

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 489 885 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.12.2004 Patentblatt 2004/52

(51) Int Cl.7: H04R 25/00

(21) Anmeldenummer: 04013290.4

(22) Anmeldetag: 04.06.2004

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

(72) Erfinder:
• Fischer, Eghart
91126 Schwabach (DE)
• Hamacher, Volkmar
91077 Neunkirchen am Brand (DE)

(30) Priorität: 20.06.2003 DE 10327889

(74) Vertreter: Berg, Peter, Dipl.-Ing.
European Patent Attorney,
Siemens AG,
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(71) Anmelder: Siemens Audiologische Technik
GmbH
91058 Erlangen (DE)

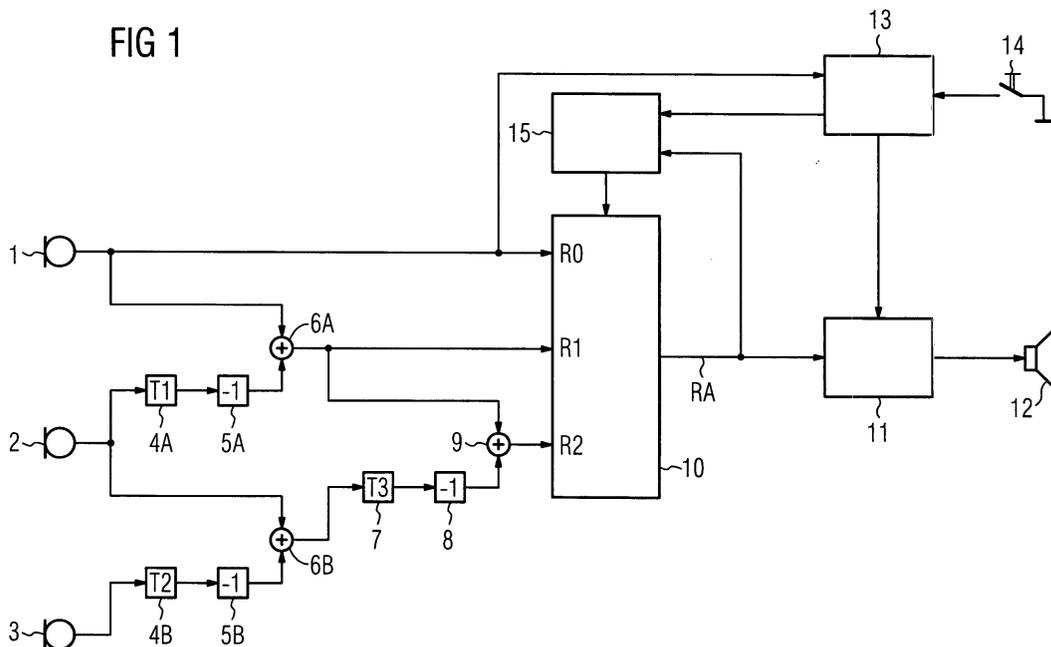
(54) Verfahren zum Betrieb eines Hörhilfegerätes sowie Hörhilfegerät mit einem Mikrofonsystem, bei dem unterschiedliche Richtcharakteristiken einstellbar sind

(57) Verfahren zum Betrieb eines Hörhilfegerätes sowie Hörhilfegerät mit einem Mikrofonsystem, bei dem unterschiedliche Richtcharakteristiken einstellbar sind

Bei einem Hörhilfegerät mit einem mehrere Mikrofone (1, 2, 3; 20; 30; 40) umfassenden Mikrofonsystem soll die Richtwirkung verbessert werden, ohne dass hierbei eine von einem Hörhilfegeräteträger als störend empfundene Zunahme des Mikrofonrauschens entsteht. Hierzu schlägt die Erfindung vor, dass die Einstel-

lung des Mikrofonsystems statisch oder adaptiv unter Berücksichtigung der individuellen Ruheshwelle bzw. unter Berücksichtigung der individuellen Maskierungsschwelle für das von dem Mikrofonsystem erzeugte Mikrofonrauschen erfolgt. Somit kann stets das größtmögliche Maß an Richtwirkung zugelassen werden, ohne dass dabei der Hörhilfegeräteträger das von dem Mikrofonsystem erzeugte Mikrofonrauschen als störend empfindet.

FIG 1



EP 1 489 885 A2

Beschreibung

[0001] Verfahren zum Betrieb eines Hörhilfegerätes sowie Hörhilfegerät mit einem Mikrofonsystem, bei dem unterschiedliche Richtcharakteristiken einstellbar sind

[0002] Die Erfindung betrifft Verfahren zum Einstellen eines Hörhilfegerätes sowie ein Hörhilfegerät mit einem Mikrofonsystem mit veränderbarer Richtcharakteristik zur Aufnahme eines akustischen Eingangssignals und Abgabe wenigstens eines Mikrofonsignals, einer Signalverarbeitungseinheit und einem Ausgangswandler. Ferner betrifft die Erfindung ein Programmiergerät für ein Hörhilfegerät.

[0003] In modernen Hörhilfegeräten finden Einrichtungen zur Klassifikation von Hörsituationen Verwendung. Je nach Hörsituation werden die Übertragungsparameter des Hörhilfegerätes automatisch variiert. Dabei kann die Klassifikation u.a. Einfluss haben auf die Wirkungsweise von Störgeräuschunterdrückungsalgorithmen als auch auf das Mikrofonsystem. So wird beispielsweise je nach erkannter Hörsituation gewählt (diskret umgeschaltet bzw. kontinuierlich übergeblendet) zwischen einer omnidirektionalen Richtcharakteristik (Richtcharakteristik nullter Ordnung) und einer deutlichen Richtwirkung des Mikrofonsystems (Richtcharakteristik erster oder höherer Ordnung). Zur Erzeugung der Richtcharakteristik werden Gradientenmikrofone verwendet oder mehrere omnidirektionale Mikrofone elektrisch miteinander verschaltet. Derartige Mikrofonsysteme zeigen ein frequenzabhängiges Übertragungsverhalten, bei dem ein deutlicher Abfall zu tiefen Frequenzen zu verzeichnen ist. Das Rauschverhalten der Mikrofone ist dagegen frequenzunabhängig. Zum Erreichen eines natürlichen Klangeindrucks muss der Hochpassfrequenzgang des Mikrofonsystems durch Verstärkung der tiefen Frequenzen ausgeglichen werden. Dabei wird das im tiefen Frequenzbereich vorhandene Rauschen ebenfalls mitverstärkt und unter Umständen deutlich und störend hörbar, während leise Geräusche vom Rauschen verdeckt werden. Weiterhin ist bei einem aus mehreren omnidirektionalen Mikrofonen aufgebauten Mikrofonsystem das Mikrofonrauschen gegenüber einem einzelnen omnidirektionalen Mikrofon erhöht, wobei das Mikrofonrauschen mit der Anzahl der verwendeten omnidirektionalen Mikrofone zunimmt.

[0004] Aus der WO 00/76268 A2 ist ein Hörhilfegerät bekannt mit einer Signalverarbeitungseinheit und mindestens zwei Mikrofonen, die zur Bildung von Richtmikrofonsystemen unterschiedlicher Ordnung miteinander verschaltbar sind, wobei die Richtmikrofonsysteme ihrerseits in von der Frequenz der von den Mikrofonen abgegebenen Mikrofonsignale abhängiger Gewichtung miteinander verschaltbar sind. In Abhängigkeit des Ergebnisses einer Signalanalyse kann die Grenzfrequenz zwischen benachbarten Frequenzbändern, bei denen eine unterschiedliche Gewichtung der Mikrofonsignale vorgesehen ist, eingestellt werden.

[0005] Aus der EP 0 942 627 A2 ist ein Hörgerät mit

Richtmikrofon-System mit einer Signalverarbeitungseinrichtung, einem Hörer und mehreren Mikrofonen bekannt, deren Ausgangssignale zur Erzeugung einer individuellen Richtmikrofoncharakteristik über Verzögerungseinrichtungen und die Signalverarbeitungseinrichtung in unterschiedlicher Gewichtung miteinander verschaltbar sind. Bei dem Richtmikrofon-System kann die bevorzugte Empfangsrichtung (Haupttrichtung) in Anpassung an eine vorliegende Hörsituation individuell eingestellt werden.

[0006] Aus der US 5,524,056 ist ein Hörgerät mit einem omnidirektionalen Mikrofon und einem directionalen Mikrofon erster oder höherer Ordnung bekannt. Das Mikrofonsignal des directionalen Mikrofons wird im Bereich niedriger Signalfrequenzen in seiner Amplitude verstärkt und dem Mikrofonsignal des omnidirektionalen Mikrofons angeglichen. Sowohl das Mikrofonsignal des omnidirektionalen Mikrofons als auch das Mikrofonsignal des directionalen Mikrofons sind einer Umschalteneinheit zugeführt. In einer ersten Schaltstellung der Umschalteneinheit ist das omnidirektionale Mikrofon und in einer zweiten Schaltstellung der Umschalteneinheit das directionale Mikrofon mit einem Hörgeräte-Verstärker verbunden. Die Umschalteneinheit kann in Abhängigkeit des Signalpegels eines Mikrofonsignals automatisch umschalten.

[0007] Nachteilig bei den bekannten Hörhilfegeräten mit einem Richtmikrofonsystem ist, dass in bestimmten Hörsituationen entweder die Richtwirkung des Mikrofonsystems nicht optimal verwendet wird oder dass ein hoher Grad an Richtwirkung zu einer deutlich hörbaren Verschlechterung der Klangqualität führt.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Klangqualität eines Hörhilfegerätes mit Richtmikrofonsystem zu verbessern.

[0009] Diese Aufgabe wird gelöst durch Verfahren zum Einstellen eines Hörhilfegerätes gemäß den Ansprüchen 1 und 5. Ferner wird die Aufgabe gelöst durch Hörhilfegeräte gemäß den Ansprüchen 9 bis 12 sowie durch ein Programmiergerät gemäß den Ansprüchen 13 und 14.

[0010] Das erfindungsgemäße Hörhilfegerät umfasst ein Mikrofonsystem mit mindestens zwei Mikrofonen, um Richtcharakteristiken nullter und erster Ordnung realisieren zu können. Vorzugsweise sind jedoch mehr als zwei Mikrofone vorhanden, so dass auch Richtcharakteristiken zweiter und höherer Ordnung möglich sind. Weiterhin umfasst das Hörhilfegerät eine Signalverarbeitungseinheit zur Verarbeitung und frequenzabhängigen Verstärkung des von dem Mikrofonsystem erzeugten Mikrofonsignals. Die Signalausgabe erfolgt üblicherweise durch ein akustisches Ausgangssignal mittels eines Hörers. Es sind aber auch andere, z.B. Vibrationen erzeugende Ausgangswandler bekannt.

[0011] Als Richtcharakteristik nullter Ordnung im Sinne der Erfindung ist eine omnidirektionale Richtcharakteristik zu verstehen, die beispielsweise von einem einzelnen, nicht mit weiteren Mikrofonen verschalteten om-

nidirektionalen Mikrofon hervorgeht. Eine Mikrofoneinheit mit einer Richtcharakteristik erster Ordnung (Richtmikrofon erster Ordnung) kann beispielsweise durch ein einzelnes Gradientenmikrofon oder die elektrische Verschaltung zweier omnidirektionaler Mikrofone realisiert werden. Mit Richtmikrofonen erster Ordnung ist ein theoretisch erreichbarer Maximalwert des Direktivitätsindex (DI) von 6 dB (Hyperniere) zu erreichen. In der Praxis erhält man am KEMAR (einer Standardforschungspuppe) bei optimaler Lage der Mikrofone und bestem Abgleich der von den Mikrofonen erzeugten Signale DI-Werte von 4-4,5 dB. Richtmikrofone zweiter und höherer Ordnung weisen DI-Werte von 10 dB und mehr auf, die beispielsweise für eine bessere Sprachverständlichkeit vorteilhaft sind. Enthält ein Hörhilfegerät ein Mikrofonsystem mit beispielsweise drei omnidirektionalen Mikrofonen, so können auf dieser Basis durch geeignete Verschaltung der Mikrofone gleichzeitig Mikrofoneinheiten mit Richtcharakteristiken nullter bis zweiter Ordnung realisiert werden.

[0012] Ein einzelnes omnidirektionales Mikrofon stellt für sich eine Mikrofoneinheit nullter Ordnung dar. Wird bei zwei omnidirektionalen Mikrofonen das Mikrofonsignal eines Mikrofons verzögert, invertiert und zu dem Mikrofonsignal des anderen Mikrofons addiert, so entsteht eine Mikrofoneinheit erster Ordnung. Wird wiederum bei zwei Mikrofoneinheiten erster Ordnung das Mikrofonsignal einer Mikrofoneinheit verzögert, invertiert und zu dem Mikrofonsignal der zweiten Mikrofoneinheit erster Ordnung addiert, so ergibt sich eine Mikrofoneinheit mit Richtcharakteristik zweiter Ordnung. Auf diese Weise lassen sich - abhängig von der Anzahl omnidirektionaler Mikrofone - Mikrofoneinheiten beliebiger Ordnung realisieren.

[0013] Umfasst ein Mikrofonsystem Mikrofoneinheiten unterschiedlicher Ordnung, so kann zwischen unterschiedlichen Richtcharakteristiken umgeschaltet werden, z.B. durch An- oder Ausschalten eines oder mehrerer Mikrofone. Weiterhin können durch eine geeignete elektrische Verschaltung der Mikrofoneinheiten auch beliebige Mischformen zwischen den Richtcharakteristiken unterschiedlicher Ordnung erzeugt werden. Hierzu werden die Mikrofonsignale der Mikrofoneinheiten unterschiedlich gewichtet und addiert, bevor sie in der Signalverarbeitungseinheit des Hörhilfegerätes weiter verarbeitet und verstärkt werden. So kann ein kontinuierlicher, gleitender Übergang zwischen unterschiedlichen Richtcharakteristiken realisiert werden, wodurch sich störende Artefakte beim Umschalten vermeiden lassen.

[0014] In vielen Alltagssituationen ist ein hohes Maß an Richtwirkung bei einem Hörhilfegerät wünschenswert. So können zum Beispiel die Worte eines Gesprächspartners bei einem Gespräch besser verstanden werden oder in einer Hörsituation mit seitlichem Störlärm wird dieser weitgehend unterdrückt. Allerdings vergrößert ein höheres Maß an Richtwirkung auch das durch das Mikrofonsystem verursachte Mikrofonrau-

schen. Es muss daher stets ein Kompromiss zwischen der Stärke der Richtwirkung und dem maximal in Kauf genommenen Mikrofonrauschen gefunden werden.

[0015] Bei einem Hörhilfegerät gemäß der Erfindung wird das zugelassene Mikrofonrauschen an den individuellen Hörverlust des Hörhilfegeräteträgers angepasst, indem über eine Veränderung der Richtcharakteristik nur in dem Maß Mikrofonrauschen zugelassen wird, in dem dies von dem Hörhilfegeräteträger nicht als störend empfunden wird. Dabei wird das Mikrofonrauschen insbesondere bei leisen Ausgangssignalen des Hörhilfegerätes als störend empfunden, da es bei diesen nicht durch das Nutzsignal verdeckt (maskiert) wird. Hingegen wird bei einem lauten Ausgangssignal des Hörhilfegerätes das Mikrofonrauschen verdeckt und damit unhörbar. Daher muss in Situationen mit einem relativ hohen Signalpegel des von dem Mikrofonsystem erzeugten Mikrofonsignals die Richtwirkung wegen der psychoakustischen Verdeckung des Mikrofonrauschens durch das laute Eingangssignal nicht eingeschränkt werden.

[0016] Um nicht unnötig Richtwirkung zu verschenken, sondern diese individuell optimal auszunutzen, sieht die Erfindung vor, die individuelle Ruhehörschwelle des Hörhilfegeräteträgers bei der Einstellung der Richtwirkung mit zu berücksichtigen.

[0017] Hierzu wird zunächst die Ruhehörschwelle des Hörhilfegeräteträgers in Abhängigkeit von der Frequenz eines dem Gehör des Hörhilfegeräteträgers zugeführten Testsignals ermittelt. Anhand aktueller Hörhilfegeräteeinstellungen, die insbesondere das Signalübertragungsverhalten des Hörhilfegerätes und das Mikrofonsystem betreffen, kann das von dem Mikrofonsystem ausgehende und dem Gehör des Hörhilfegeräteträgers zugeführte Mikrofonrauschen über der Frequenz ziemlich genau berechnet werden. Als Alternative zu der Berechnung ist es ebenfalls möglich, das Mikrofonrauschen unter den gegebenen Einstellungen des Hörhilfegerätes in Abhängigkeit von der Frequenz zu messen. Ein Vergleich mit der zuvor gemessenen individuellen Ruhehörschwelle des Hörhilfegeräteträgers zeigt nun, ob das Mikrofonrauschen zumindest in bestimmten Frequenzbereichen über der Ruhehörschwelle liegt und damit vom Hörhilfegeräteträger wahrgenommen wird. Gemäß der Erfindung wird dann für die mit dem Hörhilfegerät übertragbaren Frequenzen ein möglichst hohes Maß an Richtwirkung eingestellt, ohne dass dabei das durch das Mikrofonsystem verursachte Mikrofonrauschen die Ruhehörschwelle übersteigt.

[0018] Bei einer Ausführungsform der Erfindung wird die Richtcharakteristik des Mikrofonsystems so eingestellt, dass das von dem Mikrofonsystem verursachte und dem Gehör des Hörhilfegeräteträgers zugeführte Mikrofonrauschen zumindest in einem bestimmten Frequenzbereich zwar oberhalb der Ruhehörschwelle liegt, jedoch ein von dem Hörhilfegeräteträger individuell als tolerierbar erachtetes Maß nicht übersteigt. Insbesondere kann durch eine Veränderung der Richtcharakteri-

stik in Abhängigkeit der Frequenz eines akustischen Eingangssignals das Mikrofonrauschen so eingestellt werden, dass dieses zumindest näherungsweise über den gesamten, durch das Hörhilfegerät übertragbaren Frequenzbereich mit der Ruhehörschwelle bzw. dem als tolerierbar erachteten Maß an Rauschen übereinstimmt.

[0019] Eine Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Einstellung des Richtmikrofonsystems während des Betriebes des Hörhilfegerätes an die aktuelle Umgebungssituation angepasst wird. Insbesondere wird bei einem Mikrofonensignal mit hohem Signalpegel ein höheres Maß an Richtwirkung zugelassen als dies bei alleiniger Berücksichtigung der Ruhehörschwelle der Fall wäre. Allerdings ist es hierfür erforderlich, den Signalpegel des von dem Mikrofonensystem erzeugten Mikrofonensignals zu messen. Eine Optimierung der Richtwirkung wird insbesondere dann erreicht, wenn die individuelle Maskierungsschwelle des Hörhilfegeräteträgers bezüglich des Mikrofonrauschens bestimmt wird. Diese zeigt an, bei welchem Signalpegel eines von einem akustischen Eingangssignal herrührenden Anteil in dem Ausgangssignal des Mikrofonensystems der Anteil des Mikrofonrauschens in diesem Ausgangssignal maskiert, d.h. verdeckt und damit nicht mehr von dem Hörhilfegeräteträger wahrnehmbar ist. Die Maskierungsschwelle ist abhängig von der Frequenz und dem Signalpegel des Mikrofonrauschens und gibt an, welche Mikrofonensignale dazu geeignet sind, das Mikrofonrauschen zu verdecken. Das Maß an Richtwirkung des Mikrofonensystems wird dann derart variiert, dass in Abhängigkeit der Frequenz eines akustischen Eingangssignals eine möglichst hohe Richtwirkung erreicht wird, ohne dass dabei das Mikrofonrauschen die Maskierungsschwelle übersteigt. Analog zu der Ruhehörschwelle kann auch hierbei ein von dem Hörhilfegeräteträger individuell als tolerierbar erachtetes Maß an Mikrofonrauschen zugelassen werden, was bedeutet, dass die Richtwirkung so eingestellt wird, dass das Mikrofonrauschen zumindest in einem bestimmten Frequenzbereich die Maskierungsschwelle auch um ein bestimmtes Maß übersteigen darf. Prinzipiell kann bei der Programmierung des Hörhilfegerätes eine beliebige Funktion festgelegt werden, die angibt, um welchen Wert das Mikrofonrauschen in Abhängigkeit von der Frequenz die Ruhehörschwelle übersteigen oder auch unterschreiten soll. In der Praxis wird man jedoch zumindest für einen bestimmten Frequenzbereich (z.B. von 2 kHz bis 4 kHz) einen konstanten Wert (z.B. 5 dB über der in diesem Frequenzbereich gemessenen Ruhehörschwelle) für das zulässige Mikrofonrauschen festlegen.

[0020] Die Einstellung der Richtwirkung des Hörhilfegerätes gemäß der Erfindung in Abhängigkeit von der Ruhehörschwelle bzw. der Maskierungsschwelle kann beispielsweise während der Anpassung des Hörhilfegerätes an den individuellen Hörverlust eines Hörhilfegeräteträgers durch den Akustiker erfolgen. Vorteilhaft erfolgt diese Anpassung jedoch automatisch durch das

Programmiergerät, gesteuert durch eine entsprechende Programmiersoftware. Als Eingangsgrößen bei der Berechnung dienen audiometrischen Daten des Hörhilfegeräteträgers, insbesondere die Ruhehörschwelle bzw. die Maskierungsschwelle, Kennwerte des Hörhilfegerätes sowie die Hörhilfegeräteeinstellungen zum Ausgleich des individuellen Hörverlustes des Hörhilfegeräteträgers. Das Programmiergerät errechnet aus diesen Daten dann Werte der Einstellparameter, die die Einstellung der Richtwirkung in Abhängigkeit der Frequenz betreffen. Bei der Einstellung der Richtwirkung in Abhängigkeit der Maskierungsschwelle erfolgt die Einstellung der Richtwirkung zusätzlich in Abhängigkeit des Signalpegels des Ausgangssignals, das dem Gehör des Hörhilfegeräteträgers zugeführt wird. Auch diesbezüglich werden durch das Programmiergerät Einstellparameter errechnet und auf das Hörhilfegerät übertragen, die die Richtwirkung des Mikrofonensystems in Abhängigkeit dieses Signalpegels während des laufenden Betriebes des Hörhilfegerätes regeln.

[0021] Die Erfindung kann bei allen bekannten Hörhilfegeräte-Typen mit einem einstellbaren Richtmikrofon angewendet werden, beispielsweise bei hinter dem Ohr tragbaren Hörhilfegeräten, in dem Ohr tragbaren Hörhilfegeräten, implantierbaren Hörhilfegeräten oder Taschenhörhilfegeräten. Weiterhin kann das Hörhilfegerät gemäß der Erfindung auch Teil eines mehrere Geräte zur Versorgung eines Schwerhörigen umfassenden Hörhilfegerätesystems sein, z.B. Teil eines Hörgerätesystems mit zwei am Kopf getragenen Hörhilfegeräten zur binauralen Versorgung oder Teil eines Hörgerätesystems, bestehend aus einem am Kopf tragbaren Gerät und einer am Körper tragbaren Prozesseinheit.

[0022] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben. Es zeigen:

Figur 1 ein Hörhilfegerät mit einem drei omnidirektionale Mikrofone umfassenden Richtmikrofonsystem,

Figur 2 ein Blockschaltbild zur Einstellung eines Richtmikrofonsystems unter Berücksichtigung einer individuellen Ruhehörschwelle,

Figur 3 ein Blockschaltbild zur Einstellung eines Richtmikrofons unter Berücksichtigung der individuellen Maskierungsschwelle und

Figur 4 ein Blockschaltbild zur Einstellung eines Mikrofonensystems unter Berücksichtigung der individuellen Maskierungsschwelle sowie des von dem Mikrofonensystem erzeugten Ausgangssignals.

[0023] Figur 1 zeigt ein Prinzipschaltbild eines Hörhilfegerätes mit einem Richtmikrofonsystem gemäß der Erfindung. Das Mikrofonensystem umfasst drei omnidirektionale Mikrofone 1, 2 und 3. Das von dem Mikrofon 2 ausgehende Mikrofonensignal wird in einer Verzögerungs-

einheit 4A verzögert, durch einen Inverter 5A invertiert und in einem Summierer 6A zu dem von dem Mikrofon 1 ausgehenden Mikrofonsignal R0 addiert. Die beiden omnidirektionalen Mikrofone 1 und 2 bilden dadurch ein Richtmikrofon 1, 2 mit Richtcharakteristik erster Ordnung, von dem das Mikrofonsignal R1 ausgeht. Ebenso wird das von dem Mikrofon 3 ausgehende Mikrofonsignal in einer Verzögerungseinheit 4B verzögert, durch einen Inverter 5B invertiert und in einem Summierer 6B zu dem von dem Mikrofon 2 ausgehenden Mikrofonsignal addiert. Auch die Mikrofone 2 und 3 bilden dadurch ein Richtmikrofonsystem 2, 3 mit Richtcharakteristik erster Ordnung, dessen Mikrofonsignal am Ausgang des Summierers 6B anliegt. Wird wiederum das von dem Richtmikrofonsystem 2, 3 ausgehende Mikrofonsignal in einer Verzögerungseinheit 7 verzögert und in einem Inverter 8 invertiert und in einem Summierer 9 zu dem von dem Richtmikrofonsystem 1, 2 ausgehenden Mikrofonsignal R1 addiert, so entsteht aus den Mikrofonen 1, 2 und 3 ein Richtmikrofonsystem 1, 2, 3 mit Richtcharakteristik zweiter Ordnung, dessen Mikrofonsignal R2 am Ausgang des Summierers 9 anliegt. Die drei Mikrofonsignale R0, R1 und R2 sind schließlich einer Schaltungseinheit 10 zugeführt, in der zwischen den unterschiedlichen Mikrofonsignalen umgeschaltet werden kann oder in der die unterschiedlichen Mikrofonsignale R0, R1 und R2 unterschiedlich gewichtet und addiert werden. Das resultierende und am Ausgang der Schaltungseinheit 10 abgegebene Mikrofon Ausgangssignal RA wird schließlich einer Signalverarbeitungseinheit 11 zugeführt, in der die Weiterverarbeitung und frequenzabhängige Verstärkung des Mikrofon Ausgangssignals RA zum Ausgleich des individuellen Hörverlustes eines Hörhilfegeräteträgers erfolgt. Schließlich wird das verarbeitete Mikrofonsignal zur Abgabe in einen Gehörgang des Hörhilfegeräteträgers durch einen Hörer 12 in ein akustisches Signal gewandelt.

[0024] Moderne Hörhilfegeräte lassen sich in besonderer Weise an unterschiedliche Hörsituationen anpassen. Hierzu weist das Hörhilfegerät im Ausführungsbeispiel eine Steuereinheit 13 auf, in der unterschiedliche Parametersätze, sogenannte Hörprogramme, zur Steuerung der Signalverarbeitung im Hörhilfegerät speicherbar und abrufbar sind. Zwischen den unterschiedlichen Hörprogrammen kann mittels eines Programmwahltasters 14 umgeschaltet werden. Ferner verfügt das Hörhilfegerät über eine automatische Situationserkennung, mittels derer die die Signalverarbeitung betreffenden Parameter des Hörhilfegerätes während des laufenden Betriebes des Hörhilfegerätes angepasst werden können. Zur Signalanalyse ist der Steuereinheit 13 das von dem omnidirektionalen Mikrofon 1 ausgehende Mikrofonsignal zugeführt. Auch die Richtcharakteristik des Mikrofonsystems wird an die erkannte Umgebungssituation bzw. an das eingestellte Hörprogramm angepasst, wobei im Ausführungsbeispiel eine Mikrofonsteuereinheit 15 vorgesehen ist, die ebenfalls durch die Steuereinheit 13 gesteuert wird. Abhängig von

der erkannten Umgebungssituation bzw. dem eingestellten Hörprogramm kann somit über die Mikrofonsteuereinheit 15 zwischen Richtmikrofonsystemen mit Richtcharakteristik nullter, erster oder zweiter Ordnung umgeschaltet werden oder es können die von den Richtmikrofonen unterschiedlicher Ordnung ausgehenden Mikrofonsignale, gesteuert durch die Mikrofonsteuereinheit 15, unterschiedlich gewichtet und addiert werden.

[0025] Bei dem Hörhilfegerät gemäß dem Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass die Einstellung der Richtcharakteristik unter Berücksichtigung der individuellen Ruhehörschwelle eines Hörhilfegeräteträgers erfolgt. Diese wird durch einen Gehörttest ermittelt, der in der Regel von einem Hörgeräte-Akustiker durchgeführt wird. Ferner wird bei dem Hörhilfegerät gemäß dem Ausführungsbeispiel das Mikrofonrauschen für unterschiedliche Richtcharakteristiken ermittelt, z.B. gemessen oder unter Berücksichtigung der Mikrofon-Kenndaten, der unterschiedlichen Verschaltungen der Mikrofone sowie der Signalverarbeitung im Hörhilfegerät bei den jeweiligen Hörhilfegeräte-Einstellungen errechnet. Anschließend wird bei dem Hörhilfegerät die Richtwirkung in Abhängigkeit der Frequenz, der Ruhehörschwelle sowie des Mikrofonrauschens bei der jeweiligen Frequenz eingestellt. Liegt z.B. in einem Frequenzbereich die individuelle Ruhehörschwelle des Hörhilfegeräteträgers bei 30dB SPL, so wird die Richtcharakteristik so eingestellt, dass das von dem Mikrofonsystem erzeugte und dem Gehör des Hörhilfegeräteträgers zugeführte Mikrofonrauschen in der Größenordnung dieser Ruhehörschwelle liegt, so dass ein möglichst hohes Maß an Richtwirkung erreicht wird, ohne dass dabei das durch das Mikrofonsystem erzeugte Mikrofonrauschen von dem Hörhilfegeräteträger als störend empfunden wird. Liegt in einem anderen Frequenzbereich die Ruhehörschwelle des Hörhilfegeräteträgers z.B. bei 50dB SPL, so kann in diesem Frequenzbereich ein höheres Maß an Richtwirkung zugelassen werden, beispielsweise eine Richtcharakteristik zweiter Ordnung, ohne dass dabei das Mikrofonrauschen von dem Hörhilfegeräteträger wahrgenommen wird.

[0026] Bei der Einstellung des Hörhilfegerätes wird somit das Ziel verfolgt, ein möglichst hohes Maß an Richtwirkung zuzulassen, ohne dass dabei das von dem Mikrofonsystem erzeugte Mikrofonrauschen unter Berücksichtigung der aktuellen Hörhilfegeräteeinstellungen oberhalb der individuellen Ruhehörschwelle des Hörhilfegeräteträgers liegt.

[0027] Eine andere Strategie der Hörhilfegeräteeinstellung kann darin bestehen, dass ein von dem Hörhilfegeräteträger wahrnehmbares Mikrofonrauschen ein bestimmtes Maß nicht übersteigt. Das Mikrofonsystem wird dann so eingestellt, dass in dem Ausgangssignal des Hörhilfegerätes das von dem Mikrofonsystem hervorgerufene Mikrofonrauschen maximal um eben dieses Maß die Ruhehörschwelle des Hörhilfegeräteträgers übersteigt. Dabei kann sich dieses von dem Hör-

hilfegeräteträger als tolerierbar erachtete Maß an Mikrofonrauschen über den gesamten, durch das Hörhilfegerät übertragbaren Frequenzbereich beziehen oder nur auf einen bestimmten Frequenzbereich beschränken.

[0028] Eine Weiterentwicklung der Erfindung sieht vor, dass der Mikrofonsteuereinheit 15 auch das Ausgangssignal der Steuereinheit 10 und damit das zur Weiterverarbeitung bestimmte Mikrofonausgangssignal RA zugeführt ist. Dies hat den Vorteil, dass neben der individuellen Ruhehörschwelle auch der Signalpegel dieses Mikrofonsignals bei der Einstellung der Richtcharakteristik berücksichtigt werden kann. Das Mikrofonrauschen wird nämlich nur bei verhältnismäßig niedrigen Signalpegeln dieses Mikrofonausgangssignals RA als störend empfunden. Bei einem verhältnismäßig hohen Pegel dieses Mikrofonausgangssignals RA nimmt das Mikrofonrauschen nur einen kleinen Anteil an diesem Signal ein und der überwiegende Anteil des Mikrofonausgangssignals RA wird durch das akustische Eingangssignal bestimmt. Dies führt jedoch dazu, dass das Mikrofonrauschen ohnehin durch das akustische Eingangssignal verdeckt (maskiert) und somit durch den Hörhilfegeräteträger nicht wahrgenommen wird. Es kann somit in einer derartigen Hörsituation ein höheres Maß an Richtwirkung zugelassen werden als dies bei der reinen Berücksichtigung der Ruhehörschwelle der Fall wäre. Bei einem Mikrofonausgangssignal RA mit sehr hohem Signalpegel kann somit stets die größtmögliche Richtwirkung des Mikrofonsystems eingestellt werden, ohne dass hierdurch das Mikrofonrauschen von dem Hörhilfegeräteträger als störend empfunden wird. Die Anpassung der Richtcharakteristik des Mikrofonsystems an die Ruhehörschwelle ist daher besonders bei Mikrofonausgangssignalen RA mit niedrigem Signalpegel wichtig, da bei diesen das Mikrofonrauschen in dem Mikrofonsignal überwiegt und somit als störend empfunden werden kann.

[0029] Eine weitere Optimierung des Richtmikrofonsystems wird dadurch erreicht, dass bei dem Hörhilfegeräteträger die individuelle Maskierungsschwelle für das Mikrofonrauschen bestimmt wird. Dann kann die Richtwirkung in Abhängigkeit der Frequenz der von den Mikrofonen 1-3 ausgehenden Mikrofonsignale R0, R1 und R2 so eingestellt werden, dass stets die maximale Richtwirkung eingestellt ist, bei der das Mikrofonrauschen gerade noch verdeckt wird. Im Falle eines sehr leisen akustischen Eingangssignals bzw. ohne akustisches Eingangssignal wird dann automatisch zumindest im Wesentlichen nur das von dem omnidirektionalen Mikrofon 1 ausgehende Mikrofonsignal R0 an die Signalverarbeitungseinheit 11 weitergeleitet. Mit zunehmendem Signalpegel in dem Mikrofonsignal wird dann stufenweise auf Richtcharakteristiken höherer Ordnung umgeschaltet oder kontinuierlich das Gewicht des Mikrofonsignals R1 bzw. R2 gegenüber R0 erhöht.

[0030] Ebenso wie bei der Ruhehörschwelle kann auch bei der Berücksichtigung der Maskierungsschwelle ein bestimmtes Maß an Mikrofonrauschen von dem

individuellen Hörhilfegeräteträger als tolerierbar erachtet werden. Dann wird die Richtcharakteristik des Mikrofonsystems so eingestellt, dass dieses Maß an Mikrofonrauschen entweder über den gesamten übertragbaren Frequenzbereich oder lediglich in wenigstens einem Frequenzband von dem Hörhilfegeräteträger wahrnehmbar bleibt.

[0031] In dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 ist der Mikrofonsteuereinheit 15 das Mikrofonausgangssignal RA zugeführt um die Richtwirkung des Mikrofonsystems so einzustellen, dass das dem Gehör des Hörhilfegeräteträger zugeführte Mikrofonrauschen unterhalb der Ruhehörschwelle liegt bzw. durch ein Nutzsignal verdeckt wird. Da die Rückkopplung somit vor der eigentlichen Signalverarbeitung im Hörhilfegerät mittels der Signalverarbeitungseinheit 11 erfolgt, sind der Mikrofonsteuereinheit 15 zusätzlich auch die aktuellen Steuerparameter der Steuereinheit 13 zugeführt, so dass die Weiterverarbeitung des Mikrofonausgangssignals RA durch die Signalverarbeitungseinheit 11 berücksichtigt werden kann. Alternativ könnte der Mikrofonsteuereinheit 15 auch das Ausgangssignal der Signalverarbeitungseinheit 11 zugeführt werden.

[0032] Die Signalverarbeitung bei dem Hörhilfegerät gemäß dem Ausführungsbeispiel kann in analoger, digitaler oder in kombinierter Schaltungstechnik erfolgen. Weiterhin kann die Signalverarbeitung auch parallel in aneinandergrenzenden Frequenzbändern (Kanälen) erfolgen. Vorzugsweise erfolgt auch die Einstellung der Richtcharakteristik des Mikrofonsystems in Frequenzbändern.

[0033] Nachfolgend werden in den Figuren 2 bis 4 die wesentlichen Schritte bei der Einstellung eines Hörhilfegerätes gemäß der Erfindung in verallgemeinerter Darstellung nochmals veranschaulicht. Dabei zeigt Figur 2 ein Blockschaltbild zur Einstellung eines Richtmikrofonsystems unter Berücksichtigung einer individuellen Ruhehörschwelle. Das Mikrofonsystem des Hörhilfegerätes umfasst ein Mikrofon-Array 20 mit mehreren Mikrofonen, von denen jeweils ein Mikrofonsignal abgegeben wird. Zur Einstellung der Richtcharakteristik sind die Mikrofonsignale einer Schaltungseinheit 21 zugeführt. Diese liefert an ihrem Signalausgang ein Mikrofonsignal, das zur Weiterverarbeitung in dem Hörhilfegerät vorgesehen ist. Ziel der Hörhilfegeräteeinstellung ist es, ein möglichst hohes Maß an Richtwirkung zu erzielen, ohne dabei das Mikrofonrauschen derart ansteigen zu lassen, dass dies von einem Hörhilfegeräteträger als störend empfunden wird. Um eine derartige Einstellung des Mikrofonsystems zu erreichen, wird zunächst mit einer Testeinrichtung die individuelle Ruhehörschwelle des Hörhilfegeräteträgers in Abhängigkeit der Frequenz eines dem Gehör des Hörhilfegeräteträgers zugeführten Testsignals ermittelt und in einer Speichereinrichtung 22 gespeichert. Die Messung der Ruhehörschwelle kann von einem Hörgeräte-Akustiker durchgeführt werden, sie kann aber auch mit einer geeigneten Messeinrichtung (PC mit entsprechender Soft-

ware) bzw. einem Hörhilfegerät mit integriertem Tongenerator von dem Hörhilfegeräteträger selbst durchgeführt werden. Ist die individuelle Ruhehörschwelle eines Hörhilfegeräteträgers in Abhängigkeit der Frequenz bekannt, so lässt sich daraus auch die erforderliche Verstärkung leiser Eingangssignale in Abhängigkeit von der Frequenz durch das Hörhilfegerät ermitteln, um den Hörverlust auszugleichen. In der Regel wird der Hörverlust durch das Hörhilfegerät jedoch nicht vollständig ausgeglichen, sondern bezogen auf die Ruhehörschwelle eines Normalhörenden lediglich um beispielsweise 50% vermindert. Aus der notwendigen Verstärkung leiser Eingangssignale wiederum kann das dem Gehör des Hörhilfegeräteträgers zugeführte Mikrofonrauschen bei leisen Eingangssignalen bzw. beim Fehlen eines akustischen Eingangssignals bestimmt werden. Zum Bestimmen des Mikrofonrauschens in Abhängigkeit der Frequenz und unterschiedlicher Einstellungen bezüglich der Richtcharakteristik werden entweder Messungen an dem Hörhilfegerät durchgeführt oder das jeweilige Mikrofonrauschen wird anhand von Hörhilfegeräte- sowie Mikrofon-Kenndaten errechnet. Unter Berücksichtigung der so gewonnenen Kenndaten wird nun eine optimierte Richtcharakteristik des Mikrofon-Arrays in Abhängigkeit der Frequenz eines akustischen Eingangssignals und der individuellen Ruhehörschwelle des Hörhilfegeräteträgers bei der jeweiligen Frequenz ermittelt, wobei hierzu die Werte von Einstellparametern des Hörhilfegerätes und insbesondere der Schaltungseinheit 21 zur Einstellung eben dieser Richtcharakteristik errechnet und bei dem Hörhilfegerät eingestellt werden. Die Berechnung erfolgt in einer Recheneinrichtung 23, die vorzugsweise als Programmiergerät oder PC mit einer entsprechenden Software ausgebildet ist und die Speichereinrichtung 22 umfasst. Die errechneten Parameter werden dann auf das Hörhilfegerät übertragen. Die Recheneinrichtung 23 kann aber auch innerhalb des Hörhilfegerätes angeordnet sein. Vorteilhaft erfolgt die Einstellung des Hörhilfegerätes und insbesondere der Schaltungseinheit 21 derart, dass das dem Gehör des Hörhilfegeräteträgers zugeführte Mikrofonrauschen zumindest näherungsweise mit dessen Ruhehörschwelle übereinstimmt oder diese zumindest nicht übersteigt. Weiterhin kann die Richtwirkung des Mikrofon-Arrays auch so eingestellt werden, dass das resultierende Mikrofonrauschen zumindest in einem bestimmten Frequenzbereich die Ruhehörschwelle des Hörhilfegeräteträgers um ein von diesem tolerierbares Maß übersteigt. Vorzugsweise ist dieses Maß in Abhängigkeit von der Frequenz frei wählbar.

[0034] Eine gegenüber dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 verbesserte Einstellung der Richtwirkung des Mikrofon-Arrays gemäß Figur 3 erreichen. Auch hierbei sind die Mikrofon-signale einer Anzahl an Mikrofonen 30 zur Einstellung der Richtcharakteristik zunächst einer Schaltungseinheit 31 zugeführt. Anders als im vorhergehenden Ausführungsbeispiel erfolgt dabei die Ein-

stellung jedoch nicht statisch, z.B. einmalig während der Anpassung des Hörhilfegerätes durch den Akustiker, sondern adaptiv während des laufenden Betriebes des Hörhilfegerätes. Zur Einstellung der Richtwirkung wird das von dem Mikrofon-system erzeugte Mikrofon-signal oder ein daraus hervorgehendes Signal ebenfalls berücksichtigt. Weist das Mikrofon-signal zumindest in einem bestimmten Frequenzbereich einen hohen Signal-pegel auf, so kann zumindest in diesem Frequenzbereich ein höheres Mikrofon-rauschen und damit ein höheres Maß an Richtwirkung toleriert werden. Die Richtwirkung wird dann zumindest in diesem Frequenzbereich derart erhöht, bis der Anteil des Mikrofon-rauschens in dem Ausgangssignal gerade noch durch den aus dem akustischen Eingangssignal hervorgehenden Anteil des Ausgangssignals verdeckt wird oder die maximale Richtwirkung erreicht ist. Dadurch wird gewährleistet, dass stets die maximale Richtwirkung eingestellt ist, bei der das Mikrofon-rauschen nicht als störend empfunden wird. Auch die Maskierungsschwelle für das Mikrofon-rauschen wird anhand von Testsignalen ermittelt, die dem Gehör des Hörhilfegeräteträgers z.B. während der Anpassung des Hörhilfegerätes zugeführt werden. Als Testsignale werden bevorzugt Sinussignale, weißes Rauschen oder ein dem Mikrofon-rauschen ähnliches Rauschen verwendet. Daten bezüglich der gemessenen, individuellen Maskierungsschwelle in Abhängigkeit der Frequenz werden dann in einer Speichereinrichtung 32 im Hörhilfegerät gespeichert. Eine Recheneinrichtung 33 errechnet aus diesen Daten und dem Ausgangssignal der Schaltungseinheit 31 adaptiv eine optimierte Einstellung der Schaltungseinheit 31, so dass so viel Richtwirkung wie möglich eingestellt ist und dennoch kein Mikrofon-rauschen von dem Hörhilfegeräteträger wahrgenommen wird. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel kann man eine alternative Ausführungsform dadurch realisieren, dass die Richtwirkung des Mikrofon-Arrays so eingestellt wird, dass das resultierende Mikrofon-rauschen zumindest in einem bestimmten Frequenzbereich die Ruhehörschwelle des Hörhilfegeräteträgers um ein von diesem tolerierbares Maß übersteigt. Vorzugsweise ist auch dieses Maß in Abhängigkeit von der Frequenz frei wählbar.

[0035] Eine weitere Ausführungsform zur Einstellung der Richtwirkung eines Mikrofon-systems mit mehreren Mikrofonen 40 zeigt Figur 4. Auch hierbei erfolgt die Einstellung wie bei der vorhergehenden Ausführungsform adaptiv unter Berücksichtigung der individuellen Maskierungsschwelle. Im Unterschied zum Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 wird dabei jedoch das zur Weiterverarbeitung in einer Signalverarbeitungseinheit des Hörhilfegerätes vorgesehene Ausgangssignal einer Schaltungseinheit 41 nicht berücksichtigt. Das Mikrofon-system umfasst stattdessen eine zweite Schaltungseinheit 42, in die ebenfalls die von den omnidirektionalen Mikrofonen 40 erzeugten Mikrofon-signale eingehen und aus der das zur Weiterverarbeitung vorgesehene Ausgangssignal des Mikrofon-systems hervorgeht. Da-

bei sind die Einstellungen der ersten Schaltungseinheit 41 statisch, d.h., sie werden allenfalls bei der Anpassung des Hörhilfegerätes, jedoch nicht während des normalen Betriebes eingestellt. Das Ausgangssignal dieser ersten Schaltungseinheit 41 wird dann zusammen mit den Daten bzgl. der individuellen Maskierungsschwelle des Hörhilfegeräteträgers, die in einer Speichereinrichtung 43 im Hörhilfegerät hinterlegt sind, dazu verwendet, die zweite Schaltungseinheit 42 zu steuern. Ergibt sich z.B., dass in der momentanen Hörsituation bei den statischen Einstellungen der ersten Schaltungseinheit 41 das Mikrofonrauschen von dem akustischen Eingangssignal verdeckt werden würde, so kann bei der adaptiven Schaltungseinheit 42 ein höheres Maß an Richtwirkung eingestellt werden. Die Einstellparameter der Schaltungseinheit 42 werden dabei während des laufenden Betriebes des Hörhilfegerätes aus dem in der Speichereinrichtung 43 hinterlegten Verlauf der Maskierungsschwelle in Abhängigkeit der Frequenz und der Signalpegel des Mikrofonrauschens und des Nutzsignals sowie des Ausgangssignals der Schaltungseinheit 41 mittels der Recheneinrichtung 44 ermittelt. Insbesondere wird bei dieser Berechnung auch das Maß der Verdeckung, d.h. der Unterschied des Signalpegels des Mikrofonrauschens im Vergleich zum Signalpegel des von dem akustischen Eingangssignal herrührenden Anteils in dem Ausgangssignal der Schaltungseinheit 41, mit berücksichtigt. Bei einem großen Unterschied dieser beiden Signalpegel kann durch die Recheneinrichtung 44 bei der Schaltungseinheit 42 eine verhältnismäßig große Zunahme der Richtwirkung gegenüber der durch die Schaltungseinheit 41 erzeugten Richtwirkung eingestellt werden. Der Vorteil dieser Ausführungsform liegt darin, dass eine Rückkopplungsschleife wie im vorhergehenden Ausführungsbeispiel vermieden wird.

[0036] Als Alternative zu der individuell am Träger des einzustellenden Hörhilfegerätes gemessenen Maskierungsschwelle kann der adaptiven Einstellung eines Richtmikrofonsystems gemäß der Erfindung auch ein Maskierungsmodell zugrunde liegen, das auf Messungen an einer Vielzahl an Probanden beruht. In den Speichereinrichtungen 32 bzw. 43 der Ausführungsbeispiele gemäß den Figuren 3 und 4 sind dann Daten bezüglich dieses allgemeinen Maskierungsmodells abgelegt, das bei der Berechnung von Einstellparametern des Richtmikrofonsystems in der Regel ebenfalls gute Ergebnisse liefert. Die aufwendige Messung der individuellen Maskierungsschwelle kann dadurch entfallen.

[0037] Zusammenfassend soll durch die Erfindung bei einem Hörhilfegerät mit einem mehrere Mikrofone umfassenden Mikrofonsystem die Richtwirkung verbessert werden, ohne dass hierbei eine von einem Hörhilfegeräteträger als störend empfundene Zunahme des Mikrofonrauschens entsteht. Hierzu schlägt die Erfindung vor, dass die Einstellung des Mikrofonsystems statisch oder adaptiv unter Berücksichtigung der individuellen Ruhehörschwelle bzw. unter Berücksichtigung der individuellen Maskierungsschwelle für das von dem Mi-

krofonsystem erzeugte Mikrofonrauschen erfolgt. Somit kann stets das größtmögliche Maß an Richtwirkung zugelassen werden, ohne dass dabei der Hörhilfegeräteträger das von dem Mikrofonsystem erzeugte Mikrofonrauschen als störend empfindet.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einstellen eines Hörhilfegerätes mit einem Mikrofonsystem (1, 2, 3) mit veränderbarer Richtcharakteristik zur Aufnahme eines akustischen Eingangssignals und Abgabe wenigstens eines Mikrofonausgangssignals (RA), einer Signalverarbeitungseinheit (11) und einem Ausgangswandler (12), mit folgenden Schritten:
 - a) Bestimmen einer Ruhehörschwelle eines Hörhilfegeräteträgers in Abhängigkeit der Signalfrequenz eines dem Gehör des Hörhilfegeräteträgers zugeführten Testsignals,
 - b) Einstellen der Richtcharakteristik des Mikrofonsystems (1, 2, 3) des Hörhilfegerätes in Abhängigkeit der Frequenz des akustischen Eingangssignals und der Ruhehörschwelle.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Richtcharakteristik in Abhängigkeit der Frequenz des akustischen Eingangssignals und des Signalpegels des von dem Mikrofonsystem (1, 2, 3) erzeugten Mikrofonausgangssignals (RA) so eingestellt wird, dass der Signalpegel des von dem Mikrofonsystem (1, 2, 3) erzeugten und dem Gehör des Hörhilfegeräteträgers zugeführten Mikrofonrauschens wenigstens im Wesentlichen mit der Ruhehörschwelle bei der jeweiligen Frequenz übereinstimmt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Richtcharakteristik in Abhängigkeit der Frequenz des akustischen Eingangssignals und des Signalpegels des von dem Mikrofonsystem (1, 2, 3) erzeugten Mikrofonausgangssignals (RA) so eingestellt wird, dass sich der Signalpegel des von dem Mikrofonsystem (1, 2, 3) erzeugten und dem Gehör des Hörhilfegeräteträgers zugeführten Mikrofonrauschens wenigstens im Wesentlichen um einen einstellbaren Wert von der Ruhehörschwelle bei der jeweiligen Frequenz unterscheidet.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Parameter zum Einstellen der Richtcharakteristik des Mikrofonsystems (1, 2, 3) des Hörhilfegerätes in Abhängigkeit der Frequenz des akustischen Eingangssignals und der Ruhehörschwelle automatisch ermittelt werden.
5. Verfahren zum Einstellen eines Hörhilfegerätes mit einem Mikrofonsystem (1, 2, 3) mit veränderbarer

Richtcharakteristik zur Aufnahme eines akustischen Eingangssignals und Abgabe wenigstens eines Mikrofon Ausgangssignals (RA), einer Signalverarbeitungseinheit (9) und einem Ausgangswandler (10), mit folgenden Schritten:

- a) Bestimmen einer Maskierungsschwelle eines Hörhilfegeräteträgers zur Maskierung des von dem Mikrofonssystem (1, 2, 3) erzeugten Mikrofonrauschens in Abhängigkeit der Signalfrequenz und des Signalpegels eines dem Gehör des Hörhilfegeräteträgers zugeführten Testsignals,
 - b) Ermitteln des Signalpegels eines von dem Mikrofonssystem (1, 2, 3) erzeugten Mikrofon Ausgangssignals (RA) in Abhängigkeit der Frequenz des Mikrofon Ausgangssignals (RA),
 - c) Einstellen der Richtcharakteristik des Hörhilfegerätes in Abhängigkeit der Frequenz des Mikrofon Ausgangssignals (RA), der Maskierungsschwelle und des ermittelten Signalpegels.
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Richtcharakteristik in Abhängigkeit der Frequenz des Mikrofon Ausgangssignals (RA) und des Signalpegels des von dem Mikrofonssystem (1, 2, 3) erzeugten Mikrofon Ausgangssignals (RA) so eingestellt wird, dass der Signalpegel des von dem Mikrofonssystem (1, 2, 3) erzeugten und dem Gehör des Hörhilfegeräteträgers zugeführten Mikrofonrauschens wenigstens im Wesentlichen mit der Maskierungsschwelle bei der jeweiligen Frequenz übereinstimmt.
 7. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Richtcharakteristik in Abhängigkeit der Frequenz des Mikrofon Ausgangssignals (RA) und des Signalpegels des von dem Mikrofonssystem (1, 2, 3) erzeugten Mikrofon Ausgangssignals (RA) so eingestellt wird, dass sich der Signalpegel des von dem Mikrofonssystem (1, 2, 3) erzeugten und dem Gehör des Hörhilfegeräteträgers zugeführten Mikrofonrauschens wenigstens im Wesentlichen um einen konstanten Wert von der Maskierungsschwelle bei der jeweiligen Frequenz unterscheidet.
 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei die Parameter zum Einstellen der Richtcharakteristik des Hörhilfegerätes in Abhängigkeit der Frequenz des Mikrofon Ausgangssignals (RA), der Maskierungsschwelle und des ermittelten Signalpegels automatisch ermittelt werden.
 9. Hörhilfegerät mit einem Mikrofonssystem (1, 2, 3) mit veränderbarer Richtcharakteristik zur Aufnahme eines akustischen Eingangssignals und Abgabe eines Mikrofon Ausgangssignals (RA), einer Signalverarbeitungseinheit (11) und einem Ausgangswandler (12), wobei das Mikrofonssystem (1, 2, 3) so eingestellt ist, dass der Signalpegel des von dem Mikrofonssystem (1, 2, 3) erzeugten und dem Gehör des Hörhilfegeräteträgers zugeführten Mikrofonrauschens wenigstens im Wesentlichen mit der Maskierungsschwelle bei der jeweiligen Frequenz übereinstimmt.

wandler (12), wobei das Mikrofonssystem (1, 2, 3) so eingestellt ist, dass der Signalpegel des von dem Mikrofonssystem (1, 2, 3) erzeugten und dem Gehör des Hörhilfegeräteträgers zugeführten Mikrofonrauschens wenigstens im Wesentlichen mit der Ruheshwelle bei der jeweiligen Frequenz übereinstimmt.

10. Hörhilfegerät mit einem Mikrofonssystem (1, 2, 3) mit veränderbarer Richtcharakteristik zur Aufnahme eines akustischen Eingangssignals und Abgabe eines Mikrofon Ausgangssignals (RA), einer Signalverarbeitungseinheit (11) und einem Ausgangswandler (12), wobei das Mikrofonssystem (1, 2, 3) in Abhängigkeit der Frequenz des Mikrofon Ausgangssignals (RA) so eingestellt ist, dass sich der Signalpegel des von dem Mikrofonssystem (1, 2, 3) erzeugten und dem Gehör des Hörhilfegeräteträgers zugeführten Mikrofonrauschens wenigstens im Wesentlichen um einen einstellbaren Wert von der Ruheshwelle bei der jeweiligen Frequenz unterscheidet.
11. Hörhilfegerät mit einem Mikrofonssystem (1, 2, 3) mit veränderbarer Richtcharakteristik zur Aufnahme eines akustischen Eingangssignals und Abgabe eines Mikrofon Ausgangssignals (RA), einer Signalverarbeitungseinheit (11) und einem Ausgangswandler (12), wobei das Mikrofonssystem (1, 2, 3) in Abhängigkeit der Frequenz des Mikrofon Ausgangssignals (RA) so eingestellt ist, dass der Signalpegel des von dem Mikrofonssystem (1, 2, 3) erzeugten und dem Gehör des Hörhilfegeräteträgers zugeführten Mikrofonrauschens wenigstens im Wesentlichen mit der Maskierungsschwelle bei der jeweiligen Frequenz übereinstimmt.
12. Hörhilfegerät mit einem Mikrofonssystem (1, 2, 3) mit veränderbarer Richtcharakteristik zur Aufnahme eines akustischen Eingangssignals und Abgabe eines Mikrofon Ausgangssignals (RA), einer Signalverarbeitungseinheit (11) und einem Ausgangswandler (12), wobei das Mikrofonssystem (1, 2, 3) in Abhängigkeit der Frequenz des Mikrofon Ausgangssignals (RA) so eingestellt ist, dass sich der Signalpegel des von dem Mikrofonssystem erzeugten und dem Gehör des Hörhilfegeräteträgers zugeführten Mikrofonrauschens wenigstens im Wesentlichen um einen einstellbaren Wert von der Maskierungsschwelle bei der jeweiligen Frequenz unterscheidet.
13. Programmiergerät zur Programmierung eines Hörhilfegerätes nach Anspruch 9 oder 10 mit einer Speichereinrichtung (22) zum Speichern von Daten bezüglich der individuellen Ruheshwelle eines Hörhilfegeräteträgers in Abhängigkeit der Frequenz eines dem Gehör des Hörhilfegerätes zuge-

fürten Testsignals und mit einer Recheneinrichtung (23) zur Berechnung von Parametern zur Einstellung der Richtcharakteristik des Mikrofonsystems des Hörhilfegerätes in Abhängigkeit dieser Daten.

5

14. Programmiergerät zur Programmierung eines Hörhilfegerätes nach Anspruch 11 oder 12 mit einer Speichereinrichtung (32, 43) zum Speichern von Daten bezüglich der Maskierungsschwelle eines Hörhilfegeräteträgers in Abhängigkeit der Frequenz und des Signalpegels eines dem Gehör des Hörhilfegerätes zugeführten Testsignals und mit einer Recheneinrichtung (33, 44) zur Berechnung von Parametern zur Einstellung der Richtcharakteristik des Mikrofonsystems des Hörhilfegerätes in Abhängigkeit dieser Daten.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

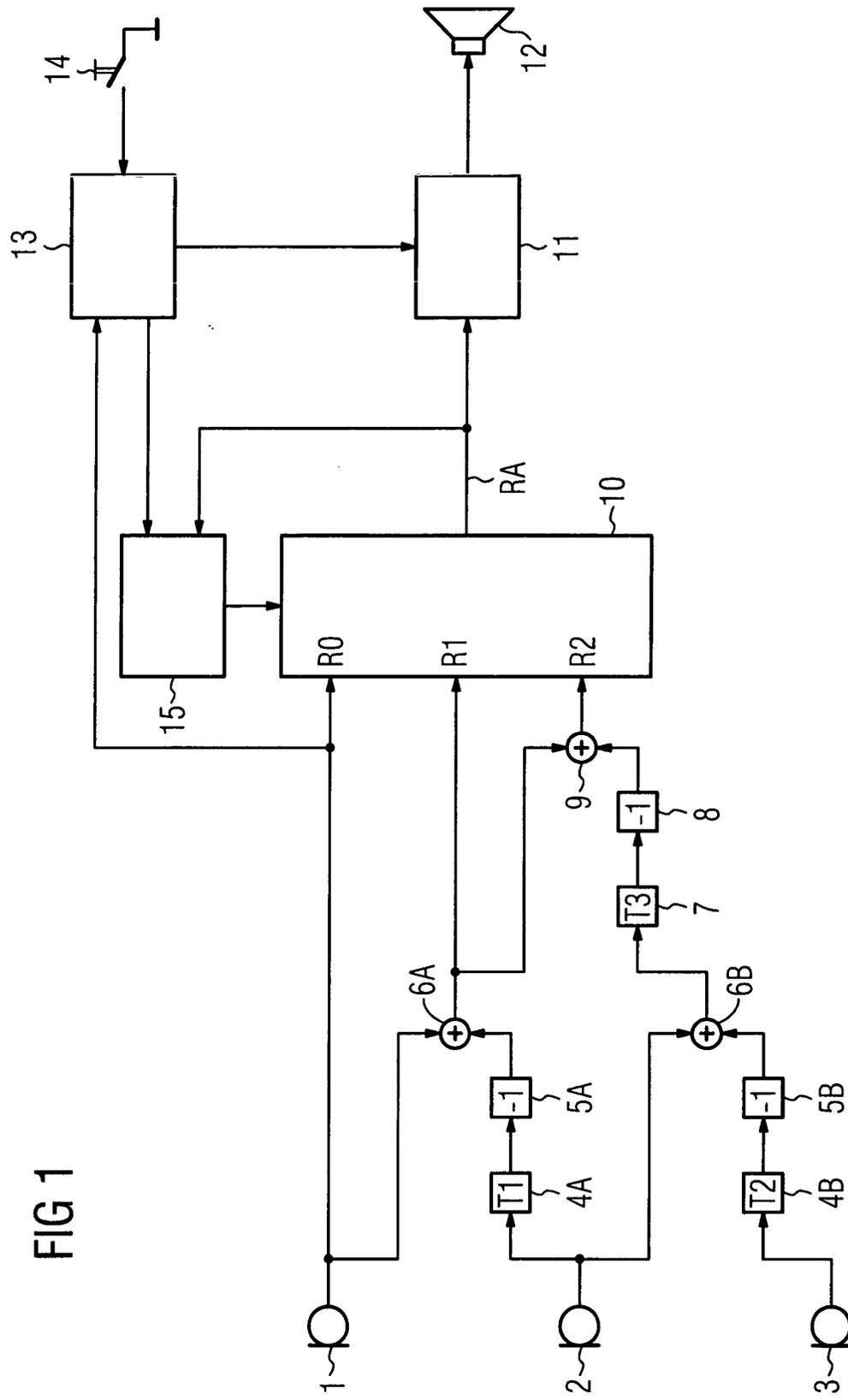


FIG 1

FIG 2

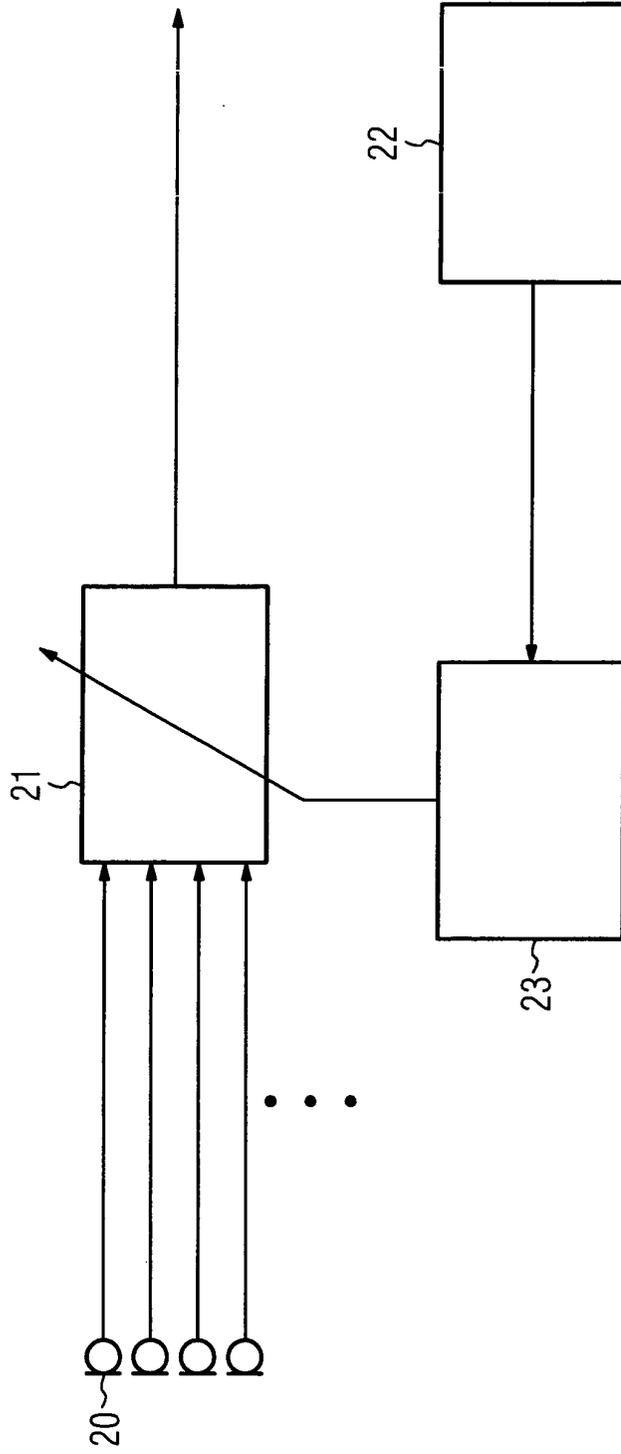


FIG 3

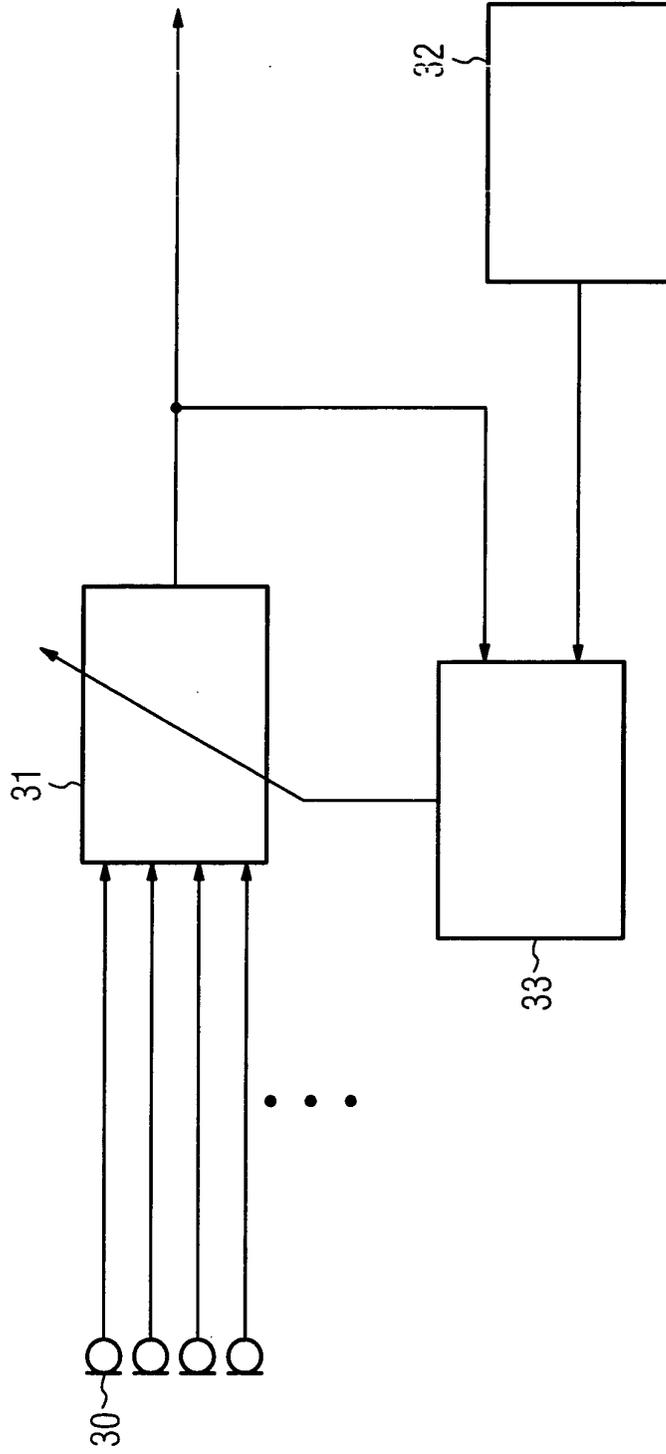


FIG 4

