



(11) **EP 4 171 069 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.04.2023 Patentblatt 2023/17

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H04R 25/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22196748.2**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H04R 25/505; H04R 2225/41; H04R 2430/03

(22) Anmeldetag: **21.09.2022**

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

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

(72) Erfinder:
• **BEST, Sebastian**
91058 Erlangen (DE)
• **WILSON, Cecil**
91058 Erlangen (DE)

(30) Priorität: **21.10.2021 DE 102021211879**

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

(54) **HÖRGERÄT UND VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES SOLCHEN**

(57) Es wird ein Hörgerät (2) angegeben, welches wenigstens ein Mikrofon (4) aufweist, welches ausgebildet ist, inner-halb eines Gesamtfrequenzbereichs (Fg) Schallsignale (6) aufzunehmen und in ein Eingangssignal (8) umzuwandeln, welches eine Signalverarbeitung (10) aufweist, zur Verarbeitung des Eingangssignals (8) innerhalb eines unteren Frequenzbereichs (Fu), welcher ein Teil des Gesamtfrequenzbereichs (Fg) ist, welches einen Detektor (12) aufweist, zur Erkennung eines Stör-

geräuschs (14), welches Frequenzanteile sowohl innerhalb des unteren Frequenzbereichs (Fu) aufweist als auch außerhalb desselben, nämlich in einem oberen Frequenzbereich (Fo) oberhalb des unteren Frequenzbereichs (Fu), welches derart ausgebildet ist, dass der Detektor (12) das Störgeräusch (14) anhand von dessen Frequenzanteil im oberen Frequenzbereich (Fo) erkennt. Weiter wird ein Verfahren zum Betrieb eines Hörgeräts (2) angegeben.

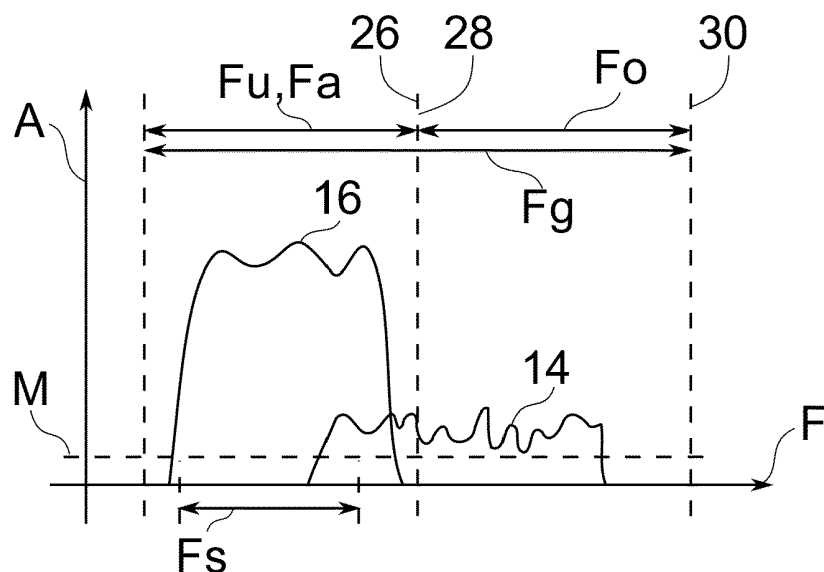


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Hörgerät sowie ein Verfahren zum Betrieb eines solchen.

[0002] Ein Hörgerät dient allgemein zur Ausgabe von Schallsignalen an einen Nutzer des Hörgeräts. Speziell bei einem Hörgerät zur Versorgung eines Nutzers, welcher ein Hördefizit aufweist, ist das Hörgerät ausgebildet, Schallsignale aus der Umgebung aufzunehmen, zu verarbeiten und schließlich derart modifiziert (d.h. regelmäßig verstärkt) auszugeben, dass das Hördefizit zumindest teilweise ausgeglichen wird.

[0003] In einer gegebenen Umgebung existieren regelmäßig sowohl Nutzgeräusche als auch Störgeräusche. Erstere sollen für den Nutzer möglichst verständlich wiedergegeben werden, während letztere möglichst umfänglich unterdrückt werden sollen, um den Betrieb des Hörgeräts und dessen Nutzen für den Nutzer zu verbessern. Die effektive Unterdrückung von Störgeräuschen erfordert jedoch eine möglichst effektive Erkennung dieser Störgeräusche. Grundsätzlich existieren verschiedene Arten von Störgeräuschen, deren Erkennung unterschiedlich schwierig ist. Störgeräusche unterscheiden sich z.B. in ihrer Bandbreite, Amplitude und/oder Lage in einem Gesamtfrequenzspektrum, welches von dem Hörgerät aufgenommen wird. Beispiele für unterschiedliche Arten von Störgeräuschen sind dann entsprechend stationäre Störgeräusche (d.h. schmalbandig und mit geringer zeitlicher Variabilität), nicht-stationäre und hierbei speziell transiente und/oder impulsartige Störgeräusche (d.h. breitbandig mit hoher zeitliche Variabilität), laute Störgeräusche (d.h. mit hoher Amplitude), leise Störgeräusche (d.h. mit geringer Amplitude), hochfrequente Störgeräusche (mit überwiegend hohen Frequenzanteilen) und niederfrequente Störgeräusche (mit überwiegend niedrigen Frequenzanteilen). Beispiele für nicht-transiente Störgeräusche sind stationärer Lärm, z.B. ein Lüfter, oder störende Musik oder störende Sprache im Hintergrund, typischerweise mit dem Begriff "Cocktailparty" bezeichnet.

[0004] Im Betrieb eines Hörgeräts hängt die Unterdrückung von Störgeräuschen, speziell von transienten und/oder impulsartigen Störgeräuschen von deren zuverlässiger Erkennung ab. Ein Hörgerät arbeitet regelmäßig in einem bestimmten Frequenzbereich, dem sogenannten Arbeitsbereich, in welchem das Eingangssignal modifiziert wird, um für den Nutzer angepasst zu werden, vorzugsweise um ein Hördefizit des Nutzers auszugleichen. Für eine entsprechende Modifikation des Eingangssignals mittels der Signalverarbeitung ist insbesondere im Hörgerät vorzugsweise ein Audiogram des Nutzers hinterlegt, welches auf den Arbeitsbereich beschränkt ist. Außerhalb des Arbeitsbereichs erfolgt insbesondere keine Modifikation des Eingangssignals, zumindest keine aktive Modifikation zum Ausgleich eines Hördefizits des Nutzers. Der Arbeitsbereich ist regelmäßig lediglich ein Teilbereich des akustischen Frequenzspektrums. Dieses akustische Frequenzspektrum ist ins-

besondere als Frequenzbereich von 20 Hz bis 20 kHz definiert. Diese Beschränkung auf einen Teilbereich des akustischen Frequenzspektrums ist typischerweise bedingt durch technische Randbedingungen des Hörgeräts, da dieses regelmäßig nicht beliebig hohe Frequenzen verarbeiten kann.

[0005] Im Arbeitsbereich erfolgt die Erkennung eines Störgeräusches beispielsweise derart, dass besonders laute Frequenzanteile, also solche mit einer vorgegebenen Mindestamplitude, als Störgeräusch erkannt werden. Beispielsweise wird hierbei ein Störgeräusch dadurch erkannt, dass ein Überschreiten der Mindestamplitude in einem oder mehreren Frequenzbereichen erkannt wird. Zur Unterdrückung des Störgeräusches wird dann in diesen Frequenzbereichen z.B. die Verstärkung durch das Hörgerät reduziert, sodass das Störgeräusch dann weniger verstärkt wird als Nutzgeräusche in anderen Frequenzbereichen.

[0006] Problematisch ist jedoch die Erkennung von Störgeräuschen, welche eine vergleichsweise geringe Amplitude aufweisen, d.h. eine Amplitude, welche vergleichbar oder geringer ist als die mögliche oder übliche Amplitude von Nutzgeräuschen.

[0007] Solche Störgeräusche werden auch als "leise Störgeräusche", "wenig laute Störgeräusche" oder "weiche Störgeräusche" bezeichnet. Diese leisen Störgeräusche werden nicht oder nur mangelhaft von einem Detektor erkannt, welcher zur Erkennung das Überschreiten einer vorgegebenen Mindestamplitude erfordert. Die Mindestamplitude ist nämlich zweckmäßigerweise derart hoch gewählt, dass möglichst keine Beeinträchtigung von Nutzgeräuschen, speziell Sprache erfolgt. So weist Sprache regelmäßig ebenfalls transiente und/oder impulsartige Komponenten auf, stellt jedoch ein Nutzgeräusch und kein Störgeräusch dar und soll daher erhalten bleiben. Der Detektor kann somit letztendlich nur Störgeräusche ab einer bestimmten Lautstärke erkennen, d.h. die Mindestamplitude kann nicht beliebig gering gewählt werden. Somit kann der Detektor nur schlecht solche Störgeräusche erkennen, welche eine vergleichsweise geringe Amplitude aufweisen, speziell eine Amplitude im Bereich üblicher Amplituden für Sprache. Entsprechend ergibt sich bei der Unterdrückung von Störgeräuschen ein Zielkonflikt zwischen einer möglichst geringen Beeinflussung von Nutzgeräuschen, speziell Sprache, durch eine Falscherkennung einerseits und einer Unterdrückung auch leiser Störgeräusche andererseits.

[0008] Verschiedene Hörgeräte werden beschrieben in US 2013/0 156 208 A1, EP 3 793 209 A1 und DE 10 2015 204 253 A1.

[0009] Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der Erfindung, die Erkennung von Störgeräuschen im Betrieb eines Hörgeräts zu verbessern. Dabei soll speziell die Erkennung von leisen Störgeräuschen verbessert werden. Hierzu sollen ein verbessertes Hörgerät sowie ein verbessertes Verfahren zum Betrieb eines Hörgeräts angegeben werden.

[0010] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Hörgerät mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Anspruch 15. Vorteilhafte Ausgestaltungen, Weiterbildungen und Varianten sind Gegenstand der Unteransprüche. Die Ausführungen im Zusammenhang mit dem Hörgerät gelten sinngemäß auch für das Verfahren. Sofern nachfolgend Schritte des Verfahrens angegeben sind, ergeben sich bevorzugte Ausgestaltungen für das Hörgerät dadurch, dass dieses ausgebildet ist, einen oder mehrerer dieser Schritte auszuführen, insbesondere mittels einer Steuereinheit, welche ein Teil des Hörgeräts ist.

[0011] Ein Kerngedanke der Erfindung ist insbesondere, die Erkennung eines Störgeräuschs in einem Frequenzbereich durchzuführen, in welchem der Zielkonflikt bei der Auslegung eines Detektors für das Störgeräusch dadurch aufgelöst ist, dass dort Nutzgeräusche nicht oder nur in geringem Maße vorhanden sind. Dadurch kann vorteilhaft eine geringere Mindestamplitude zur Erkennung verwendet werden als in einem Frequenzbereich, in welchem Nutzgeräusche erwartet werden, ohne dadurch das Risiko von Falscherkennungen signifikant zu erhöhen. Auf diese Weise werden dann auch leise Störgeräusche besser erkannt, wenigstens solche leisen Störgeräusche, welche Frequenzanteile in dem besagten Frequenzbereich aufweisen. Dies ist speziell der Fall für breitbandige Störgeräusche, insbesondere transiente und/oder impulsartige Störgeräusche, welche regelmäßig Frequenzanteile in einem oberen Frequenzbereich außerhalb eines Arbeitsbereichs (insbesondere wie oben beschrieben) eines Hörgeräts und/oder außerhalb eines Sprachfrequenzbereichs aufweisen.

[0012] Daher weist ein erfindungsgemäßes Hörgerät wenigstens ein Mikrofon auf, welches ausgebildet ist, innerhalb eines Gesamtfrequenzbereichs Schallsignale aufzunehmen und in ein Eingangssignal umzuwandeln. Weiter weist das Hörgerät eine Signalverarbeitung auf, zur Verarbeitung des Eingangssignals innerhalb eines unteren Frequenzbereichs, welcher ein Teil des Gesamtfrequenzbereichs ist. Somit weist das Hörgerät einen Arbeitsbereich auf (insbesondere wie oben beschrieben), welcher wenigstens und vorzugsweise ausschließlich den unteren Frequenzbereich enthält. Weiter weist das Hörgerät einen Detektor auf, zur Erkennung eines Störgeräuschs, welches Frequenzanteile sowohl innerhalb des unteren Frequenzbereichs aufweist als auch außerhalb desselben, nämlich in einem oberen Frequenzbereich oberhalb des unteren Frequenzbereichs. Vorzugsweise schließt sich der obere Frequenzbereich unmittelbar an den unteren Frequenzbereich an, dies ist aber nicht zwingend. Weiter ist das Hörgerät derart ausgebildet, dass der Detektor das Störgeräusch anhand von dessen Frequenzanteil im oberen Frequenzbereich erkennt. Dadurch wird insbesondere der oben beschriebene Kerngedanke umgesetzt. Insgesamt ist das Hörgerät somit ausgebildet, im Betrieb ein Störgeräusch zu erkennen.

[0013] Vorliegend wird der Einfachheit halber der Begriff "Erkennung eines Störgeräuschs" verwendet, genauer wird darunter jedoch verstanden, dass im Eingangssignal ein Störsignal erkannt wird, welches sich aus einem akustischen Störgeräusch ergibt, welches ein Teil der Schallsignale der Umgebung ist. Im Ergebnis wird somit ein Störgeräusch in der Umgebung erkannt.

[0014] Der obere Frequenzbereich und der untere Frequenzbereich überlappen insbesondere nicht. Der obere Frequenzbereich ist vorzugsweise kein Teil des Arbeitsbereichs, dies ist jedoch an sich nicht zwingend, sodass auch eine Ausgestaltung möglich und geeignet ist, bei welcher der Arbeitsbereich auch den oberen Frequenzbereich ganz oder teilweise enthält. Wichtiger ist zunächst insbesondere, dass der obere Frequenzbereich dadurch charakterisiert ist, dass in diesem weniger Nutzgeräusche vorliegen und/oder zu erwarten sind als in dem unteren Frequenzbereich. Mit anderen Worten: im oberen Frequenzbereich ist das SNR (Signal-zu-Rausch-Verhältnis) speziell für die genannten leisen Störgeräusche größer als im unteren Frequenzbereich (dabei ist bei der Betrachtung des SNR das betrachtete Störgeräusch das "Signal" und alle übrigen Geräusche und Störgeräusche, bilden das "Rauschen"). Außerhalb des unteren Frequenzbereichs ist auch der Anteil an Sprache regelmäßig besonders gering, sodass Falscherkennungen effizient reduziert werden.

[0015] Der Erfindung liegt insbesondere die Überlegung zugrunde, dass Schallsignale im Allgemeinen und Störgeräusche im Speziellen nicht auf den Arbeitsbereich des Hörgeräts beschränkt sind, sondern auch außerhalb davon liegen können und dabei aber noch innerhalb des eingangs genannten akustischen Frequenzspektrums (definiert von 20 Hz bis 20 kHz). Besonders transiente und/oder impulsartige Störgeräusche sind breitbandig und überspannen somit einen breiten Frequenzbereich, weisen also auch hochfrequente Komponenten auf, welche regelmäßig außerhalb des Arbeitsbereichs liegen (die Begriffe "Komponente" und "Frequenzanteil" werden allgemein als äquivalent angesehen und austauschbar verwendet). Ein Störgeräusch wird insbesondere dann als breitbandig bezeichnet, wenn die zugehörigen Frequenzen einen Frequenzbereich von wenigstens einer Oktave überspannen. Die Erkennung solcher Störgeräusche ist besonders dann wenig zuverlässig, wenn die Erkennung bei niedrigen Frequenzen erfolgt, speziell im Arbeitsbereich des Hörgeräts, wo häufig zusätzlich noch andere stationäre und nicht-stationäre Störgeräusche vorhanden sind, welche häufig auch lauter sind, d.h. eine höhere Amplitude aufweisen. Zusätzlich können auch nicht-stationäre Komponenten von Sprache zu Falscherkennungen führen, d.h. Sprache, welche tatsächlich ein Nutzgeräusch ist, wird fälschlicherweise als Störgeräusch erkannt.

[0016] Es wurde jedoch beobachtet, dass die Amplitude hochfrequenter Störgeräusche (d.h. Störgeräusche mit einer hochfrequenten Komponente) häufig geringer ist als die Amplitude von niederfrequenten Störgeräu-

schen, also solchen Störgeräuschen, welche typischerweise innerhalb des Arbeitsbereichs liegen. Beispielsweise erzeugen in einem Restaurant oder einer Kantine Besteck und Geschirr beim Aneinanderschlagen ein klirrendes Störgeräusch (auch als "cling-clang sound" bezeichnet), welches ein leises, transientes und/oder impulsartiges Störgeräusch ist und dabei auch eine hochfrequente Komponente aufweist, welche regelmäßig außerhalb des Arbeitsbereichs liegt. Speziell solche Störgeräusche werden nun mittels des erfindungsgemäßen Hörgeräts besser erkannt, da im oberen Frequenzbereich auch leise Störgeräusche erkannt werden. Dabei ist das Risiko von Falscherkennungen deutlich reduziert, da im oberen Frequenzbereich keine oder nur wenig Nutzgeräusche zu erwarten sind, denn diese befinden sich überwiegend oder ausschließlich im unteren Frequenzbereich.

[0017] Ein Vorteil der Erfindung ist somit insbesondere, dass leise, transiente und/oder impulsartige Störgeräusche besser erkannt werden. Dies ergibt sich aus deren Erkennung durch eine Überwachung speziell des oberen Frequenzbereichs. Ein transientes und/oder impulsartiges Störgeräusch wird demnach anhand seines Frequenzanteils außerhalb des unteren Frequenzbereichs erkannt, sodass die beschriebenen Probleme bei einer Erkennung innerhalb dieses unteren Frequenzbereichs vermieden werden. Dabei wird ausgenutzt, dass das Störgeräusch breitbandig ist und Frequenzanteile sowohl im unteren als auch im oberen Frequenzbereich aufweist.

[0018] Eine Unterdrückung des Störgeräuschs erfolgt vorzugsweise mittels der Signalverarbeitung und dann gegebenenfalls lediglich innerhalb des unteren Frequenzbereichs und nicht notwendigerweise im oberen Frequenzbereich. Dabei wird davon ausgegangen, dass das Störgeräusch, welches im oberen Frequenzbereich erkannt wird, entsprechend breitbandig ist und sich bis in den unteren Frequenzbereich erstreckt. Welche Frequenzanteile im unteren Frequenzbereich bei Erkennung eines Störgeräuschs im oberen Frequenzbereich sinnvollerweise unterdrückt werden, wird z.B. vorab in Experimenten ermittelt oder anhand üblicher Bandbreiten von Störgeräuschen, welche auch Komponenten im oberen Frequenzbereich aufweisen, geschätzt. Geeignet ist auch eine Ausgestaltung, bei welcher einfach über einen vorab fest definierten Frequenzbereich innerhalb des unteren Frequenzbereichs eine Unterdrückung erfolgt, ohne tatsächliche Kenntnis darüber, ob davon tatsächlich auch das Störgeräusch umfasst ist. Dabei wird die Erkenntnis genutzt, dass das Störgeräusch ein breites Frequenzspektrum aufweist und nur kurze Zeit besteht und damit sehr wahrscheinlich in dem vorab definierten Frequenzbereich liegt. Der vorab definierte Frequenzbereich beträgt beispielsweise 1 kHz bis 5 kHz ab einer Obergrenze des unteren Frequenzbereichs in diesen hinein. Geeignet ist auch eine Ausgestaltung, bei welcher das Störgeräusch unterdrückt wird, indem das Eingangssignal insgesamt über einen bestimmten Zeit-

raum von z.B. 1 s bis 5 s gemittelt und dadurch geglättet wird. Auf die Unterdrückung des Störgeräuschs kommt es vorliegend jedoch nicht im Detail an, Gegenstand ist vorliegend vielmehr die möglichst zuverlässige Erkennung eines Störgeräuschs.

[0019] Vorteilhaft ist auch eine Ausgestaltung, bei welcher zusätzlich zu dem bereits erwähnten Detektor (erster Detektor) ein weiterer, zweiter Detektor, z.B. ein Impulsdetektor, den unteren Frequenzbereich überwacht und dann ein Anschlagen dieses zweiten Detektors als zusätzliches Kriterium für eine Unterdrückung gefordert wird, um sicherzustellen, dass tatsächlich ein entsprechendes Störgeräusch vorliegt. Eine Unterdrückung erfolgt dann beispielsweise nur, wenn sowohl im oberen Frequenzbereich vom ersten Detektor ein transientes und/oder impulsartiges Störgeräusch erkannt wird als auch vom zweiten Detektor im unteren Frequenzbereich. Für diesen Detektor wird der untere Frequenzbereich geeigneterweise gröber aufgeteilt als für die Signalverarbeitung, z.B. lediglich in zwei Frequenzbänder, beispielsweise ein erstes Frequenzband von 100 Hz bis 1000 Hz und ein zweites Frequenzband von 1000 Hz bis 12 kHz.

[0020] Das Hörgerät dient vorzugsweise zur Versorgung eines hörgeschädigten Nutzers, d.h. eines Nutzers mit einem Hördefizit. Hierzu weist das Hörgerät das oben bereits genannte Mikrofon auf, welches Schallsignale aus der Umgebung aufnimmt und ein elektrisches Eingangssignal erzeugt. Dieses wird zur Verarbeitung der ebenfalls bereits genannten Signalverarbeitung zugeführt. Die Signalverarbeitung ist vorzugsweise ein Teil einer Steuereinheit des Hörgeräts. Die Verarbeitung erfolgt insbesondere anhand eines individuellen Audiogramms des Nutzers, welcher dem Hörgerät zugeordnet ist, sodass ein individuelles Hördefizit des Nutzers ausgeglichen wird. Vorzugsweise ist die Verarbeitung entsprechend eine Verstärkung. Die Signalverarbeitung gibt als Ergebnis ein elektrisches Ausgangssignal aus, welches dann über einen Hörer des Hörgeräts an den Nutzer ausgegeben wird, z.B. wieder als Schallsignal, welches vom Hörer aus dem Ausgangssignal erzeugt wird.

[0021] Alternativ ist das Hörgerät lediglich ein Kopfhörer und weist dann vorzugsweise zur gezielten Unterdrückung von Störgeräuschen eine Störgeräuschunterdrückung auf, welche entsprechend von der verbesserten Erkennung von Störgeräuschen profitiert.

[0022] Die genaue Ausgestaltung des Detektors ist zunächst nicht relevant, wichtiger ist, dass dieser im oberen Frequenzbereich arbeitet und dort nach einem Störgeräusch sucht. Grundsätzlich ist ein herkömmlicher Detektor geeignet, welcher ansonsten auf dem unteren Frequenzbereich genutzt würde, nun aber stattdessen den oberen Frequenzbereich überwacht. Eine Beschränkung des Detektors auf den oberen Frequenzbereich ergibt sich beispielsweise dadurch, dass der Detektor ausschließlich den oberen Frequenzbereich überwacht oder dass dem Detektor lediglich der obere Frequenzbereich zugeführt wird.

[0023] In einer geeigneten Ausgestaltung weist das

Hörgerät eine Filterbank auf, welche das Eingangssignal auf mehrere Kanäle aufteilt, welche jeweils einem Frequenzband zugeordnet sind. Die Filterbank ist entweder in die Signalverarbeitung integriert oder separat von dieser ausgebildet. Die Filterbank weist eine Vielzahl an Kanälen auf, insbesondere wenigstens drei, typischerweise jedoch eine zweistellige Anzahl. Eine erste Teilanzahl der Kanäle bildet dann den unteren Frequenzbereich und eine zweite, andere Teilanzahl der Kanäle bildet analog den oberen Frequenzbereich, welcher dann dem Detektor zugeführt wird. Unabhängig davon ist eine Filterbank auch zur Unterdrückung des Störgeräusches vorteilhaft, denn dann ist die Verstärkung gezielt in jedem einzelnen Kanal einstellbar, sodass genau solche Komponenten, welche zu einem Störgeräusch gehören, gezielt reduziert werden. Möglich ist auch eine Ausgestaltung, bei welcher die Filterbank auf den unteren Frequenzbereich beschränkt ist und der obere Frequenzbereich an der Filterbank vorbei zum Detektor geführt wird.

[0024] Zweckmäßigerweise ist der Detektor ein Impulsdetektor, vorzugsweise ein gradientenbasierter Impulsdetektor. Für einen gradientenbasierten Impulsdetektor. Ein solcher zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass dieser ein transientes und/oder impulsartiges Störgeräusch aufgrund eines bestimmten zeitlichen Anstiegs der Amplitude erkennt.

[0025] In einer geeigneten Ausgestaltung ist der Detektor als Pegeldetektor ausgebildet und erkennt dadurch das Störgeräusch als solches, falls dessen Amplitude im oberen Frequenzbereich eine Mindestamplitude überschreitet. Die Mindestamplitude ist abhängig von der individuellen Präferenz und dem Hördefizit des Nutzers und zweckmäßigerweise durch diesen einstellbar. Der Detektor schlägt somit bei Überschreiten der Mindestamplitude im oberen Frequenzbereich an und erkennt dadurch ein Störgeräusch. Die Mindestamplitude ist insbesondere geringer gewählt (z.B. halb so groß) als eine Mindestamplitude, welche für einen Detektor gewählt würde, welcher den unteren Frequenzbereich überwacht.

[0026] Alternativ oder zusätzlich ist der Detektor geeigneterweise als ein Gradientendetektor ausgebildet und erkennt dadurch das Störgeräusch als solches, falls dessen Amplitude im oberen Frequenzbereich während eines vordefinierten Zeitintervalls eine Mindeständerung vollzieht. Der Gradientendetektor überwacht demnach, wie stark sich die Amplitude über einen vordefiniertes Zeitintervall ändert (z.B. ansteigt), sodass der Detektor nur dann anschlägt, wenn die Amplitude während dieses vordefinierten Zeitintervalls wenigstens eine Mindeständerung (d.h. eine Mindestamplitudenänderung) durchführt. Das vordefinierte Zeitintervall ist insbesondere abhängig von einer Abtastrate für das Eingangssignal im Hörgerät und liegt beispielsweise im Bereich von 1 ms bis 20 ms. Die Mindeständerung ist ebenso individuell wie die Mindestamplitude, die obigen Ausführungen hierzu gelten analog.

[0027] Geeignet ist auch eine Ausgestaltung, bei wel-

cher der Detektor alternativ oder zusätzlich als sein Wavelet-Detektor ausgebildet ist und dadurch das Störgeräusch als solches anhand von dessen spektraler Form erkennt. Die spektrale Form ist insbesondere der frequenzabhängige Amplitudenverlauf des Störgeräusches. Zur Erkennung des Störgeräusches ist ein Wavelet vorgegeben, welches eine Idealform der spektralen Form ist und welches dann mit dem tatsächlichen Störgeräusch verglichen wird, insbesondere indem das Wavelet mit dem Störgeräusch korreliert wird. Je mehr das Wavelet mit dem Störgeräusch korreliert, desto mehr entspricht das Störgeräusch dem Wavelet. Dies ist im Grunde ähnlich zu einem Bildvergleich. Auf diese Weise können gezielt spezifische Störgeräusche, deren spektrale Form grundsätzlich bekannt ist, gesucht und erkannt werden. Als Wavelet wird beispielsweise ein einfacher Impuls verwendet.

[0028] Ein zweiter Detektor für den unteren Frequenzbereich wird vorliegend nicht zwingend zusätzlich verwendet, ist aber ergänzend zum hier beschriebenen ersten Detektor für den oberen Frequenzbereich vorteilhaft, z.B. um schmalbandige Störgeräusche im unteren Frequenzbereich zu erkennen, was mit dem hier beschriebenen Detektor insbesondere nicht möglich ist. Entsprechend weist dann der zweite Detektor für den unteren Frequenzbereich in einer Ausgestaltung als Pegeldetektor eine höhere Mindestamplitude auf als der Detektor für den oberen Frequenzbereich. Aufgrund der eingangs geschilderten Problematik ist zur Erkennung von Störgeräuschen im unteren Frequenzbereich eine Mindestamplitude erforderlich, welche größer ist als die übliche oder maximal erreichbare Amplitude von Nutzgeräuschen im unteren Frequenzbereich. Da im oberen Frequenzbereich keine oder nur wenige Nutzgeräusche vorhanden sind, ist hier eine entsprechend geringere Mindestamplitude möglich und auch vorteilhaft, da dann auch leise Störgeräusche besser erkannt werden. Im Übrigen gelten die Ausführungen zum ersten Detektor analog auch für den optionalen, zweiten Detektor.

[0029] Wie bereits angedeutet, ist das Störgeräusch, welches mit dem Detektor erkennbar ist, bevorzugterweise ein transientes und/oder impulsartiges Störgeräusch. Ein solches Störgeräusch ist breitbandig und weist damit regelmäßig Komponenten im oberen Frequenzbereich auf (und typischerweise zugleich auch im unteren Frequenzbereich), ist dort also mit dem Detektor erkennbar. Gleichzeitig sind solche Störgeräusche häufig leise, d.h. derart leise, dass diese auf dem unteren Frequenzbereich nicht unbedingt zuverlässig erkennbar sind.

[0030] In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist oder wird das Störgeräusch durch klirrendes Geschirr und/oder Besteck erzeugt. Aus diesem Erzeugungsmechanismus ergibt sich ein bestimmtes Frequenzspektrum für das Störgeräusch, d.h. das Störgeräusch weist im Frequenzraum betrachtet ein charakteristisches Profil auf, nämlich ein breites Spektrum sowie eine geringe Amplitude, denn das Störgeräusch ist ein leises, tran-

sientes und/oder impulsartiges Störgeräusch. Das charakteristische Profil im Frequenzraum wurde oben bereits im Zusammenhang mit einem Wavelet-Detektor erwähnt und dort als spektrale Form bezeichnet, beide Bezeichnungen sind äquivalent zueinander.

[0031] Im Detail ist das Profil (d.h. die spektrale Form) des Störgeräuschs jedoch von untergeordneter Bedeutung, wichtiger ist die Impulshaftigkeit des Störgeräuschs. Solche Störgeräusche sind oft sehr laut und dennoch schwierig zu detektieren, da im Frequenzbereich eines Hörgeräts (z.B. 100 Hz bis 10 kHz) auch andere transiente und/oder impulsartige Geräusche vorkommen, die kein Störgeräusch sind, sondern Nutzgeräusche (z.B. Plosive in Sprache) und nicht unterdrückt werden sollten. Wichtig ist demnach vorrangig die Unterscheidung von gewollten und ungewollten transienten und/oder impulsartigen Geräuschen, d.h. von transienten und/oder impulsartigen Nutzgeräuschen einerseits und transienten und/oder impulsartigen Störgeräuschen andererseits.

[0032] Wie bereits weiter oben erwähnt wurde, ist der obere Frequenzbereich vorzugsweise kein Teil des Arbeitsbereichs des Hörgeräts. Hierzu ist in einer geeigneten Ausgestaltung der untere Frequenzbereich ein Arbeitsbereich der Signalverarbeitung, sodass die Verarbeitung des Eingangssignals durch die Signalverarbeitung auf den unteren Frequenzbereich beschränkt ist. Insbesondere sind hierzu der Arbeitsbereich und der untere Frequenzbereich identisch. Die Verarbeitung ist vorzugsweise eine Verstärkung. Die Signalverarbeitung verarbeitet, vorzugsweise verstärkt, demnach den oberen Frequenzbereich nicht, dieser wird nur für den Detektor und gegebenenfalls andere, hier nicht weiter relevante Funktionen des Hörgeräts verwendet. Eine Verstärkung mit dem Ziel eines Ausgleichs eines Hördefizits des Nutzers erfolgt im oberen Frequenzbereich gerade nicht, sondern ausschließlich im Arbeitsbereich.

[0033] Alternativ oder zusätzlich ist ein Sprachfrequenzbereich vollständig oder wenigstens überwiegend (d.h. insbesondere zu wenigstens 90%) von dem unteren Frequenzbereich umfasst. Der Sprachfrequenzbereich gibt insbesondere genau denjenigen Frequenzbereich an, innerhalb dessen Sprache liegt. Der Sprachfrequenzbereich reicht beispielsweise von 100 Hz bis 4 kHz, bis 6 kHz, bis 8 kHz oder bis 12 kHz, die höheren Obergrenzen gelten insbesondere dann, wenn Obertöne mit berücksichtigt werden. Die genaue Definition des Sprachfrequenzbereichs ist zunächst jedoch nicht von Bedeutung, wichtiger ist, dass Sprache weit überwiegend oder vollständig vom unteren Frequenzbereich umfasst ist und entsprechend nicht oder nur vernachlässigbar im oberen Frequenzbereich vorhanden ist.

[0034] Zweckmäßigerweise ist der Sprachfrequenzbereich vollständig vom Arbeitsbereich umfasst. Möglich und geeignet ist auch eine Ausgestaltung, bei welcher der Arbeitsbereich und der Sprachfrequenzbereich dieselbe Obergrenze und/oder Untergrenze aufweisen. Denkbar sind aber auch Ausgestaltungen, bei welchen

der Arbeitsbereich größer oder kleiner ist als der Sprachfrequenzbereich. Speziell in einer Ausgestaltung, bei welcher der Arbeitsbereich auch den oberen Frequenzbereich umfasst, ist der Arbeitsbereich dann größer als der Sprachfrequenzbereich, welcher sich vorzugsweise auf den unteren Frequenzbereich oder weniger beschränkt.

[0035] Geeigneterweise weist der obere Frequenzbereich eine Obergrenze auf, welche wenigstens einer Obergrenze des bereits genannten Sprachfrequenzbereichs entspricht. Damit ist sichergestellt, dass im oberen Frequenzbereich keine Fehldetektion von Sprache als transientes und/oder impulsartiges Störgeräusch erfolgt.

[0036] Bevorzugterweise weist der untere Frequenzbereich eine Obergrenze von 12 kHz, 8 kHz, 6 kHz oder 4 kHz auf. Diese Obergrenze ist zugleich vorzugsweise, jedoch nicht zwingend eine Untergrenze des oberen Frequenzbereichs. Der Obergrenze von 12 kHz liegt die Überlegung zugrunde, dass dann Sprache vollständig im unteren Frequenzbereich liegt und damit eine Falscherkennung von Störgeräuschen mit dem Detektor auf dem oberen Frequenzbereich vermieden wird. Weiter weisen typische Hörgeräte aus dem gleichen Grund regelmäßig einen Arbeitsbereich mit einer Obergrenze von 12 kHz auf. Der untere Frequenzbereich weist auch eine Untergrenze auf, deren genauer Wert hier nicht relevant ist. Geeignet ist z.B. eine Untergrenze von 20 Hz.

[0037] Der obere Frequenzbereich weist eine Obergrenze auf, welche geeigneterweise durch eine technische Randbedingung des Hörgeräts definiert ist, insbesondere einen begrenzten Frequenzumfang der Filterbank und/oder einer begrenzten Abtastrate (d.h. sampling rate) eines A/D-Konverters (d.h. Analog-zu-Digital-Konverter), welcher das Eingangssignal vom Mikrofon digitalisiert. In einer bevorzugten Ausgestaltung weist der obere Frequenzbereich eine Untergrenze von 12 kHz und/oder eine Obergrenze von 16 kHz auf. Die Untergrenze ergibt sich insbesondere aus den gleichen Überlegungen wie die Obergrenze des unteren Frequenzbereichs. Der genaue Wert der Obergrenze ist aber grundsätzlich nicht relevant und ergibt sich in einer geeigneten Ausgestaltung ganz allgemein aus technischen Randbedingungen des Hörgeräts. Die hier genannte Obergrenze von 16 kHz ergibt sich insbesondere aus üblichen technischen Randbedingungen des Hörgeräts, insbesondere einer Abtastrate von 32 kHz eines A/D-Konverters des Hörgeräts.

[0038] In einer geeigneten Ausgestaltung weist das Hörgerät einen A/D-Konverter auf, zur Digitalisierung des Eingangssignals, und der obere Frequenzbereich weist eine Obergrenze auf, welche höchstens der Hälfte einer Abtastrate des A/D-Konverters entspricht. Der obere Frequenzbereich ergibt sich somit durch eine technische Randbedingung, welche durch den A/D-Konverter vorgegeben ist. Je nach Auslegung des Hörgeräts ergibt sich dann für den oberen Frequenzbereich eine entsprechende Obergrenze. In einer geeigneten Ausgestaltung weist der A/D-Konverter eine Abtastrate von 32 kHz auf,

sodass die Obergrenze höchsten 16 kHz entspricht. Die Abtastrate ist dabei insbesondere eine tatsächlich eingestellte Abtastrate des A/D-Konverters, d.h. diejenige Abtastrate, welche tatsächlich eingestellt ist. Beispielsweise weist der A/D-Konverter an sich eine deutlich höhere, mögliche Abtastrate z.B. von mehreren MHz auf, wird jedoch als überabtastender A/D-Konverter betrieben (d.h. als "oversampled A/D-converter") mit einer deutlich geringeren, tatsächlich eingestellten Abtastrate von 32 kHz. Die Abtastrate, speziell die tatsächlich eingestellte Abtastrate bei einem überabtastenden A/D-Konverter, unterliegt zudem regelmäßig einer Toleranz, welche sich insbesondere aufgrund einerseits einer Abweichung einer Schwingfrequenz eines Quarzkristalls zur Taktung des A/D-Konverters von einer Idealfrequenz und andererseits einer mehrfachen Division insbesondere durch 2 der Schwingfrequenz bis zur tatsächlich eingestellten Abtastrate ergibt. Mit anderen Worten: eine tatsächlich eingestellte Abtastrate von 32 kHz entspricht real einer Abtastrate von 32 kHz plusminus einer Toleranz von z.B. 5%.

[0039] Das erfindungsgemäße Verfahren dient zum Betrieb eines Hörgeräts, insbesondere eines Hörgeräts wie zuvor beschrieben. Das Hörgerät weist ein Mikrofon, eine Signalverarbeitung und einen Detektor auf. Bei dem Verfahren, d.h. im Betrieb des Hörgeräts, werden mittels des Mikrofons innerhalb eines Gesamtfrequenzbereichs Schallsignale aufgenommen und in ein Eingangssignal umgewandelt. Weiter wird mittels der Signalverarbeitung das Eingangssignal ausschließlich oder wenigstens innerhalb eines unteren Frequenzbereichs verarbeitet, welcher ein Teil des Gesamtfrequenzbereichs ist. Mittels des Detektors wird dann ein Störgeräusch erkannt, welches Frequenzanteile sowohl innerhalb des unteren Frequenzbereichs aufweist als auch außerhalb desselben, nämlich in einem oberen Frequenzbereich oberhalb des unteren Frequenzbereichs, wobei der Detektor das Störgeräusch anhand von dessen Frequenzanteil im oberen Frequenzbereich erkennt. Vorteile und bevorzugte Weiterbildungen ergeben sich aus dem bereits Gesagten. Zweckmäßigerweise wird das Störgeräusch im Eingangssignal unterdrückt und das Eingangssignal über einen Hörer ausgegeben.

[0040] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen jeweils schematisch:

Fig. 1 ein Hörgerät,

Fig. 2 ein Frequenzspektrum,

Fig. 3 ein anderes Frequenzspektrum,

Fig. 4 einen Ausschnitt des Frequenzspektrums aus Fig. 3.

[0041] In Fig. 1 ist ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Hörgeräts 2 gezeigt. Dieses weist we-

nigstens ein Mikrofon 4 auf, welches ausgebildet ist, innerhalb eines Gesamtfrequenzbereichs F_g Schallsignale 6 aufzunehmen und in ein Eingangssignal 8 umzuwandeln. Weiter weist das Hörgerät 2 eine Signalverarbeitung 10 auf, zur Verarbeitung des Eingangssignals 8 innerhalb eines unteren Frequenzbereichs F_u , welcher ein Teil des Gesamtfrequenzbereichs F_g ist. Somit weist das Hörgerät 2 einen Arbeitsbereich F_a auf, welcher wenigstens und im hier gezeigten Ausführungsbeispiel sogar ausschließlich den unteren Frequenzbereich F_u enthält. Weiter weist das Hörgerät 2 einen Detektor 12 auf, zur Erkennung eines Störgeräusches 14, welches Frequenzanteile sowohl innerhalb des unteren Frequenzbereichs F_u aufweist als auch außerhalb desselben, nämlich in einem oberen Frequenzbereich F_o oberhalb des unteren Frequenzbereichs F_u . Dies ist in Fig. 2 illustriert, welche beispielhaft ein Spektrum des Eingangssignals 8 zeigt, d.h. dessen Amplitude A als Funktion der Frequenz F . Dabei sind der besseren Übersichtlichkeit halber das Störgeräusch 14 und das Nutzgeräusch 16 getrennt gezeigt, wobei aber klar ist, dass diese zum Eingangssignal 8 vermischt sind, gegebenenfalls mit weiteren Nutzgeräuschen und/oder Störgeräuschen, welche der Übersichtlichkeit halber nicht explizit dargestellt sind. Weiter ist das Hörgerät 2 derart ausgebildet, dass der Detektor 12 das Störgeräusch 14 anhand von dessen Frequenzanteil im oberen Frequenzbereich F_o erkennt.

[0042] Vorliegend schließt sich der obere Frequenzbereich F_o unmittelbar an den unteren Frequenzbereich F_u an, dies ist aber nicht zwingend. Der obere Frequenzbereich F_o und der untere Frequenzbereich F_u überlappen im gezeigten Ausführungsbeispiel auch nicht. Der obere Frequenzbereich F_o ist hier zudem kein Teil des Arbeitsbereichs F_a , dies ist jedoch an sich nicht zwingend, sodass auch eine Ausgestaltung möglich ist, bei welcher der Arbeitsbereich F_a auch den oberen Frequenzbereich F_o ganz oder teilweise enthält. Der obere Frequenzbereich F_o ist vor allem dadurch charakterisiert, dass in diesem weniger Nutzgeräusche 16 vorliegen und/oder zu erwarten sind als in dem unteren Frequenzbereich F_u , wie auch beispielhaft in Fig. 2 erkennbar ist. Außerhalb des unteren Frequenzbereichs F_u ist auch der Anteil an Sprache (welche ein Nutzgeräusch 16 ist) regelmäßig besonders gering.

[0043] Schallsignale 6 im Allgemeinen und Störgeräusche 14 im Speziellen sind nicht auf den Arbeitsbereich F_a des Hörgeräts 2 beschränkt, sondern können auch außerhalb davon liegen. Besonders transiente und/oder impulsartige Störgeräusche 14 sind breitbandig und überspannen somit einen breiten Frequenzbereich, weisen also auch hochfrequente Komponenten auf, welche regelmäßig außerhalb des Arbeitsbereichs F_a liegen, wie in Fig. 2 für das dort gezeigte Störgeräusch 14 deutlich wird (die Begriffe "Komponente" und "Frequenzanteil" werden allgemein als äquivalent angesehen und austauschbar verwendet). Die Erkennung solcher Störgeräusche 14 ist besonders dann wenig zuverlässig, wenn die Erkennung bei niedrigen Frequenzen erfolgt,

z.B. im Arbeitsbereich Fa des Hörgeräts 2, wo häufig zusätzlich noch andere stationäre und nicht-stationäre Störgeräusche (in Fig. 2 nicht explizit gezeigt) vorhanden sind, welche häufig auch lauter sind, d.h. eine höhere Amplitude A aufweisen. Zusätzlich können auch nicht-stationäre Komponenten von Sprache zu Falscherkennungen führen, d.h. Sprache, welche tatsächlich ein Nutzgeräusch 16 ist, wird fälschlicherweise als Störgeräusch 14 erkannt.

[0044] Es wurde jedoch beobachtet, dass die Amplitude A hochfrequenter Störgeräusche 14 häufig geringer ist als die Amplitude A von niederfrequenten Störgeräuschen 14, welche typischerweise innerhalb des Arbeitsbereichs Fa liegen. Beispielsweise erzeugen in einem Restaurant oder einer Kantine Besteck und Geschirr beim Aneinanderschlagen ein klirrendes Störgeräusch 14, welches ein leises, transientes und/oder impulsartiges Störgeräusch 14 ist und dabei auch eine hochfrequente Komponente aufweist, welche regelmäßig außerhalb des Arbeitsbereichs Fa liegt, wie beispielhaft in Fig. 2 gezeigt ist. Speziell solche Störgeräusche 14 werden nun mittels des Hörgeräts 2 besser erkannt, da im oberen Frequenzbereich Fo auch leise Störgeräusche 14 erkannt werden. Dabei ist das Risiko von Falscherkennungen reduziert, da im oberen Frequenzbereich Fo keine oder nur wenig Nutzgeräusche 16 zu erwarten sind, denn diese befinden sich überwiegend oder ausschließlich im unteren Frequenzbereich Fu, wie ebenfalls beispielhaft in Fig. 2 erkennbar ist. Somit werden vorliegend leise, transiente und/oder impulsartige Störgeräusche 14 erkannt, speziell durch eine Überwachung des oberen Frequenzbereichs Fo. Ein transientes und/oder impulsartiges Störgeräusch 14 wird demnach anhand seines Frequenzanteils außerhalb des unteren Frequenzbereichs Fu erkannt. Dabei wird ausgenutzt, dass das Störgeräusch 14 breitbandig ist und Frequenzanteile sowohl im unteren als auch im oberen Frequenzbereich Fu, Fo aufweist.

[0045] Eine Unterdrückung des Störgeräuschs 14 erfolgt beispielsweise mittels der Signalverarbeitung 10 und dann gegebenenfalls lediglich innerhalb des unteren Frequenzbereichs Fu und nicht notwendigerweise im oberen Frequenzbereich Fo.

[0046] Das hier gezeigte Hörgerät 2 dient zur Versorgung eines hörgeschädigten Nutzers, d.h. eines Nutzers mit einem Hördefizit. Hierzu weist das Hörgerät 2 das oben bereits genannte Mikrofon 4 auf, welches Schallsignale 6 aus der Umgebung aufnimmt und das elektrische Eingangssignal 8 erzeugt. Dieses wird zur Verarbeitung (hier speziell Verstärkung) der ebenfalls bereits genannten Signalverarbeitung 10 zugeführt, welche hier auch ein Teil einer Steuereinheit 18 des Hörgeräts 2 ist. Die Verarbeitung erfolgt anhand eines individuellen Audiogramms des Nutzers, welcher dem Hörgerät 2 zugeordnet ist, sodass ein individuelles Hördefizit des Nutzers ausgeglichen wird. Die Signalverarbeitung 10 gibt als Ergebnis ein elektrisches Ausgangssignal 20 aus, welches dann über einen Hörer 22 des Hörgeräts 2 an den Nutzer

ausgegeben wird. In einer nicht gezeigten Alternative ist das Hörgerät 2 lediglich ein Kopfhörer und weist dann beispielsweise zur gezielten Unterdrückung von Störgeräuschen 14 eine Störgeräuschunterdrückung auf, welche entsprechend von der hier beschriebenen Erkennung von Störgeräuschen 14 profitiert.

[0047] Die genaue Ausgestaltung des Detektors 12 ist hier nicht relevant, wichtiger ist, dass dieser im oberen Frequenzbereich Fo arbeitet und dort nach einem Störgeräusch 14 sucht. Grundsätzlich ist ein herkömmlicher Detektor 12 geeignet, welcher ansonsten auf dem unteren Frequenzbereich Fu genutzt würde, nun aber stattdessen den oberen Frequenzbereich Fo überwacht. Eine Beschränkung des Detektors 12 auf den oberen Frequenzbereich Fo ergibt sich beispielsweise dadurch, dass der Detektor 12 ausschließlich den oberen Frequenzbereich Fo überwacht oder dass dem Detektor 12 lediglich der obere Frequenzbereich Fo zugeführt wird.

[0048] In der hier beispielhaft gezeigten Ausgestaltung weist das Hörgerät 2 eine Filterbank 24 auf, welche das Eingangssignal 8 auf mehrere Kanäle aufteilt, welche jeweils einem Frequenzband zugeordnet sind. Die Filterbank 24 ist hier separat zur Signalverarbeitung 10 ausgebildet, alternativ jedoch in diese integriert. Die Filterbank 24 weist eine Vielzahl an Kanälen auf, insbesondere wenigstens drei, typischerweise jedoch eine zweistellige Anzahl. Eine erste Teilanzahl der Kanäle bildet dann den unteren Frequenzbereich Fu und eine zweite, andere Teilanzahl der Kanäle bildet analog den oberen Frequenzbereich Fo, welcher dann dem Detektor 12 zugeführt wird. Unabhängig davon ist eine Filterbank 24 auch zur Unterdrückung des Störgeräuschs 14 vorteilhaft, denn dann ist die Verstärkung gezielt in jedem einzelnen Kanal einstellbar, sodass genau solche Komponenten, welche zu einem Störgeräusch 14 gehören, gezielt reduziert werden. Möglich ist auch eine Ausgestaltung, bei welcher die Filterbank 24 auf den unteren Frequenzbereich Fu beschränkt ist und der obere Frequenzbereich Fo an der Filterbank 24 vorbei zum Detektor 12 geführt wird. Dies ist in Fig. 1 der Fall, gemäß welcher das Eingangssignal 8 insgesamt dem Detektor 12 zugeführt wird, welcher dann zur Unterdrückung eines Störgeräuschs die Signalverarbeitung 10 steuert. Alternativ oder zusätzlich steuert der Detektor 12 - wie bereits angedeutet - zur Unterdrückung die Filterbank 24. Weiter wird in einer nicht gezeigten Variante - wie ebenfalls bereits angedeutet - dem Detektor 12 nicht das Eingangssignal 8 insgesamt zugeführt, sondern lediglich der obere Frequenzbereich Fo aus der Filterbank 24.

[0049] Vorliegend ist der Detektor 12 beispielhaft als Pegeldetektor ausgebildet und erkennt dadurch das Störgeräusch 14 als solches, falls dessen Amplitude A im oberen Frequenzbereich Fo eine Mindestamplitude M überschreitet. Bei Überschreiten der Mindestamplitude M im oberen Frequenzbereich Fo schlägt der Detektor 12 an und erkennt dadurch ein Störgeräusch 14. Die Mindestamplitude M ist dabei geringer gewählt (z.B. halb so groß) als eine Mindestamplitude M, welche für einen De-

tektor gewählt würde, welcher den unteren Frequenzbereich Fu überwacht. Ein solcher Detektor für den unteren Frequenzbereich Fu wird vorliegend nicht verwendet, ist aber in einer nicht gezeigten Alternative ergänzend zum hier beschriebenen Detektor 12 für den oberen Frequenzbereich Fo vorhanden, z.B. um schmalbandige Störgeräusche im unteren Frequenzbereich Fu zu erkennen, was mit dem hier beschriebenen Detektor 12 nicht möglich ist. Entsprechend weist dann der Detektor für den unteren Frequenzbereich Fu eine höhere Mindestamplitude M auf als der Detektor 12 für den oberen Frequenzbereich Fo. Zur Erkennung von Störgeräuschen 14 im unteren Frequenzbereich Fu ist jedoch eine Mindestamplitude M erforderlich, welche größer ist als die übliche oder maximal erreichbare Amplitude A von Nutzgeräuschen 16 im unteren Frequenzbereich Fu, wie aus Fig. 2 erkennbar ist. Da im oberen Frequenzbereich Fo keine oder nur wenige Nutzgeräusche 16 vorhanden sind, ist hier eine entsprechend geringere Mindestamplitude M möglich und auch leise Störgeräusche 14 werden erkannt.

[0050] Der Detektor 12 ist beispielsweise ein gradientenbasierter Impulsdetektor. Auch eine Ausgestaltung als Gradientendetektor oder Wavelet-Detektor ist möglich, ebenso eine Kombination der hier und weiter oben genannten Ausgestaltungen.

[0051] Wie bereits erwähnt wurde, ist der obere Frequenzbereich Fo in der gezeigten Ausgestaltung kein Teil des Arbeitsbereichs Fa des Hörgeräts 2. Hierzu ist der untere Frequenzbereich Fu ein Arbeitsbereich Fa der Signalverarbeitung 10, sodass die Verarbeitung des Eingangssignals 8 durch die Signalverarbeitung 10 auf den unteren Frequenzbereich Fu beschränkt ist. Die Signalverarbeitung 10 verarbeitet demnach den oberen Frequenzbereich Fo nicht, dieser wird nur für den Detektor 12 und gegebenenfalls andere, hier nicht weiter relevante Funktionen des Hörgeräts 2 verwendet. Dabei ist es irrelevant, ob die Filterbank 24 lediglich den unteren Frequenzbereich Fu an die Signalverarbeitung 10 übergibt, oder ob die Signalverarbeitung 10 den oberen Frequenzbereich Fu aus dem Signal der Filterbank 24 verwirft oder einfach unverarbeitet lässt. Eine Verstärkung mit dem Ziel eines Ausgleichs eines Hördefizits des Nutzers erfolgt im oberen Frequenzbereich Fo gerade nicht.

[0052] In Fig. 2 ist weiterhin ein Sprachfrequenzbereich Fs gezeigt, welcher im vorliegenden Beispiel vollständig von dem unteren Frequenzbereich Fu umfasst. Der Sprachfrequenzbereich Fs gibt denjenigen Frequenzbereich an, innerhalb dessen Sprache liegt. Der Sprachfrequenzbereich Fs reicht vorliegend von 100 Hz bis 4 kHz oder bis 12 kHz, wenn Obertöne mit berücksichtigt werden. Vorliegend ist der Sprachfrequenzbereich Fs vollständig vom Arbeitsbereich Fa umfasst. Möglich ist aber auch eine nicht gezeigte, alternative Ausgestaltung, bei welcher der Arbeitsbereich Fa und der Sprachfrequenzbereich Fs dieselbe Obergrenze und/oder Untergrenze aufweisen. Denkbar sind auch Ausgestaltungen, bei welchen der Arbeitsbereich Fa grö-

ßer oder kleiner ist als der Sprachfrequenzbereich Fs. Speziell in einer Ausgestaltung, bei welcher der Arbeitsbereich Fa auch den oberen Frequenzbereich Fo umfasst, ist der Arbeitsbereich Fa dann größer als der Sprachfrequenzbereich Fs.

[0053] Der untere Frequenzbereich Fu weist beispielsweise eine Obergrenze 26 von 12 kHz auf. Diese Obergrenze 26 ist hier zugleich, jedoch nicht zwingend, eine Untergrenze 28 des oberen Frequenzbereichs Fo.

[0054] Der obere Frequenzbereich Fo weist eine Obergrenze 30 auf, welche vorliegend durch eine technische Randbedingung des Hörgeräts 2 definiert ist, z.B. einen begrenzten Frequenzumfang der Filterbank 24 und/oder einer begrenzten Abtastrate (d.h. sampling rate) eines A/D-Konverters 32 (d.h. Analog-zu-Digital-Konverter), welcher das Eingangssignal 8 vom Mikrofon 4 digitalisiert. In der hier gezeigten Ausgestaltung weist der obere Frequenzbereich Fo eine Untergrenze 28 von 12 kHz und eine Obergrenze 30 von 16 kHz auf. Die Untergrenze 28 ergibt sich aus den gleichen Überlegungen wie die Obergrenze 26 des unteren Frequenzbereichs Fu. Die Obergrenze 30 von 16 kHz ergibt sich hier aus der technischen Randbedingungen einer Abtastrate von 32 kHz des A/D-Konverters 32.

[0055] Zur weiteren Illustration zeigt Fig. 3 ein Frequenzspektrum in einer beispielhaften Umgebung, hier einer Kantine. Dabei ist die Frequenz F in vertikaler Richtung aufgetragen und die Zeit T in horizontaler Richtung. Die Amplitude A für eine jeweilige Frequenz F zu einer gegebenen Zeit T ist in Graustufen dargestellt, wobei gilt: je heller/weißer, desto größer die Amplitude A und umgekehrt, je dunkler/schwärzer, desto geringer die Amplitude A. In Fig. 3 ist der obere Frequenzbereich Fo zur Kennzeichnung umrahmt, der untere Frequenzbereich Fu schließt sich unmittelbar unterhalb des oberen Frequenzbereichs Fo an diesen an. Der Rahmen enthält den Frequenzbereich von 11 kHz bis 16 kHz. In Fig. 4 ist dieser Frequenzbereich innerhalb des Rahmens aus Fig. 3 vergrößert dargestellt, wodurch die Struktur des oberen Frequenzbereichs Fo deutlicher erkennbar ist. Deutlich sichtbar sind zahlreiche helle, vertikale Streifen, d.h. hohe Amplituden A für lediglich kurze Zeiten T, welche sich durch impulsartige und/oder Störgeräusche 14 ergeben.

Bezugszeichenliste

[0056]

2	Hörgerät
4	Mikrofon
6	Schallsignal
8	Eingangssignal
10	Signalverarbeitung
12	Detektor
14	Störgeräusch
16	Nutzgeräusch
18	Steuereinheit
20	Ausgangssignal

22 Hörer
 24 Filterbank
 26 Obergrenze (des unteren Frequenzbereichs)
 28 Untergrenze (des oberen Frequenzbereichs)
 30 Obergrenze (des oberen Frequenzbereichs)
 32 A/D-Konverter
 A Amplitude
 F Frequenz
 Fa Arbeitsbereich
 Fg Gesamtfrequenzbereich
 Fo oberer Frequenzbereich
 Fs Sprachfrequenzbereich
 Fu unterer Frequenzbereich
 M Mindestamplitude
 T Zeit

Patentansprüche

1. Hörgerät (2),

- welches wenigstens ein Mikrofon (4) aufweist, welches ausgebildet ist, innerhalb eines Gesamtfrequenzbereichs (Fg) Schallsignale (6) aufzunehmen und in ein Eingangssignal (8) umzuwandeln,
 - welches eine Signalverarbeitung (10) aufweist, zur Verarbeitung des Eingangssignals (8) innerhalb eines unteren Frequenzbereichs (Fu), welcher ein Teil des Gesamtfrequenzbereichs (Fg) ist,
 - welches einen Detektor (12) aufweist, zur Erkennung eines Störgeräusches (14), welches Frequenzanteile sowohl innerhalb des unteren Frequenzbereichs (Fu) aufweist als auch außerhalb desselben, nämlich in einem oberen Frequenzbereich (Fo) oberhalb des unteren Frequenzbereichs (Fu),

welches derart ausgebildet ist, dass der Detektor (12) das Störgeräusch (14) anhand von dessen Frequenzanteil im oberen Frequenzbereich (Fo) erkennt.

2. Hörgerät (2) nach Anspruch 1, wobei der Detektor (12) ein Impulsdetektor ist.

3. Hörgerät (2) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Detektor (12) als ein Pegeldetektor ausgebildet ist und dadurch das Störgeräusch (14) als solches, falls dessen Amplitude (A) im oberen Frequenzbereich (Fo) eine Mindestamplitude (M) überschreitet.

4. Hörgerät (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Detektor (12) als ein Gradientendetektor ausgebildet und erkennt dadurch das Störgeräusch (14) als solches, falls dessen Amplitude (A) im o-

beren Frequenzbereich (Fo) während eines vordefinierten Zeitintervalls eine Mindeständerung vollzieht.

5. Hörgerät (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Detektor (12) als ein Wavelet-Detektor ausgebildet ist und dadurch das Störgeräusch (14) als solches anhand von dessen spektraler Form erkennt.

6. Hörgerät (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Störgeräusch (14) ein transientes und/oder impulsartiges Störgeräusch (14) ist.

7. Hörgerät (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Störgeräusch (14) durch klirrendes Geschirr und/oder Besteck erzeugt ist.

8. Hörgerät (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der untere Frequenzbereich (Fu) ein Arbeitsbereich (Fa) der Signalverarbeitung (10) ist, sodass die Verarbeitung des Eingangssignals (8) durch die Signalverarbeitung (10) auf den unteren Frequenzbereich (Fu) beschränkt ist.

9. Hörgerät (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei ein Sprachfrequenzbereich (Fs) vollständig oder wenigstens überwiegend von dem unteren Frequenzbereich (Fu) umfasst ist.

10. Hörgerät (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der obere Frequenzbereich (Fo) eine Obergrenze (30) aufweist, welche wenigstens einer Obergrenze eines Sprachfrequenzbereichs (Fs) entspricht.

11. Hörgerät (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei der untere Frequenzbereich (Fu) eine Obergrenze (26) von 12 kHz aufweist.

12. Hörgerät (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei der obere Frequenzbereich (Fo) eine Untergrenze (28) von 12 kHz aufweist.

13. Hörgerät (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei der obere Frequenzbereich (Fo) und eine Obergrenze (30) von 16 kHz aufweist.

14. Hörgerät (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei dieses einen A/D-Konverter (32) aufweist, zur Digitalisierung des Eingangssignals (8), wobei der obere Frequenzbereich (Fo) eine Obergrenze (30) aufweist, welche höchstens der Hälfte einer Abtastrate des A/D-Konverters (32) entspricht.

15. Verfahren zum Betrieb eines Hörgeräts (2), welches wenigstens ein Mikrofon (4), eine Signalverarbeitung (10) und einen Detektor (12) aufweist,

- wobei mittels des Mikrofons (4) innerhalb eines Gesamtfrequenzbereichs (Fg) Schallsignale (6) aufgenommen und in ein Eingangssignal (8) umgewandelt werden, 5
- wobei mittels der Signalverarbeitung (10) das Eingangssignal (8) innerhalb eines unteren Frequenzbereichs (Fu) verarbeitet wird, welcher ein Teil des Gesamtfrequenzbereichs (Fg) ist, 10
- wobei mittels des Detektors (12) ein Störgeräusch (14) erkannt wird, welches Frequenzanteile sowohl innerhalb des unteren Frequenzbereichs (Fu) aufweist als auch außerhalb desselben, nämlich in einem oberen Frequenzbereich (Fo) oberhalb des unteren Frequenzbereichs (Fu), 15
- wobei der Detektor (12) das Störgeräusch (14) anhand von dessen Frequenzanteil im oberen Frequenzbereich (Fo) erkennt. 20

25

30

35

40

45

50

55

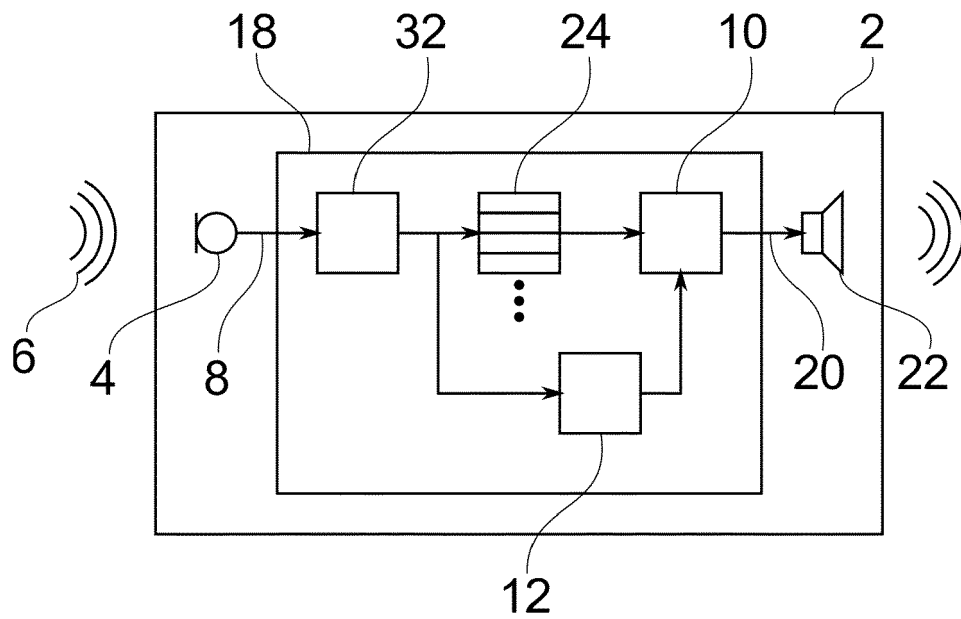


Fig. 1

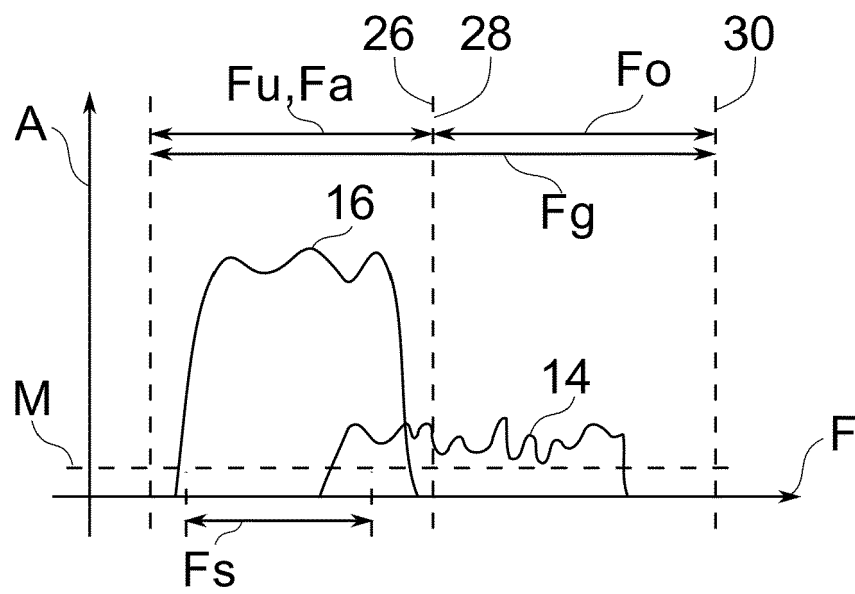


Fig. 2

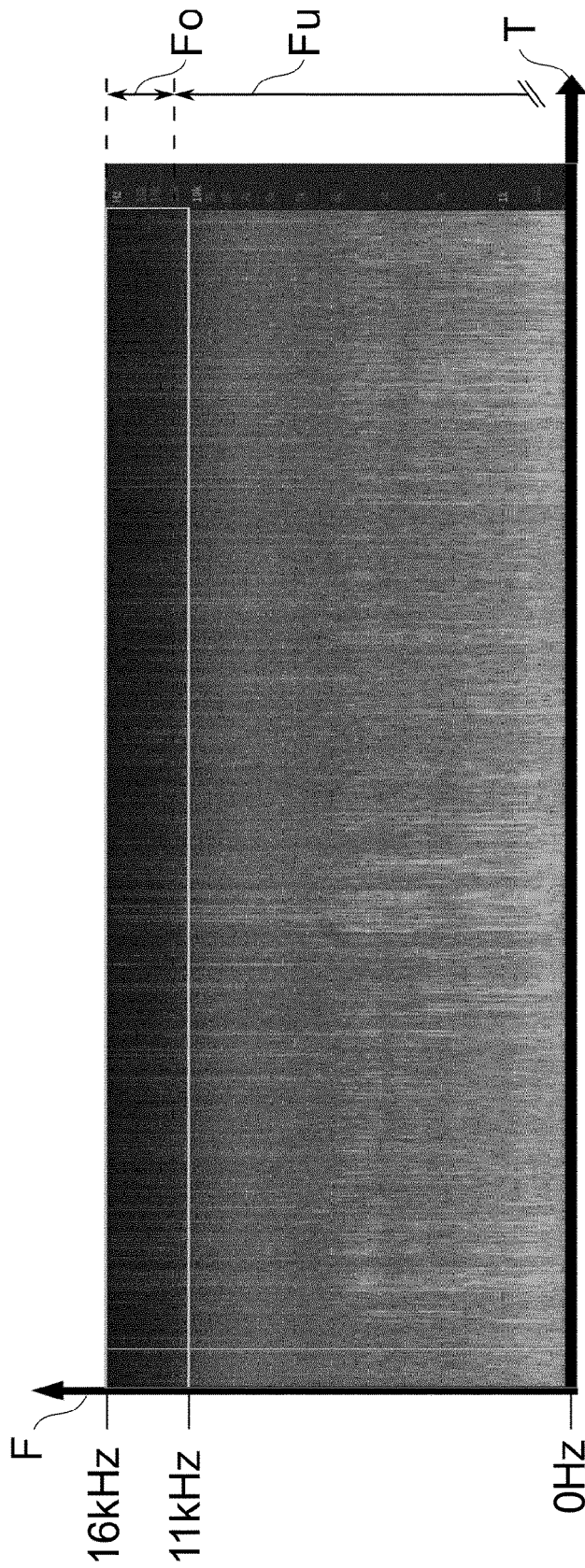


Fig. 3

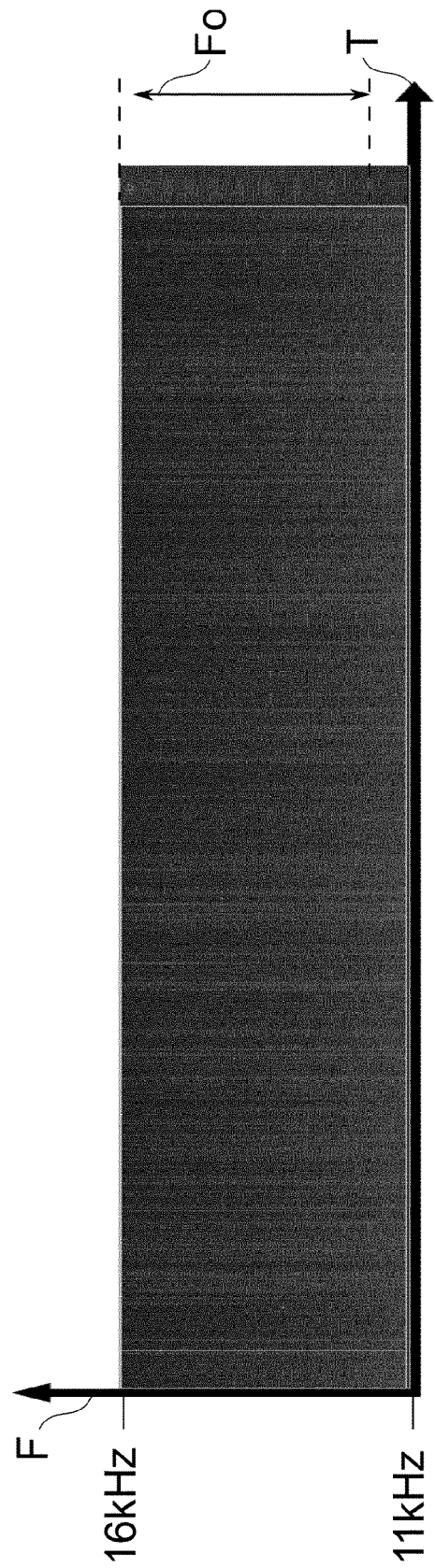


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 19 6748

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2015/005845 A1 (FRÜHAUF FLORIAN [AT] ET AL) 1. Januar 2015 (2015-01-01)	1-4, 6-15	INV. H04R25/00
Y	* Absätze [0005], [0018] - [0020], [0040] - [0052]; Abbildung 3 *	5	
Y	US 2015/181356 A1 (KRYSTEK PAUL N [US] ET AL) 25. Juni 2015 (2015-06-25) * Absätze [0042] - [0046] *	5	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H04R
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 14. Februar 2023	Prüfer Fruhmann, Markus
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			

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

EP 22 19 6748

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

14-02-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2015005845 A1	01-01-2015	AU 2013309151 A1	12-03-2015
		CN 104661700 A	27-05-2015
		EP 2887997 A1	01-07-2015
		ES 2660891 T3	26-03-2018
		KR 20150048187 A	06-05-2015
		PL 2887997 T3	30-04-2018
		US 2014058478 A1	27-02-2014
		US 2015005845 A1	01-01-2015
US 2015181356 A1	25-06-2015	WO 2014035854 A1	06-03-2014
		US 2015181356 A1	25-06-2015
		US 2015181357 A1	25-06-2015
		US 2016234607 A1	11-08-2016
		US 2016234608 A1	11-08-2016

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

- US 20130156208 A1 [0008]
- EP 3793209 A1 [0008]
- DE 102015204253 A1 [0008]