



(11) **EP 3 793 217 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.03.2021 Patentblatt 2021/11

(51) Int Cl.:
H04R 25/00 (2006.01) G10K 11/178 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20192173.1**

(22) Anmeldetag: **21.08.2020**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **GÖKAY, Umut**
53639 Königswinter (DE)
• **NAUMANN, Frank**
91088 Bubenreuth (DE)
• **PUDER, Henning**
91058 Erlangen (DE)

(30) Priorität: **11.09.2019 DE 102019213810**

(74) Vertreter: **FDST Patentanwälte**
Nordostpark 16
90411 Nürnberg (DE)

(71) Anmelder: **Sivantos Pte. Ltd.**
Singapore 539775 (SG)

(54) **HÖRGERÄT MIT AKTIVER GERÄUSCHUNTERDRÜCKUNG UND VERFAHREN ZUM BETRIEB DESSELBEN**

(57) Es wird ein Verfahren zum Betrieb eines Hörgeräts (2) angegeben, wobei das Hörgerät (2) zumindest ein Mikrofon (4, 6) aufweist, welches ein Eingangsschallsignal (ES) aufnimmt und in ein elektrisches Eingangssignal (E1) umwandelt, wobei das Hörgerät (2) eine Signalverarbeitung (8) aufweist, welche das elektrische Eingangssignal (E1) abhängig von einem Audiogramm eines Nutzers modifiziert und dadurch ein erstes elektrisches Ausgangssignal (A1) erzeugt, wobei das Hörgerät (2) eine aktive Geräuschunterdrückung (12) aufweist,

welche ein zweites elektrisches Ausgangssignal (A2) erzeugt, zur Unterdrückung eines Störanteils, wobei das Hörgerät (2) einen Hörer (14) aufweist, welcher das erste elektrische Ausgangssignal (A1) und das zweite elektrische Ausgangssignal (A2) in ein Ausgangsschallsignal (AS) umwandelt, zur Ausgabe an den Nutzer, wobei die aktive Geräuschunterdrückung (12) parallel zur Signalverarbeitung (8) betrieben wird. Weiter wird ein entsprechendes Hörgerät (2) angegeben.

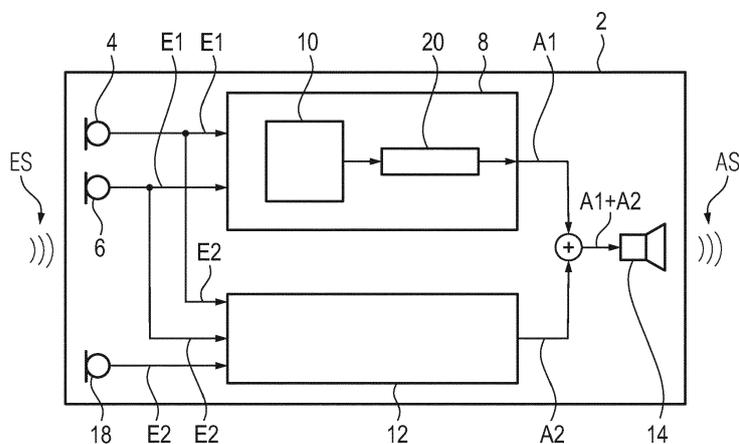


Fig. 2

EP 3 793 217 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Hörgeräts sowie ein hierfür geeignetes Hörgerät.

[0002] Ein Hörgerät dient der Ausgabe von Geräuschen an einen Nutzer des Hörgeräts. Der Nutzer trägt das Hörgerät hierzu am oder im Ohr. Zur Ausgabe von Geräuschen weist das Hörgerät einen Hörer auf sowie wenigstens ein Mikrofon, um Geräusche aus der Umgebung aufzunehmen und diese dann an den Nutzer auszugeben. Die Geräusche werden dabei von dem Hörgerät zusätzlich modifiziert, um einen Hörverlust des Nutzers auszugleichen. Das Hörgerät wird daher auch als Hörhilfegeräte bezeichnet.

[0003] Hörgeräte sind beispielsweise beschrieben in EP 1 129 600 B1, EP 1 129 601 B1, EP 1 251 714 B2, EP 2 023 664 B1, WO 2018/141559 A1, US 7,574,012 B2.

[0004] Ein Hörgerät kann zusätzlich eine aktive Geräuschunterdrückung, z.B. eine ANC (active noise cancellation) oder eine AOR (active occlusion reduction) aufweisen. Eine ANC unterdrückt Geräusche aus der Umgebung, speziell Störgeräusche, d.h. Störanteile, sodass sich für den Nutzer eine beruhigte Hörsituation ergibt. Auf ähnliche Weise stellt auch eine AOR eine beruhigte Hörsituation her. Bei einer ANC werden Geräusche unterdrückt, welche aus der Umgebung von außen in den Gehörgang des Nutzers gelangen. Im Gegensatz hierzu werden bei einer AOR solche Geräusche unterdrückt, welche durch den Nutzer selbst entstehen oder welche aus stehenden Wellen im Gehörgang resultieren. Dies ist besonders dann der Fall, wenn der Gehörgang durch ein Ohrstück gegenüber der Umgebung überwiegend oder vollständig verschlossen ist. Die AOR ist demnach vorrangig eine interne Geräuschunterdrückung, welcher Störgeräusche im Gehörgang unterdrückt, und die ANC ist eine externe Geräuschunterdrückung, welche Störgeräusche von außerhalb des Gehörgangs unterdrückt. Die tatsächliche Geräuschunterdrückung erfolgt jedoch in beiden Fällen innerhalb des Gehörgangs durch Erzeugung eines invertierten Signals, welches sich mit dem Störgeräusch akustisch im Gehörgang überlagert und dann das Störgeräusch auslöscht. Insgesamt werden in beiden Fällen solche Geräusche, welche vom Nutzer üblicherweise als störend empfunden werden, unterdrückt und dadurch eine beruhigte Hörsituation hergestellt.

[0005] In der EP 1 542 500 B1 ist ein Hörgerät beschrieben, mit einer Signalverarbeitungseinrichtung, welche eine Signalverarbeitung eines Nutzsignals vornimmt, wobei das Nutzsignal zuvor durch eine Störgeräuschunterdrückung von Störgeräuschen befreit wurde.

[0006] Eine Kombination des herkömmlichen Hörgerätebetriebs, bei welchem ein Hörverlust ausgeglichen wird, und einer ANC oder AOR ist aufgrund unterschiedlicher Zielsetzungen bei der Verarbeitung eines Eingangssignals nicht ohne Weiteres möglich. Während das Hörgerät zum Ausgleich des Hörverlusts typischerweise Umgebungsgeräusche verstärkt, werden zumindest Tei-

le der Umgebungsgeräusche von einer ANC oder AOR unterdrückt. Da das Ergebnis der diversen Signalmodifikationen über einen gemeinsamen Hörer des Hörgeräts ausgegeben werden soll, ergeben sich dort unter Umständen nachteilige Interferenzeffekte.

[0007] Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Verfahren zum Betrieb eines Hörgeräts anzugeben. Bei dem Verfahren soll eine Signalverarbeitung des Hörgeräts zum Ausgleich eines Hörverlusts möglichst optimal mit einer aktiven Geräuschunterdrückung kombiniert werden. Weiter soll ein entsprechendes Hörgerät angegeben werden, welches zur Durchführung des Verfahrens geeignet ist.

[0008] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Anspruch 15. Vorteilhaft Ausgestaltungen, Weiterbildungen und Varianten sind Gegenstand der Unteransprüche. Die Ausführungen im Zusammenhang mit dem Verfahren gelten sinngemäß auch für das Hörgerät und umgekehrt. Sofern nachfolgend Verfahrensschritte beschrieben werden, ergeben sich vorteilhafte Ausgestaltungen für das Hörgerät insbesondere dadurch, dass dieses ausgebildet ist, einen oder mehrere dieser Verfahrensschritte auszuführen. Die hierzu gegebenenfalls verwendeten Komponenten sind zweckmäßigerweise Bestandteile des Hörgeräts.

[0009] Das Verfahren dient zum Betrieb eines Hörgeräts. Das Hörgerät weist zumindest ein Mikrofon auf, insbesondere ein äußeres Mikrofon, welches ein Eingangsschallsignal aufnimmt und in ein elektrisches Eingangssignal umwandelt. Das Hörgerät weist weiter eine Signalverarbeitung auf, welche das elektrische Eingangssignal abhängig von einem Audiogramm eines Nutzers modifiziert und dadurch ein erstes elektrisches Ausgangssignal erzeugt. Das Eingangssignal wird vorzugsweise in einer Modifikationseinheit modifiziert, welche ein Teil der Signalverarbeitung ist. Das Hörgerät weist weiterhin eine aktive Geräuschunterdrückung auf, welche ein zweites elektrisches Ausgangssignal erzeugt, zur Unterdrückung eines Störanteils. Das erste und das zweite elektrische Ausgangssignal werden kurz jeweils auch lediglich als Ausgangssignal bezeichnet. Das Hörgerät weist zudem einen Hörer auf, welcher das erste elektrische Ausgangssignal und das zweite elektrische Ausgangssignal in ein insbesondere gemeinsames Ausgangsschallsignal umwandelt, zur Ausgabe an den Nutzer. Das Ausgangsschallsignal ist also ein akustisches Ausgangssignal. Das zweite elektrische Ausgangssignal ist insbesondere derart ausgebildet, dass in dem Ausgangsschallsignal ein Störanteil unterdrückt wird. Der Störanteil ist beispielsweise ein Umgebungsgeräusch und allgemein kein Nutzsignal. Der Störanteil ist entweder ein Teil des bereits erwähnten Eingangsschallsignals oder eines anderen Eingangsschallsignals, welches mittels eines zusätzlichen Mikrofons aufgenommen wird.

[0010] Die aktive Geräuschunterdrückung wird vorliegend kurz auch lediglich als Geräuschunterdrückung be-

zeichnet. Die aktive Geräuschunterdrückung ist vorzugsweise eine ANC (kurz für "active noise canceling") oder eine AOR (kurz für "active occlusion reduction") oder beides. Die aktive Geräuschunterdrückung wird parallel zur Signalverarbeitung betrieben.

[0011] Bei dem Hörgerät wird demnach im Rahmen des Verfahrens zu dessen Betrieb ein Ausgangsschallsignal für den Nutzer des Hörgeräts dadurch erzeugt, dass zunächst ein oder mehrere Eingangsschallsignale aus der Umgebung mittels eines oder mehrerer Mikrofone aufgenommen werden. Das jeweilige Mikrofon erzeugt aus dem akustischen Eingangsschallsignal ein elektrisches Eingangssignal, welches an die Signalverarbeitung weitergeleitet wird. Die Signalverarbeitung modifiziert das Eingangssignal und erzeugt daraus das erste elektrische Ausgangssignal. Dieses Ausgangssignal ist demnach ein modifiziertes Eingangssignal. Die Modifikation ist insbesondere abhängig vom individuellen Hörverlust des Nutzers und erfolgt anhand eines entsprechend ebenso individuellen Audiogramms. Dieses wird beispielsweise im Vorfeld der Nutzung im Rahmen einer Fitting Session ermittelt. Das Audiogramm ist zweckmäßigerweise derart ausgebildet, dass beim Betrieb des Hörgeräts ein Nutzanteil, insbesondere Sprache, für den Nutzer hervorgehoben wird. Das Audiogramm wird zweckmäßigerweise in einem Speicher hinterlegt, welcher insbesondere ein Teil des Hörgeräts ist, und ist für die Signalverarbeitung dann im Betrieb zugänglich. Aus dem Audiogramm wird von der Signalverarbeitung beispielsweise ein frequenzabhängiger Verstärkungsfaktor abgeleitet, mit welchem das Eingangssignal verstärkt wird. Alternativ oder zusätzlich werden ein oder mehrere Filter auf das Eingangssignal angewandt, um dieses z. B. frequenzselektiv zu modifizieren. Das Ausgangssignal wird schließlich an den Hörer weitergeleitet, welcher vom Ausgangssignal angetrieben wird und ein entsprechendes akustisches Ausgangsschallsignal ausgibt. Das Vorgehen umfassend die Aufnahme des Eingangsschallsignals, die Erzeugung des Eingangssignals daraus, dessen Modifikation, die daraus resultierende Erzeugung des Ausgangssignals und die anschließende Erzeugung des Ausgangsschallsignals stellen insgesamt eine Hörgerätefunktion dar, welche eine Kernfunktionalität des Hörgeräts ist.

[0012] Die Hörgerätefunktion gibt prinzipbedingt auch jegliche Störanteile, welche im Eingangsschallsignal enthalten sind, entsprechend modifiziert auch als Störanteile im Ausgangsschallsignal aus. Grundsätzlich ist es möglich und vorteilhaft, einen Störanteil durch die Signalverarbeitung zu reduzieren, beispielsweise mittels eines entsprechenden Filters oder Ähnlichem. Eine solche Reduzierung eines Störanteils durch die Signalverarbeitung erfolgt jedoch auf elektronischer Ebene und erfasst prinzipbedingt nicht solche Störanteile, welche am Hörgerät vorbei in den Gehörgang gelangen oder in diesem entstehen, sondern lediglich solche Störanteile, welche auch vom Mikrofon des Hörgeräts aufgenommen und an die Signalverarbeitung weitergeleitet werden. Insofern ist

eine Reduzierung eines Störanteils durch die Signalverarbeitung komplementär zu der vorliegend durchgeführten aktiven Geräuschunterdrückung und wird daher in einer vorteilhaften Ausgestaltung zusätzlich hierzu durchgeführt.

[0013] Die Signalverarbeitung benötigt zur Modifikation des Eingangssignals eine gewisse Verarbeitungszeit. Die Verarbeitungszeit ist demnach insbesondere eine Verzögerung durch die Modifikationseinheit. Die Verarbeitungszeit ist optimalerweise so gering wie möglich, um eine verzögerte Ausgabe möglichst zu vermeiden. Da wenigstens ein Teil des Eingangsschallsignals üblicherweise in den Gehörgang gelangt, überlagert sich dieser Teil mit dem Ausgangsschallsignal. Aufgrund der Signalverarbeitung sind das Eingangsschallsignal und das Ausgangsschallsignal dann um einen Zeitversatz zeitversetzt. Ist die Verarbeitungszeit der Signalverarbeitung zu lang, dann ist der Zeitversatz vom Nutzer wahrnehmbar und wird typischerweise als störend empfunden. Ein Richtwert für eine obere Grenze der Verarbeitungszeit beträgt 10 ms, Werte darüber sind typischerweise für den Nutzer inakzeptabel. Entsprechend ist es somit ein grundsätzliches Ziel, die Signalverarbeitung so schnell wie möglich durchzuführen und die Verarbeitungszeit sowie entsprechend den Zeitversatz soweit wie möglich zu reduzieren. Möglich und vorteilhaft ist eine Verarbeitungszeit von 1 ms oder weniger, welche regelmäßig nicht wahrnehmbar ist und zu einem entsprechend guten Hörerlebnis für den Nutzer führt.

[0014] Die aktive Geräuschunterdrückung verhält sich hinsichtlich des Signalpfads grundsätzlich ähnlich wie die Signalverarbeitung bei der Hörgerätefunktion. Auch bei der Geräuschunterdrückung werden zunächst ein oder mehrere Eingangsschallsignale, also akustische Eingangssignale, aus der Umgebung mittels eines oder mehrerer Mikrofone aufgenommen, wobei diese Mikrofone nicht zwingend dieselben sind wie für die Hörgerätefunktion. Auch hier weist das Eingangsschallsignal typischerweise einen Störanteil auf. Das jeweilige Mikrofon erzeugt aus dem Eingangsschallsignal ein elektrisches Eingangssignal, in welchem entsprechend auch der Störanteil enthalten ist und welches an die Geräuschunterdrückung weitergeleitet wird. Diese analysiert das Eingangssignal und erzeugt daraus ein elektrisches Ausgangssignal, insbesondere das bereits genannte zweite elektrische Ausgangssignal, welches dann dem Eingangssignal oder zumindest Teilen davon, speziell dem Störanteil, entgegengesetzt ist. Das Ausgangssignal der Geräuschunterdrückung ist demnach im Grunde insbesondere ein invertiertes Eingangssignal. Das Ausgangssignal wird schließlich an einen Hörer des Hörgeräts weitergeleitet, welcher vom Ausgangssignal angetrieben wird und ein entsprechendes Ausgangsschallsignal ausgibt, welches bezüglich des Eingangsschallsignals entsprechend invertiert ist und dadurch den Störanteil auslöscht, d.h. im Ergebnis unterdrückt. Das Vorgehen umfassend die Aufnahme des Eingangsschallsignals, die Erzeugung des Eingangssignals daraus, dessen Analy-

se, die daraus resultierende Erzeugung des Ausgangssignals zur Unterdrückung eines Störanteils und die anschließende Erzeugung des Ausgangsschallsignals stellen insgesamt eine Geräuschunterdrückungsfunktion dar.

[0015] Die aktive Geräuschunterdrückung unterscheidet sich nun von der Signalverarbeitung insbesondere dadurch, dass die Geräuschunterdrückung die Modifikation eines Schallsignals zum Ziel hat und hierzu den Hörer entsprechend ansteuert, wohingegen die Signalverarbeitung eine Modifikation eines elektrischen Signals zum Ziel hat, sodass ein bestimmtes Schallsignal ausgegeben wird. Der Störanteil, welcher von der Geräuschunterdrückung eigentlich unterdrückt wird, liegt also im Grunde außerhalb des Hörgeräts. Das Ausgangsschallsignal der Geräuschunterdrückung wird über denselben Hörer ausgegeben wie das Ausgangsschallsignal der Signalverarbeitung. Der Hörer wird dann sowohl mit dem ersten als auch mit dem zweiten elektrischen Ausgangssignal angesteuert, d.h. die beiden Ausgangssignale werden überlagert und gemeinsam dem Hörer zugeführt, welcher dann daraus ein entsprechendes Ausgangsschallsignal erzeugt. Effektiv wird der Hörer demnach insgesamt mittels eines gemeinsamen Ausgangssignals angesteuert und gibt ein gemeinsames Ausgangsschallsignal aus. Dieses Ausgangsschallsignal enthält dann einerseits einen Nutzeranteil, welcher von der Signalverarbeitung anhand des Audiogramms individuell für den Nutzer erzeugt wird, und andererseits einen Unterdrückungsanteil, welcher Störanteile, d.h. störende Schallsignale z.B. aus der Umgebung oder vom Nutzer, im Gehörgang unterdrückt. Die Auslöschung eines Störanteils durch die Geräuschunterdrückung erfolgt im akustischen Raum, d.h. außerhalb des Hörgeräts und unmittelbar durch eine Überlagerung von Schallwellen und gerade nicht im elektrischen Signalraum durch Auslöschung von elektrischen Signalen.

[0016] Bei der aktiven Geräuschunterdrückung sind vorliegend zwei Varianten besonders bevorzugt, welche vorzugsweise kombiniert sind, welche jedoch auch unabhängig voneinander und einzelweise vorteilhaft verwendbar sind. Die erste Variante ist eine ANC, d.h. eine aktive Störgeräuschunterdrückung, bei welcher Umgebungsgeräusche unterdrückt werden, welche von außen und an einem gegebenenfalls vorhandenen Ohrstück des Hörgeräts vorbei in den Gehörgang gelangen und einen Störanteil darstellen. Das Eingangssignal wird dabei entweder mit demselben Mikrofon erzeugt wie das Eingangssignal für die Signalverarbeitung oder mittels eines anderen, zusätzlichen Mikrofons. Die zweite Variante ist eine AOR, d.h. eine aktive Okklusionsreduzierung, bei welcher Geräusche im Gehörgang unterdrückt werden, vor allem Eigengeräusche, d.h. Schallsignale, welche vom Nutzer selbst erzeugt werden oder stehende Wellen innerhalb eines überwiegend verschlossenen Gehörgangs. Hierbei wird das Eingangssignal für die Geräuschunterdrückung insbesondere mittels eines inneren Mikrofons erzeugt und nicht mit demjenigen Mikro-

fon, welches das Eingangssignal für die Signalverarbeitung erzeugt. Die erste Variante wird auch als "feed-forward"-Unterdrückung bezeichnet, die zweite Variante als "feedback"-Unterdrückung. Der Unterschied zwischen den beiden Varianten besteht insbesondere in der Anordnung des Mikrofons zur Aufnahme des Eingangsschallsignals relativ zum Gehörgang. Bei der ANC ist das Mikrofon nach außen gerichtet und typischerweise außerhalb des Gehörgangs angeordnet, wohingegen bei der AOR das Mikrofon nach innen gerichtet ist und im Gehörgang angeordnet ist. Die Grenze zwischen "innen" und "außen" wird insbesondere durch ein Ohrstück des Hörgeräts definiert, welches im Gehörgang einsitzt und in diesem ein Volumen begrenzt, welches innen liegt, im Gegensatz zur Umgebung auf der anderen Seite des Ohrstücks, welche außen liegt. Die Ausgabe erfolgt in beiden Fällen nach innen hin, insbesondere indem der entsprechende Hörer hierfür nach innen in den Gehörgang gerichtet ist.

[0017] Auch bei der aktiven Geräuschunterdrückung ist eine möglichst geringe Verarbeitungszeit derselben vorteilhaft. Das ergibt sich daraus, dass das Ausgangsschallsignal prinzipbedingt in bestimmter Weise mit dem Eingangsschallsignal überlagert werden muss, um einen maximalen Effekt, also eine maximale Auslöschung zu erzielen. Jegliche Verzögerung bis zur Ausgabe des Ausgangsschallsignals führt zu einer zusätzlichen Phasenverschiebung zwischen diesem und dem Eingangsschallsignal, mit dem Ergebnis, dass die Überlagerung nicht optimal ist und die Auslöschung entsprechend unvollständig. Dieses Problem nimmt mit steigender Frequenz zu, da für höhere Frequenzen dieselbe Verzögerung zu einer stärkeren Phasenverschiebung führt. Realisierbare und auch geeignete Verarbeitungszeiten für eine aktive Geräuschunterdrückung, egal ob ANC oder AOR, liegen im Bereich von 50 μ s bis 150 μ s.

[0018] Bei der Kombination der Hörgerätefunktion mit der Geräuschunterdrückungsfunktion ergeben sich spezifische Probleme, welche in dieser Form bei der einzelnen Realisierung der jeweiligen Funktion nicht auftreten. Die Probleme resultieren vor Allem aus den unterschiedlichen Zielsetzung der beiden Funktionen sowie deren Überlappung auf Seiten des Eingangsschallsignals und/oder des Ausgangsschallsignals. Allgemein ist das Hörgerät wie beschrieben derart ausgebildet, dass dieses aufgrund der Hörgerätefunktion anhand des Eingangsschallsignals ein bestimmtes und üblicherweise verstärktes Ausgangsschallsignal ausgibt. Im Gegensatz dazu ist die Geräuschunterdrückung derart ausgebildet, dass diese ein Schallsignal auslöschten soll. Soll im Rahmen einer ANC ein äußeres Schallsignal unterdrückt werden, dann basieren sowohl die Geräuschunterdrückung als auch die Signalverarbeitung auf demselben Eingangsschallsignal oder zumindest auf überwiegend ähnlichen Eingangsschallsignalen und sind insofern korreliert, sodass sich am Hörer eine sozusagen widersprüchliche Ansteuerung und Ausgabe ergibt, was zu nachteiligen Interferenzeffekten im Ausgangsschallsig-

nal führt. Soll dagegen im Rahmen einer AOR ein inneres Schallsignal ausgelöscht werden, dann enthält dieses innere Schallsignal aber auch das Ausgangsschallsignal der Signalverarbeitung und die Geräuschunterdrückung unterdrückt effektiv die Hörerätefunktion.

[0019] Die beschriebenen Probleme existieren dagegen nicht bei z.B. klassischen Medienwiedergabegeräten, bei welchen ein digitales oder analoges Audiosignal in ein Ausgangsschallsignal umgewandelt und ausgegeben wird. Bei einer ANC weist das Audiosignal keinerlei Korrelation mit dem Eingangsschallsignal auf, sodass hier prinzipbedingt keine Interferenzeffekte auftreten. Auch eine AOR ist problemlos möglich. Zwar ist das umgewandelte Audiosignal im innen aufgenommenen Eingangsschallsignal enthalten, allerdings ist das reine Audiosignal ja bekannt und kann daher mit dem elektrischen Eingangssignal verglichen werden, um dann nach einem entsprechenden Vergleich einen Signalüberschuss als Störanteil zu identifizieren und anschließend mittels entsprechender Ansteuerung des Hörers gezielt auszulöschen.

[0020] Um bei einem Hörgerät sowohl eine Hörerätefunktion als auch eine Geräuschunterdrückungsfunktion zu realisieren, werden vorliegend die Signalverarbeitung und die aktive Geräuschunterdrückung parallel betrieben. Darunter wird verstanden, dass die Signalverarbeitung und die aktive Geräuschunterdrückung unabhängig voneinander betrieben werden, d.h. dass diese zwei voneinander separate Verarbeitungsböcke innerhalb des Hörgeräts bilden. Die Signalverarbeitung und die aktive Geräuschunterdrückung sind jeweils als eine elektronische Schaltung ausgebildet und die beiden Schaltungen sind an unterschiedlichen Stellen eines Mikrochips angeordnet oder sogar auf unterschiedlichen Mikrochips. Die beiden Schaltungen zur Realisierung der Hörerätefunktion einerseits und der Geräuschunterdrückungsfunktion andererseits sind somit physisch getrennt. Die aktive Geräuschunterdrückung ist gerade kein Bestandteil und keine Unterfunktion der Signalverarbeitung, sondern arbeitet von dieser grundsätzlich unabhängig. Durch den parallelen Betrieb greift also die aktive Geräuschunterdrückung nicht in die Modifikation des Eingangssignals durch die Signalverarbeitung ein und umgekehrt greift auch die Signalverarbeitung nicht in die Erzeugung des Ausgangssignals der Geräuschunterdrückung ein. Mit anderen Worten: die reine Erzeugung des Ausgangssignals durch die Signalverarbeitung ist unbeeinflusst von der aktiven Geräuschunterdrückung und umgekehrt ist die reine Erzeugung des Ausgangssignals durch die aktive Geräuschunterdrückung unbeeinflusst von der Signalverarbeitung. Die Hörerätefunktion und die Geräuschunterdrückungsfunktion sind somit insbesondere als parallele Prozesse im Hörgerät implementiert.

[0021] Besonders bevorzugt ist eine Ausgestaltung, bei welcher das Hörgerät eine Verzögerungseinheit aufweist, zur Einstellung eines Zeitunterschieds zwischen dem ersten Ausgangssignal und dem zweiten Ausgangs-

signal und somit insbesondere auch zwischen deren jeweiliger Umwandlung durch den Hörer. Das Hörgerät weist somit einen einstellbaren Zeitunterschied auf. Dabei wird unter "einstellbar" verstanden, dass zumindest zwei unterschiedliche Werte für den Zeitunterschied einstellbar sind. In einer besonders einfachen, geeigneten Ausgestaltung ist für den Zeitunterschied ein fester Wert vorgegeben und dieser somit einstellbar, indem die Verzögerungseinheit entweder aktiviert oder deaktiviert wird, also entweder der fest vorgegebene Zeitunterschied hinzugefügt wird oder nicht. Geeignet ist auch eine Ausgestaltung, bei welcher der Zeitunterschied innerhalb eines vorgegebenen Bereichs einstellbar ist, insbesondere während des Betriebs des Hörgeräts. Die Verzögerungseinheit ist in die Signalverarbeitung oder in die Geräuschunterdrückung integriert oder außerhalb dieser beiden angeordnet. Möglich und geeignet ist auch eine Kombination hiervon, indem die Verzögerungseinheit mehrere Untereinheiten aufweist, welche getrennt voneinander ausgebildet sind und welche gemeinsam den Zeitunterschied erzeugen. Durch die Verzögerungseinheit und den einstellbaren Zeitunterschied ist es möglich, das erste und das zweite elektrische Ausgangssignal derart relativ zueinander zu verzögern, dass die oben beschriebenen Nachteile beim gleichzeitigen Betrieb der Signalverarbeitung und der aktiven Geräuschunterdrückung vorteilhaft verringert werden. Die Verzögerungseinheit dient somit insbesondere zur Verringerung einer Korrelation zwischen den Ausgangssignalen.

[0022] Der Zeitunterschied wird vorzugsweise derart eingestellt, dass eine Korrelation zwischen dem ersten und dem zweiten Ausgangssignal minimiert wird. Zur Steuerung der Verzögerungseinheit und insbesondere zum Einstellen des Zeitunterschieds weist das Hörgerät vorzugsweise eine Korrelationsmesseinheit auf, welche eine Korrelation zwischen dem ersten und dem zweiten Ausgangssignal bestimmt und die Verzögerungseinheit ansteuert, sodass ein Zeitunterschied eingestellt wird, welcher die Korrelation minimiert.

[0023] Die Verzögerungseinheit weist in einer zweckmäßigen Ausgestaltung einen Ringbuffer auf oder ist als ein solcher ausgebildet. Der Ringbuffer zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass in diesem die Ausgangssignale nacheinander abgelegt werden und in der Reihenfolge ihres Eintreffens auch wieder ausgegeben werden, jedoch zu einem bestimmten Zeitpunkt und dadurch mit einer bestimmten zeitlichen Verzögerung, nämlich dem Zeitunterschied. Der Ringbuffer ist demnach ein Zwischenspeicher für die Ausgangssignale.

[0024] Vorliegend wird ohne Beschränkung der Allgemeinheit davon ausgegangen, dass die Signalverarbeitung eine längere Verarbeitungszeit aufweist als die Geräuschunterdrückung. Die beschriebenen Konzepte sind jedoch grundsätzlich auch analog auf solche Höreräte anwendbar, bei welchen umgekehrt die Geräuschunterdrückung eine längere Verarbeitungszeit aufweist als die Signalverarbeitung, sodass dann der Zeitunterschied zweckmäßigerweise zur Verarbeitungszeit der Ge-

räuschunterdrückung hinzuaddiert wird, oder auf Hörgeräte, bei welchen die Signalverarbeitung und die Geräuschunterdrückung ähnliche Verarbeitungszeiten aufweisen, d.h. insbesondere um nicht mehr als 50% voneinander abweichen.

[0025] Besonders geeignet ist eine Ausgestaltung, bei welcher der Zeitunterschied in einem Bereich von 2 ms bis 5 ms eingestellt wird. Dieser Bereich stellt einen guten Kompromiss zwischen einer geringen Korrelation und somit geringer Interferenz einerseits und einer geringen Verzögerung der Höreräuftefunktion andererseits dar. Bei einer beispielhaften Verzögerungszeit der Signalverarbeitung von 1 ms beträgt die Summe aus der Verarbeitungszeit der Signalverarbeitung und dem Zeitunterschied dann höchstens 6 ms, sodass noch ein gutes Hörerlebnis realisiert ist. Zugleich ist der Zeitunterschied hinreichend groß, um die Korrelation der beiden Ausgangssignale hinreichend zu verringern.

[0026] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung weist das Hörgerät zwei Betriebsmodi auf, nämlich einen Unterdrückungsmodus, in welchem die aktive Geräuschunterdrückung aktiviert ist, und einen Normalmodus, in welchem die aktive Geräuschunterdrückung deaktiviert ist. Dabei wird der Zeitunterschied der Verzögerungseinheit derart eingestellt, dass im Unterdrückungsmodus eine Verzögerung zwischen dem Eingangssignal der Signalverarbeitung und deren Ausgangssignal größer ist als im Normalmodus. In dieser Ausgestaltung wird demnach im Normalmodus der einstellbare Zeitunterschied so gering wie möglich gewählt, um ein möglichst gutes Hörerlebnis zu gewährleisten, wobei der insgesamt geringe Zeitunterschied vor Allem dadurch möglich ist, dass die Geräuschunterdrückung deaktiviert ist und daher keine Interferenz- und Korrelationseffekte auftreten können. Vorzugsweise ist im Normalmodus auch die Verzögerungseinheit deaktiviert und der einstellbare Zeitunterschied beträgt somit 0 ms. Im Unterdrückungsmodus wird dann der Verarbeitungszeit der Signalverarbeitung bewusst der zusätzliche Zeitunterschied hinzugefügt, sodass die potentiell auftretenden Interferenz- und Korrelationseffekte reduziert werden.

[0027] Besonders zweckmäßig ist auch eine Ausgestaltung, bei welcher das Hörgerät mehrere Betriebsmodi aufweist, in welchen die Signalverarbeitung eine jeweils andere Verarbeitungszeit aufweist, und wobei dann der Zeitunterschied, welcher durch die Verzögerungseinheit hinzugefügt wird, abhängig vom Betriebsmodus und somit abhängig von der jeweiligen Verarbeitungszeit eingestellt wird. Zweckmäßigerweise wird im jeweiligen Betriebsmodus - und sofern die Geräuschunterdrückung aktiviert ist - der Zeitunterschied umso größer eingestellt, je geringer die jeweilige Verarbeitungszeit ist. Unterschiedliche Verarbeitungszeiten ergeben sich beispielsweise aufgrund einer Zusatzfunktion, welche in einem Betriebsmodus aktiviert ist, in einem anderen Betriebsmodus dagegen deaktiviert ist.

[0028] Die Verzögerungseinheit und der zusätzliche Zeitunterschied sind besonders vorteilhaft bei einem

Hörgerät mit einer Signalverarbeitung, welche eine besonders geringe Verarbeitungszeit aufweist. In einer bevorzugten Ausgestaltung weist die Signalverarbeitung des Hörgeräts eine Verarbeitungszeit von höchstens 2 ms auf, besonders bevorzugt von höchstens 1 ms. Die Verarbeitungszeit gibt dabei die zeitliche Verzögerung aufgrund der Modifikation des Eingangssignals an. Typischerweise entspricht die Verzögerungszeit insgesamt der Verzögerung zwischen Eingangssignal und Ausgangssignal der Signalverarbeitung, wobei dann der gegebenenfalls zusätzliche Zeitunterschied der Verzögerungseinheit logischerweise nicht mit eingerechnet ist, speziell falls die Verzögerungseinheit in die Signalverarbeitung integriert ist. Solch eine geringe Verzögerungszeit ist insbesondere dadurch realisiert, dass rechenintensive Zusatzfunktionen der Signalverarbeitung deaktiviert werden, sodass die Verarbeitungszeit ausschließlich oder überwiegend durch die Modifikation des Eingangssignals anhand des Audiogramms bestimmt ist.

[0029] Ein paralleler Betrieb der Signalverarbeitung und der aktiven Geräuschunterdrückung lässt sich auf verschiedene Weisen realisieren. Unterschiedliche geeignete Ausgestaltungen ergeben sich insbesondere hinsichtlich der folgenden drei Aspekte: Erstens, durch die Auswahl an Mikrofonen und deren jeweilige Anbindung an die Signalverarbeitung und die Geräuschunterdrückung. Zweitens, durch die Art der Kombination der beiden Ausgangssignale. Drittens, durch die konkrete Ausgestaltung, Anordnung und Steuerung der Verzögerungseinheit. Nachfolgend werden einige geeignete Ausgestaltungen dieser drei Aspekte angegeben. Dabei sind die unterschiedlichen Ausgestaltungen hinsichtlich der drei genannten Aspekte grundsätzlich unabhängig voneinander und beliebig miteinander kombinierbar.

[0030] Vorzugsweise weist das Hörgerät zumindest ein äußeres Mikrofon auf, welches ein Eingangssignal erzeugt, welches sowohl an die Signalverarbeitung als auch an die Geräuschunterdrückung weitergeführt wird. Die Signalverarbeitung erzeugt auf Basis des Eingangssignals das erste Ausgangssignal und die Geräuschunterdrückung erzeugt auf Basis des Eingangssignals das zweite Ausgangssignal. In einer zweckmäßigen Weiterbildung weist das Hörgerät zwei äußere Mikrofone auf, nämlich ein erstes äußeres Mikrofon und ein zweites äußeres Mikrofon. Die äußeren Mikrofone erzeugen jeweils ein Eingangssignal, welches sowohl an die Signalverarbeitung als auch an die Geräuschunterdrückung weitergeführt wird. Die Signalverarbeitung erzeugt somit auf Basis der beiden Eingangssignale der äußeren Mikrofone das erste Ausgangssignal und die Geräuschunterdrückung erzeugt auf Basis derselben beiden Eingangssignale der äußeren Mikrofone das zweite Ausgangssignal.

[0031] Alternativ ist auch eine Ausgestaltung vorteilhaft, bei welcher das Hörgerät zumindest zwei äußere Mikrofone aufweist, nämlich ein erstes äußeres Mikrofon und ein zweites äußeres Mikrofon, wobei die beiden äußeren Mikrofone jeweils ein Eingangssignal erzeugen,

nämlich ein erstes Eingangssignal und ein zweites Eingangssignal, von welchen eines an die Signalverarbeitung weitergeführt wird, während das andere an die Geräuschunterdrückung weitergeführt wird. Insbesondere wird keines der beiden Eingangssignale sowohl an die Signalverarbeitung als auch an die Geräuschunterdrückung weitergeführt. Die Signalverarbeitung erzeugt auf Basis des einen Eingangssignals das erste Ausgangssignal und die Geräuschunterdrückung erzeugt auf Basis des anderen Eingangssignals das zweite Ausgangssignal. In einer zweckmäßigen Weiterbildung weist das Hörgerät drei äußere Mikrofone auf, nämlich ein erstes äußeres Mikrofon, ein zweites äußeres Mikrofon und ein drittes äußeres Mikrofon. Die äußeren Mikrofone erzeugen jeweils ein Eingangssignal, welches jeweils entweder an die Signalverarbeitung oder an die Geräuschunterdrückung weitergeführt wird. Vorzugsweise werden die Eingangssignale des ersten und des zweiten Mikrofons an die Signalverarbeitung weitergeleitet und das Eingangssignal des dritten Mikrofons wird an die Geräuschunterdrückung weitergeleitet. Die Signalverarbeitung erzeugt somit auf Basis der beiden Eingangssignale des ersten und des zweiten äußeren Mikrofons das erste Ausgangssignal und die Geräuschunterdrückung erzeugt auf Basis des Eingangssignals des dritten äußeren Mikrofons das zweite Ausgangssignal.

[0032] Gegenüber der Ausgestaltung, bei welcher ein Eingangssignal sowohl an die Signalverarbeitung als auch an die Geräuschunterdrückung weitergeführt wird, verwenden die Signalverarbeitung und die Geräuschunterdrückung in der hierzu alternativ genannten Ausgestaltung vorteilhaft die Eingangssignale unterschiedlicher äußerer Mikrofone, sodass bereits eingangsseitig eine reduzierte Korrelation vorliegt. Eine gewisse Korrelation ist aber regelmäßig dennoch vorhanden, da die Mikrofone aufgrund der Größe des Hörgeräts weiterhin vergleichsweise nah beieinander liegen, z.B. nicht weiter als 1 cm voneinander entfernt sind, und zumindest ähnliche Eingangsschallsignale aufnehmen.

[0033] Bei den zuvor genannten Ausgestaltungen mit einem oder mehreren äußeren Mikrofonen wurde davon ausgegangen, dass die Geräuschunterdrückung eine ANC ist. In einer ebenfalls geeigneten Ausgestaltung ist die Geräuschunterdrückung alternativ oder zusätzlich eine AOR. In einer solchen Ausgestaltung weist das Hörgerät ein inneres Mikrofon auf, welches ein Eingangssignal erzeugt, welches der Geräuschunterdrückung zugeführt wird, welche dann abhängig vom Eingangssignal des inneren Mikrofons das zweite Ausgangssignal erzeugt. Das innere Mikrofon wird auch als Ohrkanalmikrofon bezeichnet.

[0034] Die Ausgestaltungen mit äußeren Mikrofonen sind beliebig mit der Ausgestaltung mit innerem Mikrofon kombinierbar, sodass dann die Geräuschunterdrückung sowohl eine ANC als auch eine AOR ist und das zweite Ausgangssignal sowohl abhängig von wenigstens einem Eingangssignal eines äußeren Mikrofons als auch abhängig von einem Eingangssignal eines inneren Mikro-

fons erzeugt wird.

[0035] In einer vorteilhaften Ausgestaltung werden das erste Ausgangssignal und das zweite Ausgangssignal außerhalb der Signalverarbeitung und der Geräuschunterdrückung miteinander kombiniert, insbesondere miteinander addiert und an den Hörer weitergeleitet, welcher schließlich ein entsprechendes Ausgangsschallsignal erzeugt und ausgibt.

[0036] Im Gegensatz hierzu weist die Geräuschunterdrückung in einer ebenso geeigneten, alternativen Ausgestaltung einen Audioeingang auf, über welchen das erste Ausgangssignal der Signalverarbeitung in die Geräuschunterdrückung geführt wird, sodass für diese das erste Ausgangssignal ein weiteres Eingangssignal ist. In der Geräuschunterdrückung wird dann abhängig von den Eingangssignalen der Mikrofone das zweite Ausgangssignal erzeugt und mit dem ersten Ausgangssignal kombiniert, sodass dann die Geräuschunterdrückung ein gemeinsames Ausgangssignal der Signalverarbeitung und der Geräuschunterdrückung ausgibt. Dieses gemeinsame Ausgangssignal wird an den Hörer weitergeleitet, welcher schließlich ein entsprechendes Ausgangsschallsignal erzeugt und ausgibt.

[0037] Während in der Ausgestaltung mit nachgeschalteter Kombination die beiden Ausgangssignale einfach zu einem gemeinsamen Ausgangssignal zusammengeführt werden, wird in der Ausgestaltung mit dem Audioeingang das erste Ausgangssignal zusätzlich durch die Geräuschunterdrückung hindurchgeschleift und dort mit dem zweiten Ausgangssignal kombiniert, um entsprechend ein gemeinsames Ausgangssignal zu erzeugen. Die Kombination des ersten und des zweiten Ausgangssignals erfolgt also einmal außerhalb der Geräuschunterdrückung und einmal innerhalb derselben.

[0038] Die Verzögerungseinheit ist in einer vorteilhaften Ausgestaltung vollständig in die Signalverarbeitung integriert und insbesondere an deren Ausgang angeordnet, sodass also zuerst das Eingangssignal modifiziert wird und erst danach die Verzögerungseinheit durchläuft und verzögert wird und schließlich als verzögertes Ausgangssignal ausgegeben wird. Die Modifikationseinheit ist dann insbesondere vor der Verzögerungseinheit angeordnet.

[0039] Alternativ zur vollständigen Integration in die Signalverarbeitung ist die Verzögerungseinheit in einer ebenfalls vorteilhaften Ausgestaltung in mehrere Untereinheiten aufgeteilt, von welchen eine erste Untereinheit in die Signalverarbeitung integriert ist und eine zweite, andere Untereinheit in die Geräuschunterdrückung. Dabei ist die Untereinheit in der Signalverarbeitung zweckmäßigerweise wie bereits beschrieben an deren Ausgang angeordnet und die Untereinheit in der Geräuschunterdrückung ist an deren Audioeingang angeordnet, sodass das verzögerte Ausgangssignal der Signalverarbeitung beim Eintritt in die Geräuschunterdrückung weiter verzögert wird. In dieser Ausgestaltung liefert also die Signalverarbeitung ein Eingangssignal für die Geräuschunterdrückung, ähnlich wie bei einem Medienwiederga-

begerät, bei welchem das Audiosignal über den Audioeingang in die Geräuschunterdrückung geführt wird. Im Unterschied hierzu ist aber das Eingangssignal, welches von der Signalverarbeitung erzeugt wird - wie weiter oben bereits beschrieben - mit den Eingangssignalen der Mikrofone, welche ebenfalls in die Geräuschunterdrückung geführt werden, korreliert, da diese auf demselben oder auf ähnlichen Eingangsschallsignalen basieren.

[0040] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung mit einer Verzögerungseinheit mit mehreren Untereinheiten erzeugt eine der Untereinheiten, vorzugsweise die Untereinheit in der Signalverarbeitung, einen fest vorgegebenen Zeitunterschied und die andere Untereinheit, vorzugsweise die Untereinheit in der Geräuschunterdrückung, erzeugt einen Zeitunterschied, welcher in einem vorgegebenen Bereich einstellbar ist. Insgesamt setzt sich somit der Zeitunterschied der Verzögerungseinheit zusammen aus einem statischen Anteil, nämlich dem vorgegebenen Zeitunterschied, und einem flexiblen Anteil, nämlich dem einstellbaren Zeitunterschied. Durch den statischen Anteil wird vorteilhaft ein Standardzeitunterschied erzeugt, zu welchem dann je nach Bedarf ein flexibler Anteil hinzugefügt wird oder von welchem je nach Bedarf ein flexibler Anteil abgezogen wird. Beispielsweise wird der flexible Anteil abhängig von einer Degradation einer Komponente des Hörgeräts, einer Temperaturänderung, einer Veränderung des Volumens oder der Feuchtigkeit im Gehörgang oder dergleichen eingestellt. Allgemein wird also der flexible Anteil genutzt, um im Betrieb auf Änderungen des Hörgeräts oder dessen unmittelbarer Umgebung, insbesondere des Gehörgangs zu reagieren und den Zeitunterschied abhängig hiervon optimal einzustellen. Alternativ oder zusätzlich wird der flexible Anteil vorteilhaft genutzt, um auf eine veränderte Verzögerungszeit durch Hinzu- oder Abschalten einer Zusatzfunktion in der Signalverarbeitung zu reagieren.

[0041] Alternativ zur Ausgestaltung mit statischem und flexiblen Anteil in zwei Untereinheiten ist auch eine Ausgestaltung vorteilhaft, bei welcher die Verzögerungseinheit vollständig in die Signalverarbeitung integriert ist und an deren Ausgang angeordnet ist, sodass zuerst das Eingangssignal modifiziert wird und erst danach die Verzögerungseinheit durchläuft und verzögert wird und schließlich als verzögertes Ausgangssignal ausgegeben wird und wobei die Verzögerungseinheit einen Zeitunterschied erzeugt, welcher in einem vorgegebenen Bereich einstellbar ist, sodass der Zeitunterschied der Verzögerungseinheit demnach flexibel ist, wie der zuvor bereits beschriebene flexible Anteil. Allerdings wird nun direkt in der Signalverarbeitung ein flexibler Anteil erzeugt und ein zusätzlicher statischer Anteil wird insbesondere nicht hinzugefügt. Der flexible Anteil wird analog beispielsweise abhängig von einer Degradation einer Komponente des Hörgeräts, einer Temperaturänderung, einer Veränderung des Volumens oder der Feuchtigkeit im Gehörgang oder dergleichen eingestellt. Allgemein wird also der einstellbare Zeitunterschied genutzt, um im Betrieb

auf Änderungen des Hörgeräts oder dessen unmittelbarer Umgebung, insbesondere des Gehörgangs zu reagieren und den Zeitunterschied abhängig hiervon optimal einzustellen.

[0042] Der Zeitunterschied wird vorzugsweise dadurch eingestellt, dass die Geräuschunterdrückung die Verzögerungseinheit mit einem Steuersignal steuert oder dass das Ausgangssignal der Geräuschunterdrückung in die Verzögerungseinheit rückgeführt wird und somit direkt als ein Steuersignal für diese dient oder beides.

[0043] Das beschriebene Hörgerät ist ein sogenanntes monoaurales Hörgerät und dient der Versorgung lediglich einer Seite, d.h. eines Ohrs des Nutzers. Zwei solche Hörgeräte sind jedoch zweckmäßigerweise zu einem binauralen Hörgerät zusammengefasst, welches dann zwei monoaurale Hörgeräte als Einzelgeräte für eine jeweilige Seite aufweist.

[0044] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen jeweils schematisch:

Fig. 1 ein Verfahren zum Betrieb eines Hörgeräts,

Fig. 2 ein Hörgerät,

Fig. 3 eine Variante des Hörgeräts aus Fig. 2,

Fig. 4 eine weitere Variante des Hörgeräts aus Fig. 2,

30

Fig. 5 eine weitere Variante des Hörgeräts aus Fig. 2,

Fig. 6 eine weitere Variante des Hörgeräts aus Fig. 2.

35

[0045] In Fig. 1 ist in Form eines Ablaufdiagramms ein Verfahren zum Betrieb eines Hörgeräts 2 dargestellt. Verschiedene Varianten hierfür geeigneter Hörgeräte 2 sind jeweils in den Fig. 2 bis 6 gezeigt. Die Erfindung ist jedoch nicht auf die konkret gezeigten Varianten beschränkt, diese stellen jedoch bevorzugt Ausführungsformen dar.

40

45

[0046] Allgemein weist das Hörgerät 2 zumindest ein Mikrofon 4, 6 auf, welches in einem Verfahrensschritt V1 ein Eingangsschallsignal ES aufnimmt und in ein elektrisches Eingangssignal E1 umwandelt. Das Hörgerät 2 weist weiter eine Signalverarbeitung 8 auf, welche in einem Verfahrensschritt V2 das elektrische Eingangssignal E1 abhängig von einem Audiogramm eines Nutzers modifiziert und dadurch ein erstes elektrisches Ausgangssignal A1 erzeugt. Das Eingangssignal E1 wird hier in einer Modifikationseinheit 10 modifiziert, welche ein Teil der Signalverarbeitung 8 ist. Das Hörgerät 2 weist weiterhin eine aktive Geräuschunterdrückung 12 auf, welche in einem Verfahrensschritt V3 ein zweites elektrisches Ausgangssignal A2 erzeugt, zur Unterdrückung eines Störanteils. Die aktive Geräuschunterdrückung 12 wird vorliegend auch kurz als Geräuschunterdrückung 12 bezeichnet. Die Geräuschunterdrückung 12 wird pa-

50

55

parallel zur Signalverarbeitung 8 betrieben, wie vor Allem aus Fig. 1 erkennbar ist. Das erste und das zweite elektrische Ausgangssignal A1, A2 werden jeweils auch kurz als Ausgangssignal A1, A2 bezeichnet. Die beiden Ausgangssignale A1, A2 werden in eine Verfahrensschritt V4 kombiniert. Das Hörgerät 2 weist zudem einen Hörer 14 auf, welcher in einem Verfahrensschritt V5 das erste elektrische Ausgangssignal A1 und das zweite elektrische Ausgangssignal A2 in ein gemeinsames Ausgangsschallsignal AS umwandelt, zur Ausgabe an den Nutzer. Das Ausgangsschallsignal AS ist ein akustisches Ausgangssignal. Das zweite elektrische Ausgangssignal A2 ist derart ausgebildet, dass in dem Ausgangsschallsignal AS ein Störanteil unterdrückt wird. Der Störanteil ist beispielsweise ein Umgebungsgeräusch und allgemein kein Nutzsignal. Der Störanteil ist entweder ein Teil des bereits erwähnten Eingangsschallsignals ES oder eines anderen Eingangsschallsignals, welches mittels eines zusätzlichen Mikrofons 16, 18 aufgenommen wird.

[0047] Bei den gezeigten Hörgeräten 2 wird im Rahmen des Verfahrens zu dessen Betrieb ein Ausgangsschallsignal AS für den Nutzer des Hörgeräts 2 dadurch erzeugt, dass zunächst ein Eingangsschallsignal ES aus der Umgebung mittels mehrerer äußerer Mikrofone 4, 6 aufgenommen wird. Das jeweilige Mikrofon 4, 6 erzeugt aus dem Eingangsschallsignal ES ein elektrisches Eingangssignal E1. In Fig. 1 werden also durch die beiden Mikrofone 4, 6 zwei Eingangssignale E1 erzeugt, welche an die Signalverarbeitung 8 weitergeleitet werden. Die Signalverarbeitung 8 modifiziert die Eingangssignale E1 und erzeugt daraus das erste elektrische Ausgangssignal A1. Die Modifikation ist abhängig vom individuellen Hörverlust des Nutzers und erfolgt anhand eines individuellen Audiogramms, welches beispielsweise in einem nicht näher gezeigten Speicher des Hörgeräts 2 hinterlegt ist. Das Ausgangssignal A1 wird schließlich an den Hörer 14 weitergeleitet, welcher vom Ausgangssignal A1 angetrieben wird und ein entsprechendes akustisches Ausgangsschallsignal AS ausgibt. Allgemein wird das Vorgehen umfassend eine Aufnahme des Eingangsschallsignals ES, eine Erzeugung zumindest eines Eingangssignals E1 daraus, dessen Modifikation, die daraus resultierende Erzeugung eines Ausgangssignals A1 und eine anschließende Erzeugung des Ausgangsschallsignals AS stellen insgesamt eine Hörgerätefunktion dar, welche eine Kernfunktionalität des Hörgeräts 2 ist.

[0048] Die aktive Geräuschunterdrückung 12 verhält sich hinsichtlich des Signalpfads grundsätzlich ähnlich wie die Signalverarbeitung 8 bei der Hörgerätefunktion. Auch bei der Geräuschunterdrückung 12 werden ebenfalls im Verfahrensschritt V1 zunächst ein oder mehrere Eingangsschallsignale ES aus der Umgebung mittels eines oder mehrerer Mikrofone 4, 6, 16, 18 aufgenommen, wobei diese Mikrofone 4, 6, 16, 18 nicht zwingend dieselben sind wie für die Hörgerätefunktion. Auch hier weist das Eingangsschallsignal ES typischerweise einen Störanteil auf. Das jeweilige Mikrofon 4, 6, 16, 18 erzeugt

aus dem Eingangsschallsignal ES ein elektrisches Eingangssignal E2, in welchem entsprechend auch der Störanteil enthalten ist und welches an die Geräuschunterdrückung 12 weitergeleitet wird. Diese analysiert im Verfahrensschritt V3 das Eingangssignal E2 und erzeugt daraus ein elektrisches Ausgangssignal, insbesondere das bereits genannte zweite elektrische Ausgangssignal A2, welches dann dem Eingangssignal E2 oder zumindest Teilen davon, speziell dem Störanteil, entgegengesetzt ist. Das Ausgangssignal A2 der Geräuschunterdrückung 12 ist demnach im Grunde ein invertiertes Eingangssignal E2. Das Ausgangssignal A2 wird schließlich an den Hörer 14 des Hörgeräts 2 weitergeleitet, welcher im Verfahrensschritt V5 vom Ausgangssignal A2 angetrieben wird und ein entsprechendes Ausgangsschallsignal AS ausgibt, welches bezüglich des Eingangsschallsignals ES entsprechend invertiert ist und dadurch den Störanteil auslöscht, d.h. im Ergebnis unterdrückt. Das Vorgehen umfassend die Aufnahme des Eingangsschallsignals ES, die Erzeugung des Eingangssignals E2 daraus, dessen Analyse, die daraus resultierende Erzeugung des Ausgangssignals A2 zur Unterdrückung eines Störanteils und die anschließende Erzeugung des Ausgangsschallsignals AS stellen insgesamt eine Geräuschunterdrückungsfunktion dar.

[0049] Die aktive Geräuschunterdrückung 12 unterscheidet sich von der Signalverarbeitung 8 vorliegend dadurch, dass Erstere die Modifikation eines Schallsignals zum Ziel hat und hierzu den Hörer 14 entsprechend ansteuert, wohingegen Letztere eine Modifikation eines elektrischen Signals zum Ziel hat, sodass ein bestimmtes Schallsignal ausgegeben wird. Der Störanteil, welcher von der Geräuschunterdrückung 12 unterdrückt wird, liegt außerhalb des Hörgeräts 2. Das Ausgangsschallsignal AS der Geräuschunterdrückung 12 wird über denselben Hörer 14 ausgegeben wie das Ausgangsschallsignal AS der Signalverarbeitung 8. Der Hörer 14 wird sowohl mit dem ersten als auch mit dem zweiten Ausgangssignal A1, A2 angesteuert, diesen werden also überlagert und gemeinsam dem Hörer 14 zugeführt, welcher diese dann als Ausgangsschallsignal AS ausgibt. Effektiv wird der Hörer 14 demnach insgesamt mittels eines gemeinsamen Ausgangssignals A1+A2 angesteuert und gibt ein gemeinsames Ausgangsschallsignal AS aus. Dieses Ausgangsschallsignal AS enthält einerseits einen Nutzeranteil, welcher von der Signalverarbeitung 8 anhand des Audiogramms individuell für den Nutzer erzeugt wird, und andererseits einen Unterdrückungsanteil, welcher Störanteile, d.h. störende Schallsignale z.B. aus der Umgebung oder vom Nutzer, im Gehörgang unterdrückt. Die Auslöschung eines Störanteils durch die Geräuschunterdrückung 12 erfolgt demnach im akustischen Raum.

[0050] Bei der aktiven Geräuschunterdrückung 12 sind in den gezeigten Ausführungsbeispielen zwei Varianten miteinander kombiniert, welche jedoch in weiteren, nicht gezeigten Varianten auch unabhängig voneinander und einzeln verwendet werden. Die erste Variante ist ei-

ne ANC (active noise cancelling), d.h. eine aktive Störgeräuschunterdrückung, bei welcher Umgebungsgeräusche unterdrückt werden, welche von außen und an einem gegebenenfalls vorhandenen Ohrstück des Hörgeräts 2 vorbei in den Gehörgang gelangen und einen Störanteil darstellen. Das Eingangssignal E2 wird dabei entweder mit demselben Mikrofon 4, 6 erzeugt wie das Eingangssignal E1 für die Signalverarbeitung 8 oder mittels eines anderen, zusätzlichen Mikrofons 16, 18. Die zweite Variante ist eine AOR (active occlusion reduction), d.h. eine aktive Okklusionsreduzierung, bei welcher Geräusche im Gehörgang unterdrückt werden, vor allem Eigengeräusche, d.h. Schallsignale, welche vom Nutzer selbst erzeugt werden oder stehende Wellen innerhalb eines überwiegend verschlossenen Gehörgangs. Hierbei wird das Eingangssignal E2 für die Geräuschunterdrückung 12 mittels eines inneren Mikrofons 18 erzeugt und nicht mit den Mikrofonen 4, 6, welche das Eingangssignal E1 für die Signalverarbeitung 8 erzeugen und auch nicht mit dem äußeren Mikrofon 16. Bei der ANC ist demnach das Mikrofon 4, 6, 16 nach außen gerichtet, wohingegen bei der AOR das Mikrofon 18 nach innen gerichtet ist.

[0051] Um bei dem Hörgerät 2 sowohl eine Hörgerätefunktion als auch eine Geräuschunterdrückungsfunktion zu realisieren, werden vorliegend die Signalverarbeitung 8 und die aktive Geräuschunterdrückung 12 parallel betrieben. Darunter wird verstanden, dass die Signalverarbeitung 8 und die aktive Geräuschunterdrückung 12 unabhängig voneinander betrieben werden, d.h. dass diese zwei voneinander separate Verarbeitungsböcke innerhalb des Hörgeräts 2 bilden, wie sich auch aus den Fig. 2 bis 6 ergibt. Die Signalverarbeitung 8 und die aktive Geräuschunterdrückung 12 sind jeweils als eine elektronische Schaltung ausgebildet und die beiden Schaltungen sind beispielsweise an unterschiedlichen Stellen eines Mikrochips angeordnet oder auf unterschiedlichen Mikrochips. Die aktive Geräuschunterdrückung 12 ist kein Bestandteil und keine Unterfunktion der Signalverarbeitung 9 und arbeitet von dieser grundsätzlich unabhängig. Durch den parallelen Betrieb greift also die aktive Geräuschunterdrückung 12 nicht in die Modifikation des Eingangssignals E1 durch die Signalverarbeitung 8 ein und umgekehrt greift auch die Signalverarbeitung 8 nicht in die Erzeugung des Ausgangssignals A2 der Geräuschunterdrückung 8 ein. Die Hörgerätefunktion und die Geräuschunterdrückungsfunktion sind somit als parallele Prozesse im Hörgerät 2 implementiert.

[0052] Die Signalverarbeitung 8 benötigt zur Modifikation des Eingangssignals E1 und allgemein für den Verfahrensschritt V2 eine gewisse Verarbeitungszeit. Ebenso benötigt die Geräuschunterdrückung 12 eine gewisse Verarbeitungszeit zur Analyse des Eingangssignals E2 und zur Ausgabe des Ausgangssignals A2 und allgemein für den Verfahrensschritt V3. Diese jeweilige Verarbeitungszeit ist optimalerweise so gering wie möglich, um eine verzögerte Ausgabe möglichst zu vermeiden. Im Zusammenhang mit der Signalverarbeitung 8 gelangt we-

nigstens ein Teil des Eingangsschallsignals ES üblicherweise in den Gehörgang des Nutzers und überlagert sich mit dem Ausgangsschallsignal AS. Aufgrund der Verzögerungszeit der Signalverarbeitung 8 sind das Eingangsschallsignal ES und das Ausgangsschallsignal AS um einen Zeitversatz zeitversetzt. Ist die Verarbeitungszeit zu lang, dann ist der Zeitversatz vom Nutzer wahrnehmbar und wird typischerweise als störend empfunden. Bei der Geräuschunterdrückung 12 muss das Ausgangsschallsignal AS prinzipbedingt in bestimmter Weise mit dem Eingangsschallsignal ES überlagert werden, um einen maximalen Effekt, also eine maximale Auslöschung zu erzielen. Jegliche Verzögerung bis zur Ausgabe des Ausgangsschallsignals AS führt zu einer zusätzlichen Phasenverschiebung zwischen diesem und dem Eingangsschallsignal ES, mit dem Ergebnis, dass die Überlagerung nicht optimal ist und die Auslöschung entsprechend unvollständig. Die Verarbeitungszeit der Signalverarbeitung 8 beträgt beispielsweise maximal 2 ms. Die Verarbeitungszeit der Geräuschunterdrückung 12, egal ob ANC oder AOR oder beides, beträgt beispielsweise 100 μ s bis 150 μ s.

[0053] In jedem der gezeigten Ausführungsbeispiele weist das Hörgerät 2 eine Verzögerungseinheit 20 auf, zur Einstellung eines Zeitunterschieds zwischen dem ersten Ausgangssignal A1 und dem zweiten Ausgangssignal A2. Das Hörgerät 2 weist somit einen einstellbaren Zeitunterschied auf, für welchen entweder ein fester Wert vorgegeben ist und die Verzögerungseinheit 20 dann entweder aktiviert oder deaktiviert wird oder welcher innerhalb eines vorgegebenen Bereichs einstellbar ist. Die Verzögerungseinheit 20 weist hierfür beispielsweise einen Ringbuffer auf oder ist als ein solcher ausgebildet. Die Verzögerungseinheit 20 dient insgesamt zur Verringerung einer Korrelation zwischen den Ausgangssignalen A1, A2. Zur Steuerung der Verzögerungseinheit 20 und zum Einstellen des Zeitunterschieds weist das Hörgerät 2 beispielsweise eine nicht näher gezeigte Korrelationsmesseinheit auf, welche eine Korrelation zwischen dem ersten und dem zweiten Ausgangssignal A1, A2 bestimmt und die Verzögerungseinheit 20 ansteuert, sodass ein Zeitunterschied eingestellt wird, welcher die Korrelation minimiert. Vorliegend wird der Zeitunterschied in einem Bereich von 2 ms bis 5 ms eingestellt.

[0054] Der Zeitunterschied wird in einer Variante lediglich in einem Unterdrückungsmodus des Hörgeräts 2 aktiviert und ist ansonsten z.B. in einem Normalmodus deaktiviert. Im Unterdrückungsmodus ist die aktive Geräuschunterdrückung 12 aktiviert, im Übrigen und speziell im Normalmodus dagegen deaktiviert. Im Normalmodus wird dann der Zeitunterschied so gering wie möglich gewählt, sodass für die Signalverarbeitung lediglich die Verzögerungszeit verbleibt, d.h. eine Verzögerung zwischen dem Eingangssignal E1 und dem Ausgangssignal A2 möglichst gering ist, und somit ein möglichst gutes Hörerlebnis gewährleistet ist. Im Unterdrückungsmodus wird dagegen zu der Verarbeitungszeit der Signalverarbeitung 8 bewusst der zusätzliche Zeitunterschied hin-

zugefügt, sodass die potentiell auftretenden Interferenz- und Korrelationseffekte reduziert werden.

[0055] Möglich ist alternativ oder zusätzlich auch eine Variante, bei welcher das Hörgerät 2 mehrere Betriebsmodi aufweist, in welchen die Signalverarbeitung 8 eine jeweils andere Verarbeitungszeit aufweist, und wobei dann der Zeitunterschied, welcher durch die Verzögerungseinheit 20 hinzugefügt wird, abhängig vom Betriebsmodus und somit abhängig von der jeweiligen Verarbeitungszeit der Signalverarbeitung 8 eingestellt wird. In einer Variante wird dann im jeweiligen Betriebsmodus der Zeitunterschied umso größer eingestellt, je geringer die jeweilige Verarbeitungszeit ist.

[0056] Wie aus den Fig. 2 bis 6 deutlich wird, lässt sich ein paralleler Betrieb der Signalverarbeitung 8 und der aktiven Geräuschunterdrückung 12 auf verschiedene Weisen realisieren. Unterschiedliche geeignete Ausgestaltungen ergeben sich vor Allem hinsichtlich der folgenden drei Aspekte: Erstens, durch die Auswahl an Mikrofonen 4, 6, 16, 18 und deren jeweilige Anbindung an die Signalverarbeitung 8 und die Geräuschunterdrückung 12. Zweitens, durch die Art der Kombination der beiden Ausgangssignale A1, A2. Drittens, durch die konkrete Ausgestaltung, Anordnung und Steuerung der Verzögerungseinheit 20. Zusätzlich zu den gezeigten Varianten existieren weitere nicht gezeigte Varianten, welche sich durch unterschiedliche Kombination der diversen Ausgestaltungen hinsichtlich drei genannten Aspekte ergeben.

[0057] In Fig. 2 weist das Hörgerät 2 zwei äußere Mikrofone 4, 6 auf, welche jeweils ein Eingangssignal E1, E2 erzeugen, welches als Eingangssignal E1 an die Signalverarbeitung 8 und als Eingangssignal E2 auch an die Geräuschunterdrückung 12 weitergeführt wird. Die Signalverarbeitung 8 erzeugt auf Basis der beiden Eingangssignale E1 der äußeren Mikrofone 4, 6 das erste Ausgangssignal A1 und die Geräuschunterdrückung 12 erzeugt auf Basis derselben beiden Eingangssignale E2 der äußeren Mikrofone 4, 6 das zweite Ausgangssignal A2.

[0058] Dagegen weist das Hörgerät 2 in den Fig. 3 bis 6 zwei äußere Mikrofone 4, 6 auf, welche jeweils ein Eingangssignal E1 erzeugen und ein weiteres äußeres Mikrofon 16, welches ein Eingangssignal E2 erzeugt. Die Eingangssignale E1 werden ausschließlich an die Signalverarbeitung 8 weitergeführt, während das andere Eingangssignal E2 ausschließlich an die Geräuschunterdrückung 12 weitergeführt wird. Die Signalverarbeitung 8 erzeugt auf Basis der Eingangssignale E1 das erste Ausgangssignal A1 und die Geräuschunterdrückung 12 erzeugt auf Basis des anderen Eingangssignals E2 das zweite Ausgangssignal A2.

[0059] Gegenüber der Ausgestaltung in Fig. 2, bei welcher dasselbe Eingangssignal E1, E2 sowohl an die Signalverarbeitung 8 als auch an die Geräuschunterdrückung 12 weitergeführt wird, verwenden die Signalverarbeitung 8 und die Geräuschunterdrückung 12 in den Fig. 3 bis 6 die Eingangssignale E1, E2 unterschiedlicher

äußerer Mikrofone 4, 6, 16, sodass bereits eingangsseitig eine reduzierte Korrelation vorliegt.

[0060] Bei der zuvor genannten Verwendung eines Eingangssignals E2 von einem oder mehreren äußeren Mikrofonen 4, 6, 16 wurde davon ausgegangen, dass die Geräuschunterdrückung 12 eine ANC ist. Vorliegend ist die Geräuschunterdrückung 12 zusätzlich auch eine AOR und verwendet ein weiteres Eingangssignal E2 eines inneren Mikrofons 18 des Hörgeräts 2. Die Geräuschunterdrückung 12 erzeugt also das Ausgangssignal A2 vorliegend auf Basis eines oder mehrerer Eingangssignale E2 von äußeren Mikrofonen 4, 6, 16 und zusätzlich auch auf Basis eines Eingangssignals E2 eines inneren Mikrofons 18. Dabei sind die Ausgestaltungen mit äußeren Mikrofonen 4, 6, 16 sind beliebig mit der Ausgestaltung mit innerem Mikrofon 18 kombinierbar. Grundsätzlich ist auch bereits ein einzelnes äußeres Mikrofon 4, 6, 16 ausreichend, zumindest für ein Hörgerät mit ANC. Für ein Hörgerät mit AOR wird zusätzlich wenigstens ein inneres Mikrofon 18 benötigt.

[0061] In den Ausführungsbeispielen der Fig. 2 und 3 werden das erste Ausgangssignal A1 und das zweite Ausgangssignal A2 außerhalb der Signalverarbeitung 8 und der Geräuschunterdrückung 12 miteinander kombiniert, hier addiert, und an den Hörer 14 weitergeleitet, welcher schließlich ein entsprechendes Ausgangsschallsignal AS erzeugt und ausgibt. Die Kombination erfolgt beispielweise mittels eines nicht näher bezeichneten Additionsglieds. Im Gegensatz hierzu weist die Geräuschunterdrückung 12 in den Fig. 4 bis 6 einen Audioeingang 24 auf, über welchen das erste Ausgangssignal A1 der Signalverarbeitung 8 in die Geräuschunterdrückung 12 geführt wird, sodass für diese das erste Ausgangssignal A1 sozusagen ein weiteres Eingangssignal ist. In der Geräuschunterdrückung 12 wird dann abhängig von den Eingangssignalen E2 der Mikrofone 4, 6, 16, 18 das zweite Ausgangssignal A2 erzeugt und mit dem ersten Ausgangssignal A1 kombiniert, sodass dann die Geräuschunterdrückung 12 ein gemeinsames Ausgangssignal A1+A2 der Signalverarbeitung 8 und der Geräuschunterdrückung 12 ausgibt. Dieses gemeinsame Ausgangssignal A1+A2 wird an den Hörer 14 weitergeleitet, welcher schließlich ein entsprechendes Ausgangsschallsignal AS erzeugt und ausgibt. Während in der Ausgestaltung der Fig. 2 und 3 mit nachgeschalteter Kombination die beiden Ausgangssignale A1, A2 einfach zu einem gemeinsamen Ausgangssignal A1+A2 zusammengeführt werden, wird in der Ausgestaltung der Fig. 4 bis 6 mit dem Audioeingang 24 das erste Ausgangssignal A1 zusätzlich durch die Geräuschunterdrückung 12 hindurchgeschleift und dort mit dem zweiten Ausgangssignal A2 kombiniert, um entsprechend ein gemeinsames Ausgangssignal A1+A2 zu erzeugen. Die Kombination des ersten und des zweiten Ausgangssignals A1+A2 erfolgt also einmal außerhalb der Geräuschunterdrückung und einmal innerhalb derselben.

[0062] Die Verzögerungseinheit 20 ist in den Ausführungsbeispielen der Fig. 2 bis 4 und 6 vollständig in die

Signalverarbeitung 8 integriert und vorliegend sogar an deren Ausgang angeordnet, sodass also zuerst das Eingangssignal E1 mittels der Modifikationseinheit 10 modifiziert wird und erst danach die Verzögerungseinheit 20 durchläuft und verzögert wird und schließlich als verzögertes Ausgangssignal A1 ausgegeben wird.

[0063] Alternativ zur vollständigen Integration in die Signalverarbeitung 8 ist die Verzögerungseinheit 20 im Ausführungsbeispiel der Fig. 5 in mehrere Untereinheiten 22 aufgeteilt, von welchen eine in die Signalverarbeitung 8 integriert ist und eine andere in die Geräuschunterdrückung 12. Dabei ist die Untereinheit 22 in der Signalverarbeitung 8 an deren Ausgang angeordnet und die Untereinheit 22 in der Geräuschunterdrückung 12 ist an deren Audioeingang 24 angeordnet, sodass das verzögerte Ausgangssignal A1 der Signalverarbeitung 8 beim Eintritt in die Geräuschunterdrückung 12 weiter verzögert wird. Vorliegend erzeugt die Untereinheit 22 in der Signalverarbeitung 8 einen fest vorgegebenen Zeitunterschied und die andere Untereinheit 22 in der Geräuschunterdrückung 12, erzeugt einen Zeitunterschied, welcher in einem vorgegebenen Bereich einstellbar ist. Die Anordnung kann aber auch umgekehrt sein. Insgesamt setzt sich somit der Zeitunterschied der Verzögerungseinheit 20 zusammen aus einem statischen Anteil, nämlich dem vorgegebenen Zeitunterschied, und einem flexiblen Anteil, nämlich dem einstellbaren Zeitunterschied.

[0064] Im Ausführungsbeispiel der Fig. 6 ist die Verzögerungseinheit 20 vollständig in die Signalverarbeitung 8 integriert ist und erzeugt einen Zeitunterschied, welcher in einem vorgegebenen Bereich einstellbar ist, sodass der Zeitunterschied der Verzögerungseinheit 20 demnach flexibel ist, wie der zuvor bereits beschriebene flexible Anteil. Allerdings wird nun direkt in der Signalverarbeitung 8 ein flexibler Anteil erzeugt und ein zusätzlicher statischer Anteil wird insbesondere hier nicht hinzugefügt. Zusätzlich wird in Fig. 6 der Zeitunterschied dadurch eingestellt, dass die Geräuschunterdrückung 12 die Verzögerungseinheit 20 mit einem Steuersignal S steuert oder dass das Ausgangssignal A1+A2 der Geräuschunterdrückung 12 in die Verzögerungseinheit 20 rückgeführt wird und somit direkt als ein Steuersignal für diese dient. Beide Varianten sind in Fig. 6 gezeigt, sind jedoch auch unabhängig voneinander realisierbar.

Bezugszeichenliste

[0065]

2	Hörgerät
4	Mikrofon
6	Mikrofon
8	Signalverarbeitung
10	Modifikationseinheit
12	Geräuschunterdrückung
14	Hörer
16	Mikrofon
18	Mikrofon

20	Verzögerungseinheit
22	Untereinheit (der Verzögerungseinheit)
24	Audioeingang

5	A1	erstes elektrisches Ausgangssignal (der Signalverarbeitung)
	A2	zweites elektrisches Ausgangssignal (der Geräuschunterdrückung)
	A1+A2	gemeinsames Ausgangssignal (Summe aus A1 und A2)
10	AS	Ausgangsschallsignal
	E1	erstes elektrisches Eingangssignal (für die Signalverarbeitung)
	E2	zweites elektrisches Eingangssignal (für die Geräuschunterdrückung)
15	ES	Eingangsschallsignal
	S	Steuersignal
	V1 bis V5	Verfahrensschritt

20

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Hörgeräts (2),

25

- wobei das Hörgerät (2) zumindest ein Mikrofon (4, 6) aufweist, welches ein Eingangsschallsignal (ES) aufnimmt und in ein elektrisches Eingangssignal (E1) umwandelt,

30

- wobei das Hörgerät (2) eine Signalverarbeitung (8) aufweist, welche das elektrische Eingangssignal (E1) abhängig von einem Audiogramm eines Nutzers modifiziert und dadurch ein erstes elektrisches Ausgangssignal (A1) erzeugt,

35

- wobei das Hörgerät (2) eine aktive Geräuschunterdrückung (12) aufweist, welche ein zweites elektrisches Ausgangssignal (A2) erzeugt, zur Unterdrückung eines Störanteils,

40

- wobei das Hörgerät (2) einen Hörer (14) aufweist, welcher das erste elektrische Ausgangssignal (A1) und das zweite elektrische Ausgangssignal (A2) in ein Ausgangsschallsignal (AS) umwandelt, zur Ausgabe an den Nutzer,

45

- wobei die aktive Geräuschunterdrückung (12) parallel zur Signalverarbeitung (8) betrieben wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

50

wobei die aktive Geräuschunterdrückung (12) eine ANC oder eine AOR ist oder beides.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

55

wobei das Hörgerät (2) eine Verzögerungseinheit (20) aufweist, zur Einstellung eines Zeitunterschieds zwischen dem ersten Ausgangssignal (A1) und dem zweiten Ausgangssignal (A2).

4. Verfahren nach Anspruch 3,

- wobei der Zeitunterschied in einem Bereich von 2 ms bis 5 ms eingestellt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 oder 4, wobei das Hörgerät (2) zwei Betriebsmodi aufweist, nämlich einen Unterdrückungsmodus, in welchem die aktive Geräuschunterdrückung (12) aktiviert ist, und einen Normalmodus, in welchem die aktive Geräuschunterdrückung (12) deaktiviert ist, wobei der Zeitunterschied der Verzögerungseinheit (20) derart eingestellt wird, dass im Unterdrückungsmodus eine Verzögerung zwischen dem Eingangssignal (E1) der Signalverarbeitung (8) und deren Ausgangssignal (A1) größer ist als im Normalmodus.
 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei das Hörgerät (2) mehrere Betriebsmodi aufweist, in welchen die Signalverarbeitung (8) eine jeweils andere Verarbeitungszeit aufweist, und wobei der Zeitunterschied, welcher durch die Verzögerungseinheit (20) hinzugefügt wird, abhängig vom Betriebsmodus und somit abhängig von der jeweiligen Verarbeitungszeit eingestellt wird.
 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Signalverarbeitung (8) des Hörgeräts (2) eine Verarbeitungszeit von höchstens 2 ms aufweist, bevorzugt von höchstens 1 ms.
 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Hörgerät (2) zumindest ein äußeres Mikrofon (4, 6) aufweist, welches ein Eingangssignal (E1, E2) erzeugt, welches sowohl an die Signalverarbeitung (8) als auch an die Geräuschunterdrückung (12) weitergeführt wird, wobei die Signalverarbeitung (8) auf Basis des Eingangssignals (E1, E2) das erste Ausgangssignal (A1) erzeugt und die Geräuschunterdrückung (12) das zweite Ausgangssignal (A2).
 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Hörgerät (2) zumindest zwei äußere Mikrofone (4, 6, 16) aufweist, nämlich ein erstes äußeres Mikrofon (4, 6) und ein zweites äußeres Mikrofon (16), wobei die beiden äußeren Mikrofone (4, 6, 16) jeweils ein Eingangssignal (E1, E2) erzeugen, nämlich ein erstes Eingangssignal (E1) und ein zweites Eingangssignal (E2), von welchen eines an die Signalverarbeitung (8) weitergeführt wird, während das andere an die Geräuschunterdrückung (12) weitergeführt wird.
 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das Hörgerät (2) ein inneres Mikrofon (18) aufweist, welches ein Eingangssignal (E2) erzeugt, welches der Geräuschunterdrückung (12) zugeführt wird, welche dann abhängig vom Eingangssignal (E2) des inneren Mikrofons (18) das zweite Ausgangssignal (A2) erzeugt.
 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei das erste Ausgangssignal (A1) und das zweite Ausgangssignal (A2) außerhalb der Signalverarbeitung (8) und der Geräuschunterdrückung (12) miteinander kombiniert werden und an den Hörer (14) weitergeleitet werden, welcher schließlich ein entsprechendes Ausgangsschallsignal (AS) erzeugt und ausgibt.
 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Geräuschunterdrückung (12) einen Audioeingang (24) aufweist, über welchen das erste Ausgangssignal (A1) der Signalverarbeitung (8) in die Geräuschunterdrückung (12) geführt wird, wobei in der Geräuschunterdrückung (12) das zweite Ausgangssignal (A2) erzeugt wird und mit dem ersten Ausgangssignal (A1) kombiniert wird, sodass die Geräuschunterdrückung (12) ein gemeinsames Ausgangssignal (A1+A2) der Signalverarbeitung (8) und der Geräuschunterdrückung (12) ausgibt, wobei das gemeinsame Ausgangssignal (12) an den Hörer (14) weitergeleitet wird, welcher schließlich ein entsprechendes Ausgangsschallsignal (AS) erzeugt und ausgibt.
 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Verzögerungseinheit (20) vollständig in die Signalverarbeitung (8) integriert ist, sodass das Eingangssignal (E1) zuerst modifiziert wird und erst danach die Verzögerungseinheit (20) durchläuft und verzögert wird und schließlich als verzögertes Ausgangssignal (A1) ausgegeben wird.
 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Verzögerungseinheit (20) in mehrere Untereinheiten (22) aufgeteilt ist, von welchen eine erste Untereinheit (22) in die Signalverarbeitung (8) integriert ist und eine andere, zweite Untereinheit (22) in die Geräuschunterdrückung (12), wobei eine der Untereinheiten (22) einen fest vorgegebenen Zeitunterschied erzeugt und die andere Untereinheit (22) einen Zeitunterschied erzeugt, welcher in einem vorgegebenen Bereich einstellbar ist.
 15. Hörgerät (2), welches ausgebildet ist zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14.

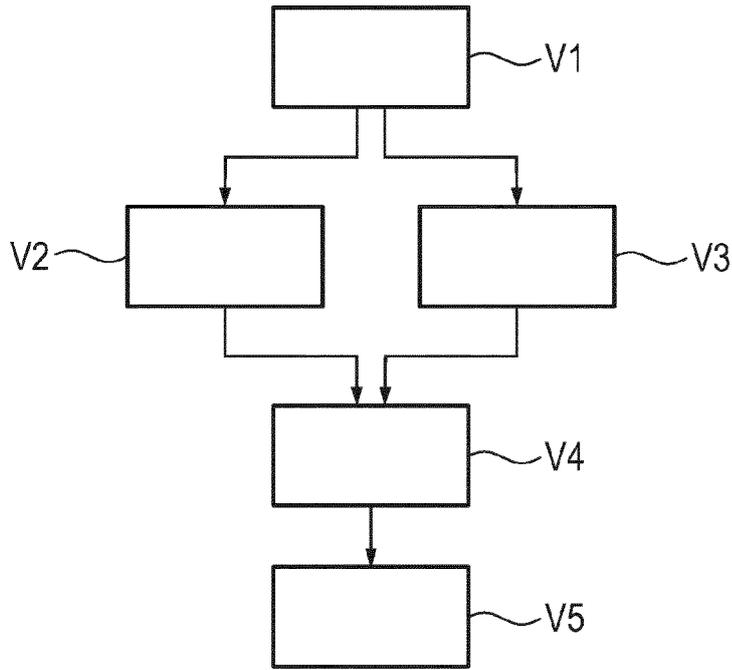


Fig. 1

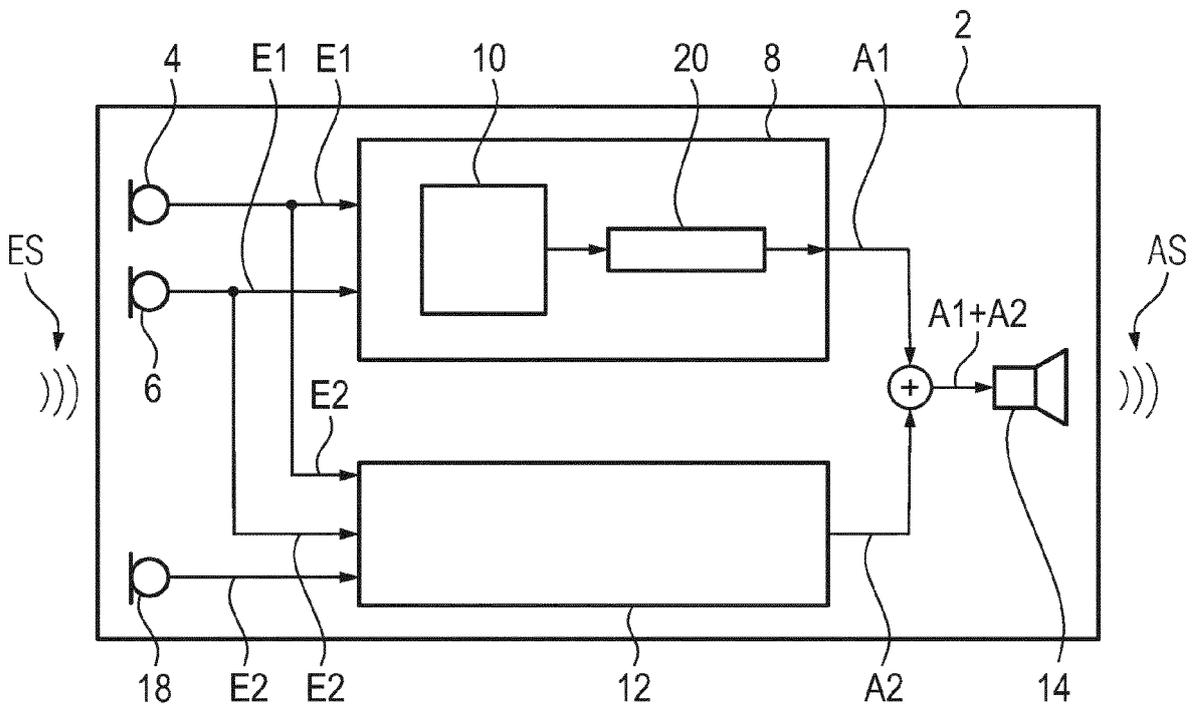


Fig. 2

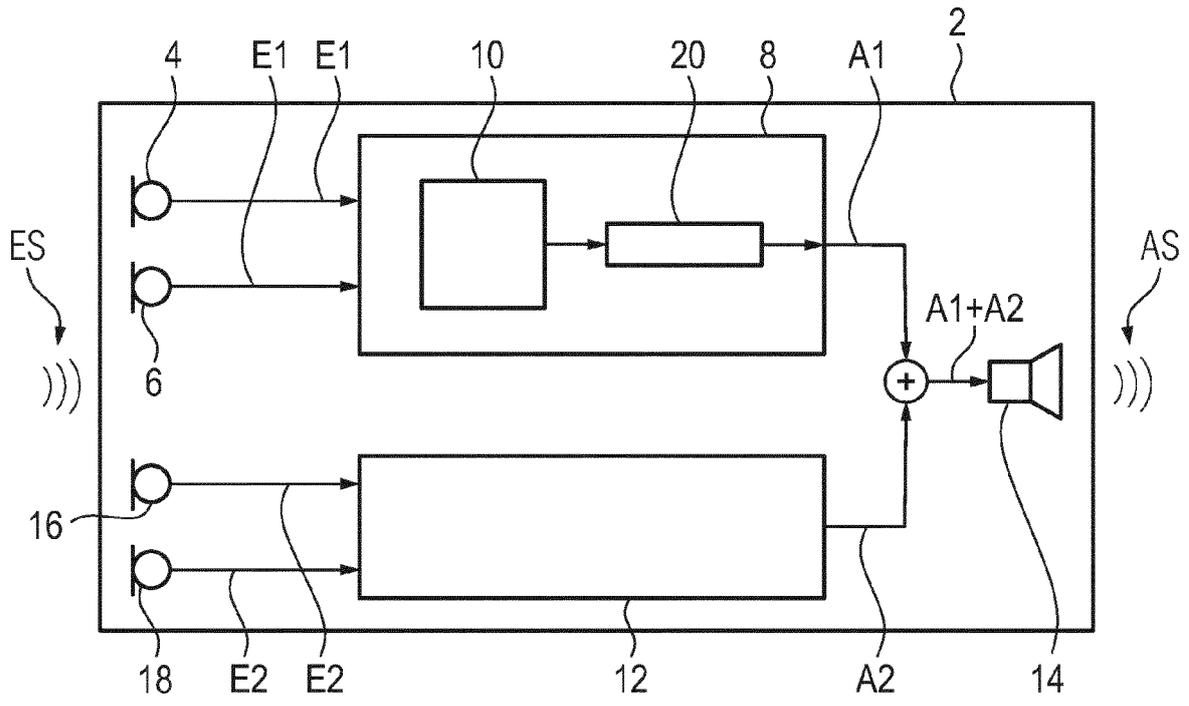


Fig. 3

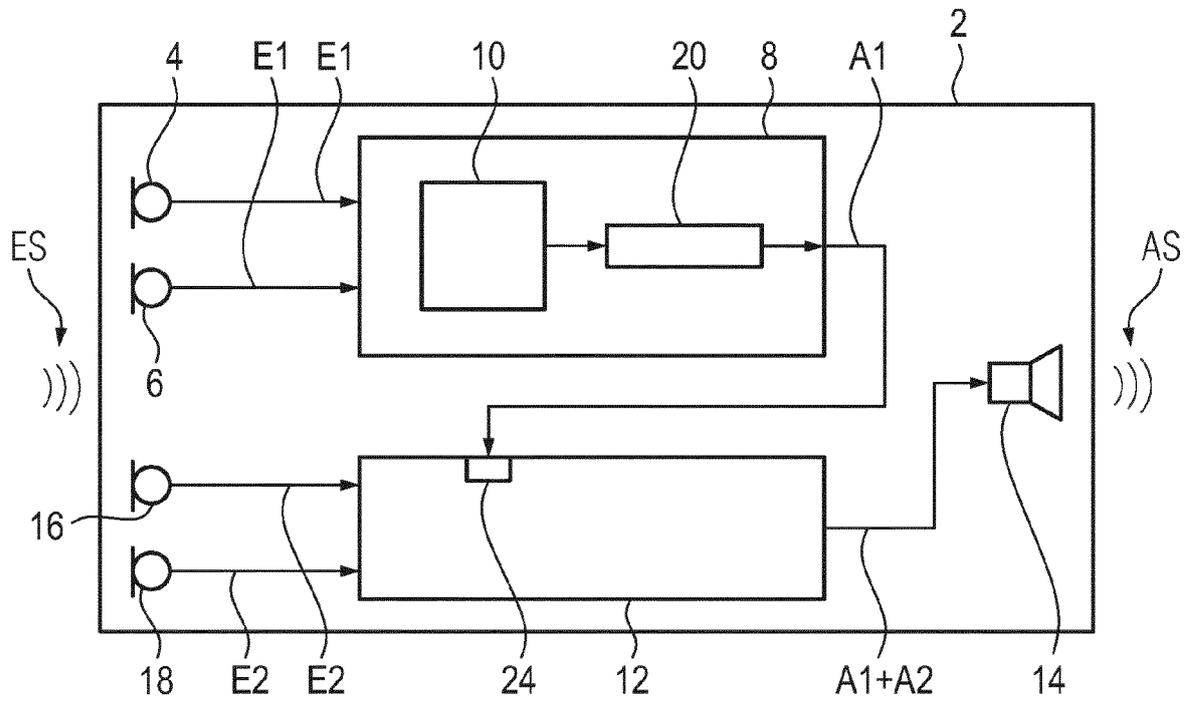


Fig. 4

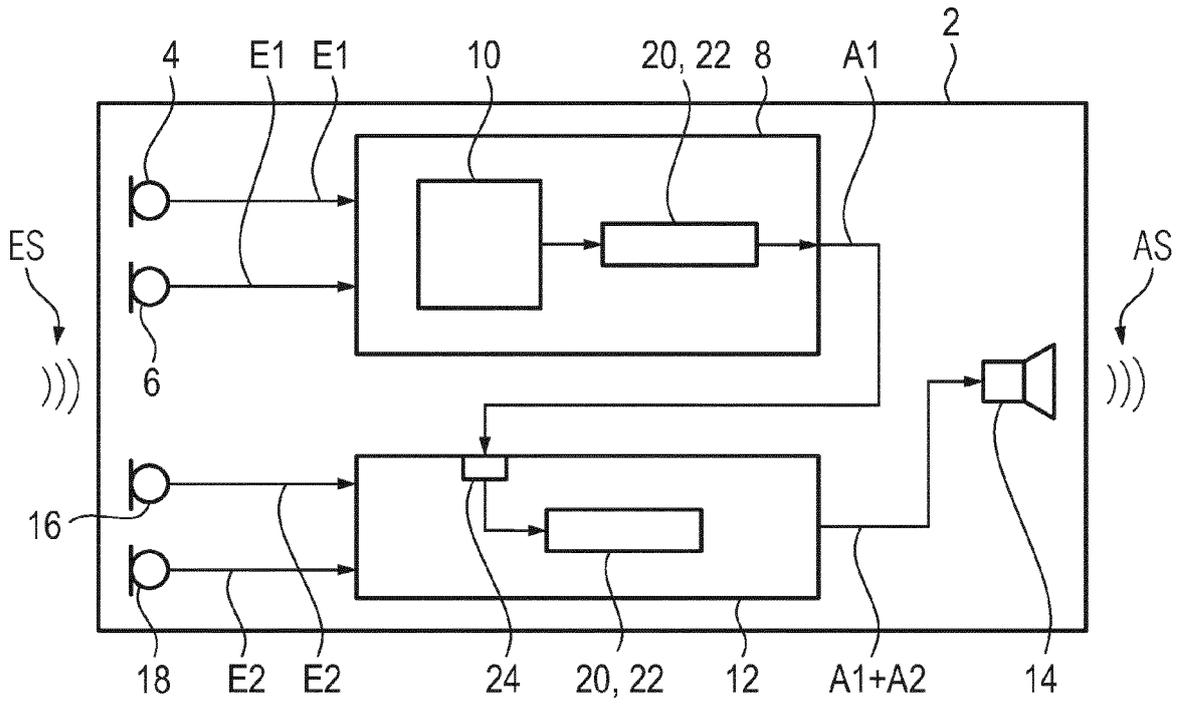


Fig. 5

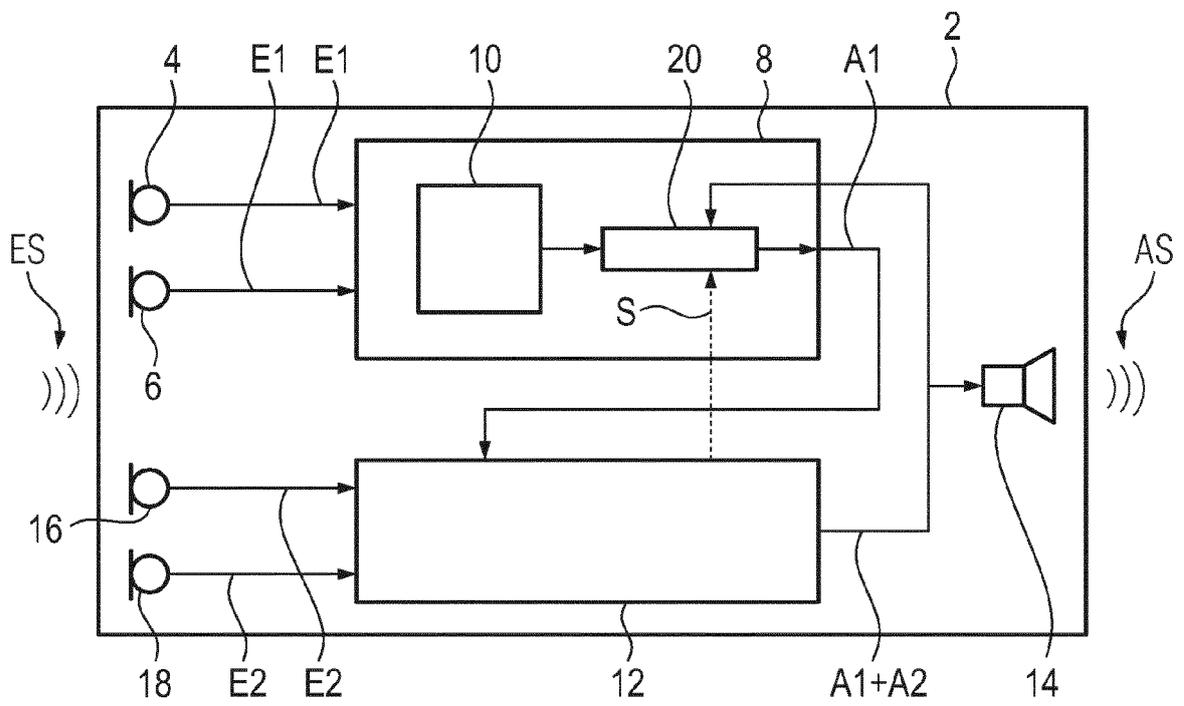


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 20 19 2173

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D A	EP 2 023 664 B1 (OTICON AS [DK]) 13. März 2013 (2013-03-13) * Absätze [0001], [0052] - [0088]; Abbildungen 1-4 *	1,2, 7-12,15 3-6,13, 14	INV. H04R25/00 G10K11/178
X A	US 2012/070024 A1 (ANDERSON JAMES ROBERT [US]) 22. März 2012 (2012-03-22) * Absätze [0002], [0003], [0050] - [0051]; Abbildung 1 *	1,2,7, 10,11,15 3-6,13, 14	
X	US 2018/184219 A1 (VAN DER WERF ERIK CORNELIS DIEDERIK [NL]) 28. Juni 2018 (2018-06-28) * Absätze [0003], [0042], [0055], [0056], [0116] - [0144], [0158]; Abbildungen 1-3, 6 *	1-7,10, 11,13-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H04R G10K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlussdatum der Recherche 27. Januar 2021	Prüfer Fobel, Oliver
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 20 19 2173

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

27-01-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	EP 2023664	B1	13-03-2013	AU	2008203125 A1	26-02-2009
				CN	101365259 A	11-02-2009
				DK	2023664 T3	03-06-2013
				EP	2023664 A1	11-02-2009
				US	2009041260 A1	12-02-2009
20	US 2012070024	A1	22-03-2012	CN	102413412 A	11-04-2012
				DK	2434780 T3	27-06-2016
				US	2012070024 A1	22-03-2012
25	US 2018184219	A1	28-06-2018	CN	108235168 A	29-06-2018
				DK	3340653 T3	11-05-2020
				EP	3340653 A1	27-06-2018
				JP	2018109749 A	12-07-2018
				US	2018184219 A1	28-06-2018
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1129600 B1 [0003]
- EP 1129601 B1 [0003]
- EP 1251714 B2 [0003]
- EP 2023664 B1 [0003]
- WO 2018141559 A1 [0003]
- US 7574012 B2 [0003]
- EP 1542500 B1 [0005]