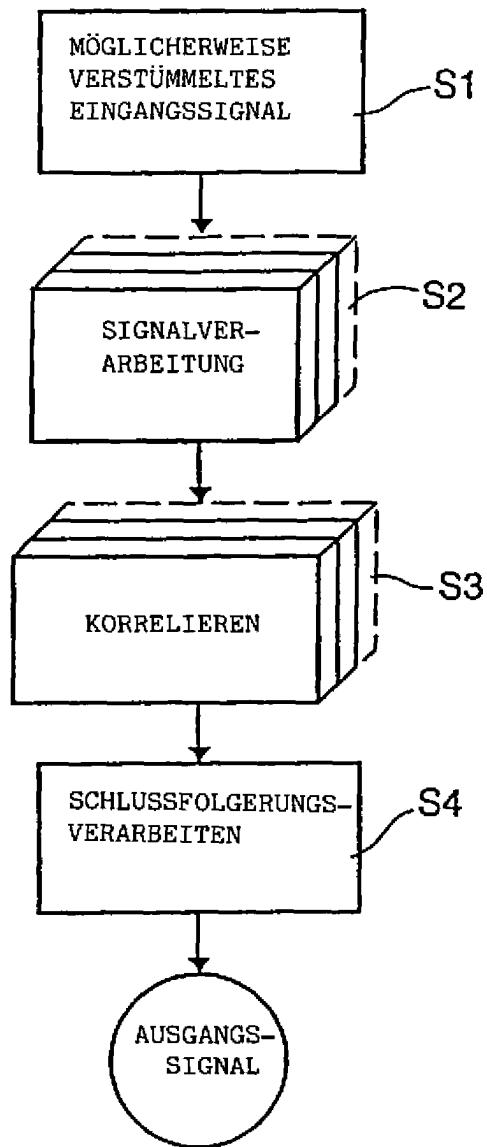


Fig. 5