



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 119 834.7**

(22) Anmeldetag: **17.11.2015**

(43) Offenlegungstag: **18.05.2017**

(51) Int Cl.: **H04R 25/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Mimi Hearing Technologies GmbH, 10178 Berlin,  
DE**

(72) Erfinder:

**Werner, Pascal, 97633 Großbardorf, DE;  
Skribanowitz, Philipp, 10777 Berlin, DE; Clark,  
Nicholas, Dr., Royston, Hertfordshire, GB**

(74) Vertreter:

**Schulz Junghans Patentanwälte PartGmbH, 10963  
Berlin, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung für eine externe Recheneinheit und Verfahren zum sicheren Echtzeit-Übertragen von rechner-prozessierten Klangsignalen**

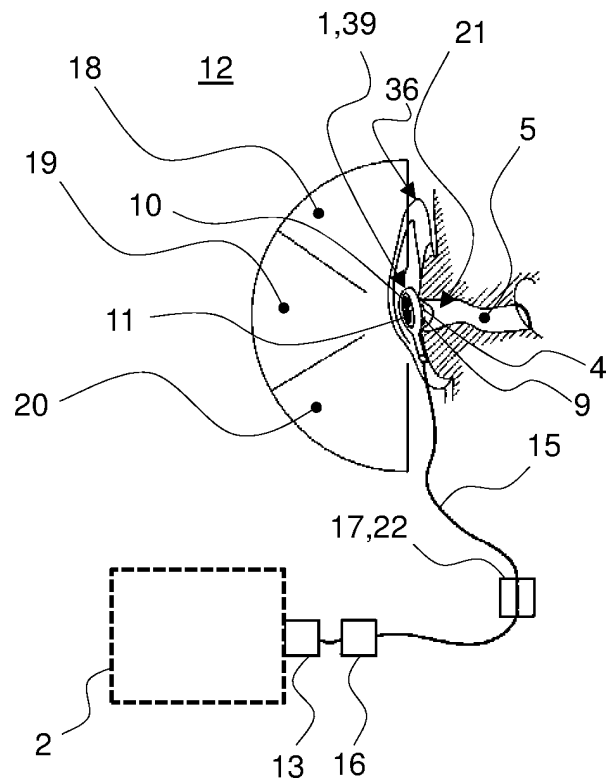
(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung für eine externe Recheneinheit, welche zumindest die folgenden Komponenten aufweist:

- zumindest einen Lautsprecher mit einer Halteeinrichtung zum temporären Halten des zumindest einen Lautsprechers bei einem menschlichen äußeren Gehörgang;
- zumindest ein Mikrofon bei jeweils einem der Lautsprecher zur Aufnahme von Geräuschen in der Umgebung des jeweiligen Lautsprechers;
- zumindest eine Schnittstelle zu einer externen Recheneinheit zum Übermitteln von Signalen zu dem zumindest einen Lautsprecher und von dem zumindest einen Mikrofon von einer externen Recheneinheit beziehungsweise an die externe Recheneinheit; und
- zumindest ein Kabel, welches den zumindest einen Lautsprecher und das zumindest eine Mikrofon zum Übertragen der Signale mit der zumindest einen Schnittstelle verbindet.

Die Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung kennzeichnet sich vor allem dadurch,

- dass die zumindest eine Schnittstelle eine digitale Schnittstelle ist,
- dass zwischen der zumindest einen Schnittstelle und dem zumindest einen Kabel eine Analog/Digital-Wandlereinrichtung vorgesehen ist, und
- dass zwischen der zumindest einen Schnittstelle und dem zumindest einen Lautsprecher eine erste Verstärkereinrichtung vorgesehen ist.

Mit der hier dargestellten Erfindung ist es möglich, eine beliebige externe Recheneinheit zur digitalen Verbesserung einer Audioausgabe zu verwenden und zugleich unabhängig von der jeweils gewählten Recheneinheit eine reproduzierbare Klangqualität zu erreichen.



**Beschreibung**

## Gegenstand der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung befasst sich mit einer Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung für eine externe Recheneinheit sowie mit einem Verfahren zum sicheren Echtzeit-Übertragen von rechner-prozessierten Klangsignalen in zumindest einen Lautsprecher für ein menschliches Ohr unter Berücksichtigung von mittels zumindest eines am Kopf positionieren Mikrofons, bevorzugt für die Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung.

## Stand der Technik

**[0002]** Für die Verbesserung der Hörqualität sind aus dem Stand der Technik verschiedene Kopfhörereinrichtungen bekannt, insbesondere für Hörgeschädigte. Beispielsweise ist aus der US 8,243,942 B2 und der WO 2010/129 212 A1 ein externes System zur Störschallunterdrückung für Kopfhörer bekannt. Aus der DE 10 2004 016 577 ist ein System zum einfachen Austauschen von Ohrstücken bekannt, welches dadurch Rückkopplungseffekte vermeidet und somit die Nutzung von Kopfhörern als Hörgerät verbessert.

**[0003]** Weiterhin ist es bekannt, Mikrofone beim Lautsprecher des Kopfhörers anzuordnen, um Störgeräusche zu tilgen (Digital-Noise-Cancelling), wie zum Beispiel das MDR-NC31-Headset von Sony. Auch ist eine ähnliche Anordnung von Mikrofonen zur klangrealistischen, sogenannten binauralen, Aufnahme zum Beispiel eines gespielten Musikinstruments bekannt, wie zum Beispiel das CS-10EM-Headset der Firma Roland ([www.roland.com](http://www.roland.com)).

**[0004]** Nachteilig bei den bisher bekannten Systemen ist, dass die Klangqualität sowohl der Mikrofone als auch der Lautsprecher von der in dem angeschlossenen Gerät jeweils verbauten Audioelektronik abhängig ist. Die Firma Sony empfiehlt zum Beispiel das MDR-NC31-Headset für eine optimale Performance in Kombination mit den eigenen Smartphones zu nutzen.

**[0005]** Die hier geschilderten Nachteile aus dem vorbekannten Stand der Technik werden mit der im Folgenden beschriebenen Erfindung zumindest teilweise gelöst. Die erfindungsgemäßen Merkmale ergeben sich aus den unabhängigen Ansprüchen, zu denen vorteilhafte Ausgestaltungen in den abhängigen Ansprüchen aufgezeigt werden. Die Merkmale der Ansprüche können in jeglicher technisch sinnvoller Art und Weise kombiniert werden, wobei hierzu auch die Erläuterungen aus der nachfolgenden Beschreibung sowie Merkmale aus den Figuren hinzugezogen werden können, welche ergänzende Ausgestaltungen der Erfindung umfassen.

## Beschreibung der Erfindung

**[0006]** Die Erfindung betrifft eine Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung für eine externe Recheneinheit, welche zumindest die folgenden Komponenten aufweist:

- zumindest einen Lautsprecher mit einer Halteinrichtung zum temporären Halten des zumindest einen Lautsprechers bei einem menschlichen äußeren Gehörgang;
- zumindest ein Mikrofon bei jeweils einem der Lautsprecher zur Aufnahme von Geräuschen in der Umgebung des jeweiligen Lautsprechers;
- zumindest eine Schnittstelle zu einer externen Recheneinheit zum Übermitteln von Signalen zu dem zumindest einen Lautsprecher und von dem zumindest einen Mikrofon von einer externen Recheneinheit beziehungsweise an die externe Recheneinheit; und
- zumindest ein Kabel, welches den zumindest einen Lautsprecher und das zumindest eine Mikrofon zum Übertragen der Signale mit der zumindest einen Schnittstelle verbindet. Die Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung kennzeichnet sich vor allem dadurch, dass die zumindest eine Schnittstelle eine, bevorzugt standardisierte, digitale Schnittstelle ist, dass zwischen der zumindest einen Schnittstelle und dem zumindest einen Kabel eine Analog/Digital-Wandlereinrichtung vorgesehen ist, und dass zwischen der zumindest einen Schnittstelle und dem zumindest einen Lautsprecher eine erste Verstärkereinrichtung vorgesehen ist.

**[0007]** Die hier vorgeschlagene Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung eignet sich ganz besonders als Hörgerät für Menschen mit schwachem und moderatem Hörverlust, ist aber auch für Menschen mit gesundem oder durchschnittlich normalem Gehör geeignet. Bei bisherigen Hörgeräten wird ein interner Rechner beziehungsweise Prozessor genutzt. Zum einen sind solche Hörgeräte sehr teuer und zum anderen in ihrer Leistung deutlich beschränkt. Aufgrund der hohen Kosten werden diese frühestens alle sechs Jahre ausgetauscht. Während dieser Nutzungsdauer werden die Einstellungen meist unverändert belassen, weil hierzu ein Fachmann, insbesondere ein Hörgeräteakustiker, aufgesucht werden muss. Zudem sind die Möglichkeiten eines solchen Geräts deutlich beschränkt und nur eingeschränkt für individuelle Situationen anpassbar. Derzeit sind Hörgeräte auf dem Markt, bei denen zwischen zwei oder drei Voreinstellungen gewechselt werden kann, wobei diese Voreinstellungen von einem Hörgeräteakustiker, eventuell wegen des großen Aufwands für den Nutzer nur einmalig beim Erwerb des Hörgeräts, vorgenommen werden. Das Wechseln zwischen den Hörgerätvoreinstellungen ist mittels eines Schalters am Hörgerät oder auch per drahtloser Übertragung zum Beispiel mittels einer App möglich. Mit der zunehmenden Verbreitung von mobilen (externen) Rechenein-

heiten, insbesondere Smartphones, ist grundsätzlich eine zusätzliche Rechenleistung zur Verfügung gestellt, welche aber bisher nicht ausreichend genutzt werden kann, weil die Audioausgabe über die individuell in den mobilen Recheneinheiten verbauten Verstärker an die jeweils verbauten Lautsprecher und/oder Mikrofone der mobilen Recheneinheit angepasst sind. Weiterhin sind mobile Recheneinheiten verbreitet, welche teilweise nicht zur Audioausgabe eingerichtet sind, wie zum Beispiel eBook-Reader. Auch solche Recheneinheiten sind für eine erfindungsgemäße Verwendung einsetzbar. Aber auch immobile (externe) Recheneinheiten, wie zum Beispiel ein PC oder Mac, insbesondere am Arbeitsplatz, mit oder ohne Audio-Komponenten sind einsetzbar.

**[0008]** Es sei aber auch darauf hingewiesen, dass die Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung auch für gesunde Hörer einsetzbar ist. Hierbei sei vor allem ein Tilgen von Störgeräuschen im Alltag (Verkehrsgerausche oder ähnliches) oder für einen Musiker, welcher sich voll auf seine Musik konzentrieren will, als Anwendungsbeispiel genannt.

**[0009]** Mittels der Verwendung einer externen Recheneinheit sind eine schnellere Berechnung und/oder komplexere Algorithmen einsetzbar.

**[0010]** Die Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung ist sowohl für ein Ohr als auch, bevorzugt, für beide Ohren einrichtbar. Der zumindest eine Lautsprecher der Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung ist in einer Ausführungsform mittels einer Haltevorrichtung (temporär, also vom Nutzer leicht wieder entfernbar) auf ein Ohr aufsetzbar, wobei es dieses (zumindest teilweise) bedeckt. Bevorzugt ist der zumindest eine Lautsprecher in einer anderen Ausführungsform aber mittels der Haltevorrichtung (temporär, also vom Nutzer leicht wieder entfernbar) in den äußeren Gehörgang einsteckbar (Plug-In) ausgebildet. Hierbei sind verschiedene Varianten bekannt, beispielsweise individuell angepasste Einstecker von der Firma normal ([www.nrml.com](http://www.nrml.com)) oder von der Firma OwnPhones ([ownphones.com](http://ownphones.com)). Die Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung ist für einen Nutzer im Wesentlichen so einfach zu nutzen wie normale Kopfhörer beziehungsweise Headsets zum Hören von Audiodaten und/oder zum Telefonieren.

**[0011]** Weiterhin ist zumindest ein Mikrofon vorgesehen, mittels welchem Geräusche aus der Umgebung des jeweiligen Lautsprechers aufnehmbar sind. Hierbei ist eine Möglichkeit, die Geräusche der Umgebung durch sogenanntes Beamforming mittels zumindest zwei Mikrofonen, zum Beispiel am linken Ohr eins und am rechten Ohr eins, infolge des zeitlichen Versatzes eine Richtung zu ermitteln und auf Basis dieser Richtungsbestimmung eine geeignete Verstärkung beziehungsweise Unterdrückung zu nutzen. Alternativ (oder eventuell auch zusätzlich) wird ein im

oder möglichst nah am äußeren Gehörgang angeordnetes Mikrofon genutzt, den eingeleiteten Schall aufzunehmen. Das hat den Vorteil, dass die natürliche Gegebenheit des äußeren Gehörgangs genutzt wird, welche das individuelle Gehirn erlernt hat und somit die Verarbeitung vom Gehirn besser nutzbar ist, wobei zugleich der technische Aufwand geringer ist. Das zumindest eine Mikrofon ist dabei bevorzugt in die Haltevorrichtung des Lautsprechers integriert, sodass es leicht zu handhaben ist und bevorzugt vor Beschädigungen im normalen Umgang mit der Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung geschützt ist. Darüber hinaus ist das Mikrofon bevorzugt starr zum Lautsprecher angeordnet, sodass nach einem Positionieren des jeweiligen Lautsprechers beim äußeren Gehörgang auch die Ausrichtung des Mikrofons, zumindest reproduzierbar für einen individuellen Nutzer, klar definiert ist. Beispielsweise deckt das Mikrofon oder eine Mehrzahl von Mikrofonen derart positioniert eine Umgebung oder ein Teil einer solchen Umgebung ab, welches dem (Haupt-)Hörfeld des jeweiligen Ohrs entspricht.

**[0012]** Das zumindest eine (Übertragungs-)Kabel ist dazu eingerichtet, aufgenommene (analoge) Signale von zumindest einer Schnittstelle zu dem zumindest einen Lautsprecher beziehungsweise von dem Mikrofon zu der zumindest einen Schnittstelle schnell und möglichst störungsfrei zu übertragen. Mit dem Kabel wird bevorzugt eine Mehrzahl von Leitungen bezeichnet, welche die Komponenten der Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung in benötigter Weise flexibel miteinander verbindet. Das Kabel umfasst hierzu koaxiale oder parallele und/oder geflochtene Leitungen. Bevorzugt ist mindestens eine Leitung pro Anschlusseinheit der zumindest einen Schnittstelle vorgesehen.

**[0013]** Die Schnittstelle ist zum Übermitteln von Signalen auf eine angeschlossene Recheneinheit eingerichtet. Dabei handelt es sich im Gegenteil zu vorbekannten Schnittstellen nicht um einen analogen Anschluss, wie zum Beispiel einen Klinkestecker, sondern um eine digitale Schnittstelle, bevorzugt eine standardisierte digitale Schnittstelle, wie zum Beispiel ein USB-Anschluss (Universal Serial Bus) oder Lightning®-Port. Digitale Schnittstellen zur Anbindung von Kopfhörern (beziehungsweise Headsets) an Smartphones sind sowohl von Geräten der Firma Apple sowie von Geräten, welche das Betriebssystem Android in der Version L nutzen, bekannt. Die entsprechende Schnittstelle von Apple wird mit dem Begriff Lightning®-Port bezeichnet. Google beziehungsweise die Firmen, welche Geräte mit Android in der Version L als Betriebssystem entwickeln, herstellen und einsetzen, nutzen den (meist Micro-)USB-Anschluss als digitale Schnittstelle. Die digitale Schnittstelle ist zum Übermitteln von digitalisierten Daten eingerichtet. Das heißt, dass ein einzelner Übertragungsanschluss verschiedene und variierende Da-

ten übertragen kann, zum Beispiel als Datenpakete mit einem individuell an die Datenart, Datenzeit und/oder Datenziel angepassten Head versehen. Bei einer analogen Schnittstelle ist jeder der Übertragungsanschlüsse von einem Datentyp über die gesamte Übertragungsdauer blockiert. Damit ist eine Echtzeit-Übertragung eines deutlich größeren, Datensatzes möglich, in der Regel durch Komprimierung jeweils kleiner Datenpakete. Somit sind analogseitig deutlich mehr analoge Anschlüsse möglich als dies mit einem derzeit üblichen 4-poligen, beziehungsweise dem derzeitigen Maximum 5-poligen, Klinenstecker zum (analogen) Übermitteln von Audiosignalen möglich ist. Anders gesagt heißt das, dass die Übertragungsanschlüsse der digitalen Schnittstelle frei belegbar und (zeitlich gestaffelt) jeweils mehrfach belegbar sind. Das heißt zumindest ein Teil der Übertragungsanschlüsse muss nicht wie bei einem analogen Anschluss mit einem physisch definierten Signaltyp gekoppelt sein, sondern ist in automatisierter Absprache mit der Recheneinheit einem Signaltyp frei zuordbar beziehungsweise nach Bedarf veränderbar. Hierzu ist zumindest die Schnittstelle mit einer internen Logik beziehungsweise mit einem Maschinencode versehen, welche sich bevorzugt beim Anschließen selbsttätig installiert (Plug and Play). Mittels der digitalen Schnittstelle ist die Art der übertragenen Daten vollkommen frei. Neben Audiodaten lassen sich auch andere Daten übertragen. Dabei ist die Übertragung nicht auf eine bestimmte Anzahl an Audiokanälen eingeschränkt.

**[0014]** Um die volle Funktion der digitalen Schnittstelle ausnutzen zu können, ist es notwendig eine Analog/Digital-Wandlereinrichtung vorzusehen, welche die ankommenden analogen Signale von dem zumindest einen Mikrofon von einem analogen Signal in ein digitales Signal umwandeln, sowie umgekehrt die zu übertragenden Signale zu dem zumindest einen Lautsprecher von einem digitalen Signal in ein analoges Signal umwandeln. Die Analog/Digital-Wandlereinrichtung ist dabei bevorzugt eine einzige Einheit, für andere Anwendungszwecke ist für jeden Komponententyp der Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung, zum Beispiel Lautsprecher und Mikrofon, jeweils ein einzelner Analog/Digital-Wandler und/oder für jede Komponente der Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung ein einzelner Analog/Digital-Wandler vorgesehen. Bevorzugt weist die Analog/Digital-Wandlereinrichtung eine Auflösung von 16 Bit oder mehr, bevorzugt 24 Bit, auf. Damit lässt sich die Lautstärke feiner in einzelne Stufen unterteilen, also auflösen. Zum Beispiel bei 1 Bit ( $2^1$ ) gäbe es nur zwei Zustände, nämlich aus oder laut. Die Feinheit der Stufen ist ab etwa 20 Bit für ein gutes durchschnittliches menschliches Gehör eine ausreichende Auflösung der Lautstärke. Bei einigen Geräten wird derzeit nur eine 16 Bit-Auflösung angeboten, sodass für bestimmte Anwendungen, wie zum Beispiel Hörtests, manuelles

leiser oder lauter Einstellen des Ausgabesignals, notwendig ist.

**[0015]** Weiterhin umfasst die Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung zumindest eine (erste) Verstärkereinrichtung, welche an den zumindest einen Lautsprecher angepasst ist und digital steuerbar ist. Im Gegensatz zu vorbekannten Kopfhörern ist die Verstärkereinrichtung hier bezogen auf die Recheneinheit ein (oder mehrere und/oder mehrstufige(s)) externe(s) Gerät(e), welche physisch mit dem zumindest einen Lautsprecher gekoppelt oder zumindest zueinander fest zugeordnet ist, sodass die Verstärkereinrichtung auf diesen zumindest einen Lautsprecher optimiert einrichtbar ist. Es sei dabei darauf hingewiesen, dass die Bezeichnung erste Verstärkereinrichtung nur der Unterscheidung in der vorliegenden Darstellung dient und nicht bedingt, dass eine zweite Verstärkereinrichtung vorgesehen sein muss. Bisherige Kopfhörer nutzen den Verstärker, welcher intern in einer Recheneinheit, insbesondere in einem Smartphone, vorgesehen ist und auf den Lautsprecher oder auf ein mitgeliefertes (meist mittels eines Klinensteckers verbindbares) Headset der Recheneinheit optimiert ist. Dies führt bei unterschiedlichen Recheneinheiten mit ein und demselben Kopfhörer zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen der Klangqualität, welche unter Umständen für den Nutzer inakzeptabel sind. Die hier vorgeschlagene Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung umgeht diese Problematik durch eine eigene (externe) Verstärkereinrichtung, wobei zugleich die Rechenelektronik der Recheneinheit für die Aufarbeitung von einem Audiosignal für den zumindest einen Lautsprecher nutzbar ist. Insbesondere ist auch die Rechenelektronik ausreichend frei nutzbar, um Einstellungen an der Verstärkereinrichtung zu verändern, zum Beispiel für individuelle Anpassungen, Erweiterungen von Funktionen sowie allgemeinen Software-Updates. Hiermit ist also die individuelle Ausgangsimpedanz der Verstärkereinrichtung auf die Eingangsimpedanz der verwendeten Lautsprecher, besonders bevorzugt werksseitig, eingerichtet. Zugleich ist die Eingabe (zum Beispiel Überlagerung) von Audiosignalen durch individuelle Quellen, insbesondere digitale Quellen, ermöglicht. Damit wird eine Klangqualität erreicht, welche mit den vorbekannten Kopfhörern mit frei austauschbaren Recheneinheiten so nicht möglich waren.

**[0016]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform sind eine Mehrzahl von Mikrofonen an jeweils einem Lautsprecher angeordnet, wobei diese jeweils unterschiedliche Empfangsbereiche in der Umgebung des jeweiligen Lautsprechers abdecken, wobei bevorzugt zumindest ein Mikrofon vorgesehen ist, mittels welchem ein Geräusch im äußeren Gehörgang aufnehmbar ist, während der jeweilige Lautsprecher beim Eingang zu dem äußeren Gehörgang positioniert ist, wobei weiterhin bevorzugt ein Mikrofon zur Knochenschallaufnahme eingerichtet ist.

**[0017]** Bei dieser vorteilhaften Ausführungsform ist eine Mehrzahl von Mikrofonen an jeweils einem Lautsprecher vorgesehen, welche verschiedene Empfangsbereiche in der Umgebung des jeweiligen Lautsprechers abdecken. Besonders bevorzugt sind dabei die Empfangsbereiche der Mikrofone und deren Lage jeweils bekannt, sodass diese Information bei der Verbesserung des Audiosignals mit einfließen kann, zum Beispiel mittels Beamforming, also mittels Ermitteln der Richtung, aus welcher ein Geräusch kommt. Insbesondere für Hörgeschädigte ist die Richtung eines störenden Geräuschs wichtig, und ist hierbei für die Anpassung des Audiosignals nutzbar. In einer beispielhaften Ausführungsform wird nur ein Mikrofon pro Ohr eingesetzt und dieses wird so nah wie möglich ans Trommelfell gesetzt. Die Signalverarbeitung wird dann im Weiteren dem Gehirn überlassen, welches auf diese Signale ausgelegt und optimiert ist. In einer alternativen beispielhaften Ausführungsform werden mehrere Mikrofone verwendet, sodass verschiedene Geräuschquellen auf Softwareebene besser identifizierbar und gegebenenfalls herausrechenbar sind. Damit ist es auch möglich in einer sehr lauten Umgebung hauptsächlich ein Geräusch beziehungsweise ein erwünschtes Audiosignal, welche(s) aus einer bestimmten, vorgegebenen Richtung kommt/kommen, zu verstärken und alles andere abschwächen, oder eben umgekehrt.

**[0018]** Ganz besonders bevorzugt ist ein Mikrofon im äußeren Gehörgang vorgesehen. Das Mikrofon ist hierbei zwischen der Lautsprechermembran und dem Trommelfell angeordnet, sodass die Abgabe der Schallwellen ermittelbar und/oder sogar messbar ist. Ganz besonders bevorzugt ist diese Messung für die Beeinflussung des verbesserten Audiosignals in Echtzeit nutzbar.

**[0019]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist ein Mikrofon zur Knochenschallaufnahme eingerichtet, sodass zum Beispiel ein Sprechen des Trägers der Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung erfassbar ist. Ganz besonders bevorzugt ist diese Messung für die Beeinflussung des verbesserten Audiosignals in Echtzeit nutzbar.

**[0020]** Bevorzugt ist zumindest eines der Mikrofone direkt an der Halteeinrichtung des Lautsprechers angeordnet, oder in diese integriert.

**[0021]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist weiterhin eine zweite Verstärkereinrichtung zwischen der zumindest einen Schnittstelle und dem zumindest einen Mikrofon angeordnet.

**[0022]** In dieser bevorzugten Ausführungsform umfasst die Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung zumindest eine zweite Verstärkereinrichtung, welche an das zumindest eine Mikrofon angepasst ist und digital steu-

erbar ist. Im Gegensatz zu vorbekannten Mikrofon-Kopfhörern ist die zweite Verstärkereinrichtung hier bezogen auf die Recheneinheit ein (oder mehrere und/oder mehrstufige(s)) externe(s) Gerät(e), welche (s) physisch mit dem zumindest einen Mikrofon gekoppelt oder zumindest zueinander fest zugeordnet ist/sind, sodass die zweite Verstärkereinrichtung auf dieses zumindest eine Mikrofon optimiert einrichtbar ist. Bisherige Mikrofon-Kopfhörer nutzen den Verstärker, welcher intern in einer Recheneinheit, insbesondere in einem Smartphone, vorgesehen ist und auf das Mikrofon der Recheneinheit optimiert ist. Dies führt bei unterschiedlichen Recheneinheiten mit ein und demselben Mikrofon-Kopfhörer zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen, welche unter Umständen für den Nutzer inakzeptabel sind. Die hier vorgeschlagene Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung umgeht diese Problematik durch eine externe zweite Verstärkereinrichtung, wobei zugleich die Rechenelektronik der Recheneinheit für die Aufarbeitung von einem Audiosignal für das zumindest eine Mikrofon nutzbar ist. Insbesondere ist auch die Rechenelektronik ausreichend frei nutzbar, um Einstellungen an der zweiten Verstärkereinrichtung zu verändern, zum Beispiel für individuelle Anpassungen, Erweiterungen von Funktionen sowie allgemeinen Software-Updates. Damit wird eine Verbesserung der Klangqualität erreicht, welche mit den vorbekannten Mikrofon-Kopfhörern mit frei austauschbaren Recheneinheiten so nicht möglich war.

**[0023]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist zumindest ein zusätzlicher Sensor zur Aufnahme von zumindest einem der folgenden Parameter vorgesehen:

- Pulsfrequenz des Nutzers;
- Hirnaktivität des Nutzers;
- Körpertemperatur des Nutzers;
- Beschleunigung einer Komponente der Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung, bevorzugt des zumindest einen Lautsprechers; und
- lokale und/oder globale Position einer Komponente der Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung, bevorzugt des zumindest einen Lautsprechers.

**[0024]** In dieser vorteilhaften Ausführungsform ist der zusätzliche Sensor beziehungsweise eine Mehrzahl von zusätzlichen Sensoren zum einen zur Aufnahme von Daten über den Nutzer und zum anderen über die Umgebung des Nutzers vorgesehen.

**[0025]** Weil im oder beim Ohr einige gesundheitsrelevante Daten erhoben werden können, der Platz jedoch beschränkt ist, ist es vorteilhaft weitere Messungen vorzunehmen beziehungsweise dafür zusätzliche Messeinrichtungen zu integrieren.

**[0026]** Mittels einer weiteren Messeinrichtung lässt sich beispielsweise die Pulsfrequenz und/oder Beschleunigung des Nutzers ermitteln. Diese Daten

sind für andere Zwecke nutzbar, zum Beispiel für Big-Data-Aufgabenstellungen, oder aber für den derzeitigen Zustand des Nutzers, ob dieser zum Beispiel gerade Sport treibt. Zum Beispiel beim Joggen ist sowohl ein erhöhter Puls als auch eine charakteristische Beschleunigungsverlauf ermittelbar. Aus diesem Zustand sind Rückschlüsse auf ein geeignetes Hörprofil einstellbar und dieses dann dem Nutzer anbietbar oder automatisiert einstellbar.

**[0027]** Mittels zumindest einer Elektrode lässt sich die Hirnaktivität des Nutzers ermitteln. Damit lassen sich Rückschlüsse auf den Zustand des Nutzers oder BigData erheben. Darüber hinaus sind tatsächliche Hörrezeptionen ohne den Umweg der Befragung des Nutzers ermittelbar und somit eventuell genauer darstellbar.

**[0028]** Zur Aufnahme der Hirnaktivität wird bevorzugt eine EEG (Elektro-Enzephalographie) mittels Anbringen von zumindest einer Elektrode am Kopf ausgeführt. Die zumindest eine Elektrode ist dabei bevorzugt in der Haltevorrichtung für den Lautsprecher integriert.

**[0029]** Mittels des Erfassens der lokalen Position, also zum Beispiel die relative Position des Nutzers oder seines Ohres in einem Raum und/oder zu einer Audioquelle sind vorbekannte Störquellen in die Verbesserung des Audiosignals einbeziehbar. Mittels des Erfassens einer globalen Position, zum Beispiel mittels GPS (Global Position System), sind insbesondere vorbekannte Störquellen, welche auch von anderen Nutzern oder durch andere Quellen bekannt sind, in die Verbesserung des Audiosignals einbeziehbar.

**[0030]** Für die Nutzung der vom zumindest einen Sensor erzeugten Signale ist es häufig ausreichend, davon auszugehen, dass der Sensor durch die Positionierung der Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung beim Ohr des Nutzers relativ zum Kopf des Nutzers positioniert ist. Zum Beispiel kann aber auch durch eine ungewöhnliche Beschleunigung (oder Beschleunigungsrichtung) oder ungewöhnlicher Geräuschaufnahmen durch zumindest eines der Mikrofone eine Fehlpositionierung des zumindest einen Sensors registriert werden.

**[0031]** Weiterhin können die ermittelten Signale des zumindest einen zusätzlichen Sensors dazu genutzt werden, den Nutzer darauf hinzuweisen, dass die Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung eventuell nicht richtig positioniert ist. Damit können auch Fehleinstellungen, insbesondere dauerhafte Fehleinstellungen, vermieden werden.

**[0032]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform ist weiterhin zumindest eine Telefonspule zum Erfassen eines induktiven Signals vorgesehen ist, bevorzugt jeweils eine Telefonspule pro Raumrichtung,

welche jeweils orthogonal zueinander ausgerichtet sind, wobei bevorzugt die Analog/Digital-Wandlereinrichtung zum Wandeln des erfassten Signals eingerichtet ist und das gewandelte Signal an die zumindest eine Schnittstelle übergebbar ist.

**[0033]** Insbesondere im öffentlichen Raum, zum Beispiel in Kirchen oder Vortragssälen, sind sogenannte Hearing-Loops, also Audiosignale auf Basis von magnetischen Strömen, für Hörgeschädigte oder für Simultanübersetzungen installiert, welche über solch sogenannte Telefonspulen (oder engl.: Telecoils) induktiv sensierbar sind. Solche Telefonspulen sind derzeit in den marktüblichen mobilen Recheneinheiten, insbesondere Smartphones, nicht vorgesehen. Daher ist es für die Erweiterung der Funktionen dieser Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung vorteilhaft, die Funktionen auf diese gewohnte Audioübermittlung zu erweitern. Auch ist es vorteilhaft in Hinsicht auf die zunehmende Menge an digitalen drahtlos übermittelten Daten insbesondere im Bereich von größeren Menschenansammlungen diese Übertragungsoption anzubieten. Ganz besonders bevorzugt in einer mehrsprachigen Vortragssituation ist es dabei vorteilhaft das Signal von zusätzlichen Störgeräuschen, wie zum Beispiel dem anders-sprachigen Originalvortrag, mittels des zumindest einen Mikrofons ausblenden zu können.

**[0034]** Besonders bevorzugt ist jeweils eine Telefonspule pro Raumrichtungen vorgesehen, welche jeweils orthogonal zueinander ausgerichtet sind, so dass der Nutzer sich nicht durch Bewegen einer verschlechterten Signalübertragung aussetzt, sondern unabhängig von seiner Position im Raum ein optimales Signal aufnehmen kann. Hierzu wird bevorzugt das aufgenommene induktive Signal über eine Analog/Digital-Wandlereinrichtung digitalisiert und via Schnittstelle an die Recheneinheit übergeben, so dass stets das optimale Audiosignal an den zumindest einen Lautsprecher übermittelt werden kann. Das induktive Signal ist so unabhängig von der Empfangsrichtung aufnehmbar. Die drei Signale werden nach einer Digitalisierung auf der Recheneinheit geeignet verrechnet und nach Digital/Analog-Wandlung auf dem zumindest einen Lautsprecher wiedergegeben.

**[0035]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist eine Energiequelle umfasst, wobei die Energiequelle zum Versorgen zumindest einer der folgenden Komponenten eingerichtet ist:

- Lautsprecher;
- Mikrofon;
- Analog/Digital-Wandlereinrichtung;
- zusätzlicher Sensor nach Anspruch 4;
- Verstärkereinrichtung; und
- eine verbundene externe Recheneinheit,

wobei bevorzugt weiterhin eine separate Energieaufnahmeschnittstelle vorgesehen ist.

**[0036]** Häufig ist die eingesetzte externe, insbesondere mobile, Recheneinheit für den zusätzlichen Rechenaufwand nicht mit ausreichender Energiekapazität ausgelegt, sodass es vorteilhaft ist, mittels der externen Energiequelle, insbesondere einen Akkumulator, auf eine Energieversorgung von der externen Recheneinheit verzichten zu können. Ganz besonders bevorzugt wird zumindest der Prozessor der Recheneinheit von der Energiequelle zusätzlich versorgt, bevorzugt indirekt mittels eines gesteuerten und/oder adäquaten Aufladens des Akkumulators der angeschlossenen externen Recheneinheit.

**[0037]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist mittels der ersten Verstärkereinrichtung ein größerer Schalldruckpegel erzeugbar, als ein in der Recheneinheit enthaltener Verstärker, bevorzugt sind Signale unterhalb einer unteren Hörschwelle auf ein Lautstärken-Niveau oberhalb dieser Hörschwelle anhebbar, während die Signale oberhalb dieser Hörschwelle nicht oder nur vermindert angehoben werden.

**[0038]** Es gibt zwei unterschiedliche Klassen von Hörschädigungen. Zum ersten gibt es eine sogenannte konduktive Hörschädigung, bei welcher das Trommelfell verhärtet, die Gehörknöchelchen unbeweglicher sind oder eine (temporäre) Verlegung des äußeren Gehörgangs, zum Beispiel infolge einer Entzündung vorliegt. Diese Schädigung tritt heutzutage nur noch selten auf. Häufiger ist die sogenannte sensorineurale Hörschädigung, bei welcher das Innenohr geschädigt ist. Hierbei bleibt die Schmerzschwelle bei keiner weiteren vorliegenden Schädigung gleich. Hier ist eine frequenzabhängige und/oder lautstärkenabhängige Verstärkung vorzunehmen.

**[0039]** Für die meisten Hörgeschädigten ist daher eine frequenzabhängige und/oder lautstärkenabhängige Verstärkung durchzuführen. Hierzu ist zum Beispiel ein Bandpassfilter eingestellt und/oder einstellbar. Sind die Signale in einem Frequenzbereich, der schlechter als normal wahrnehmbar ist, unterhalb einer aufgrund der Hörschädigung vergleichsweise hochgesetzten unteren (individuellen) Hörschwelle werden diese Signale auf ein Lautstärken-Niveau oberhalb dieser Hörschwelle anhebbar. Signale oberhalb der individuellen Hörschwelle oder anderer Frequenz, die normal wahrnehmbar sind, werden nicht oder nur vermindert angehoben.

**[0040]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist der zumindest eine Lautsprecher zur Geräuschtilgung eingerichtet.

**[0041]** Mittels des zumindest einen Mikrofons werden Umgebungsgeräusche gemessen und phasenverschoben über die Lautsprecher wiedergegeben, sodass das gemessene Geräusch durch die so erzeugte Interferenz getilgt wird, oder mit anderen Worten ausgelöscht wird. Ein Signal, welches übermittelt werden soll, wird dann über das Interferenzsignal superponiert und ist dann (fast) unverändert hörbar.

**[0042]** Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein computerausführbares Verfahren zum sicheren Echtzeit-Übertragen von rechner-prozessierten Klangsinalen in zumindest einen Lautsprecher für ein menschliches Ohr unter Berücksichtigung von mittels zumindest eines am Kopf positionieren Mikrofons vorgeschlagen, bevorzugt für eine Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung nach einer Ausführungsform gemäß der obigen Beschreibung, welches zumindest die folgenden Schritte aufweist:

a. Einspeisen eines analogen Mikrofonsignals auf Grundlage mittels des zumindest einen am Kopf positionierten Mikrofons erfassten Geräuschs, Weiterleiten des analogen Mikrofonsignals an eine Analog/Digital-Wandlereinrichtung und Übermitteln des gewandelten digitalen Mikrofonsignals an eine Recheneinheit;

b. Erzeugen eines digitalen verbesserten Ausgabesignals für die menschliche Wahrnehmung mittels Anpassen eines digitalen Audiosignals an das übermittelte digitale Mikrofonsignal nach einem vorbestimmten Algorithmus;

c. Wandeln des digitalen verbesserten Ausgabesignals in ein analoges verbessertes Ausgabesignal und Übermitteln des analogen verbesserten Ausgabesignals an den zumindest einen Lautsprecher für ein menschliches Ohr, wobei die Signalverarbeitung von Schritt a. bis Schritt c. insgesamt eine Latenz von maximal 10 Millisekunden verursacht. Das Verfahren kennzeichnet sich vor allem dadurch,

dass das Analog/Digital-Wandeln vor dem Übermitteln an die Recheneinheit vorgenommen wird, und

dass das Digital/Analog-Wandeln nach dem Ausgeben des digitalen verbesserten Ausgabesignals aus der Recheneinheit vorgenommen wird, und dass das Ausgabesignal vor dem Übermitteln an den zumindest einen Lautsprecher und nach dem Ausgeben des digitalen verbesserten Ausgabesignals aus der Recheneinheit in einer (ersten) Verstärkereinrichtung verstärkt wird, wobei die (erste) Verstärkereinrichtung auf die Eigenschaften des zumindest einen Lautsprechers zugeschnitten ist.

**[0043]** Das computerausführbare Verfahren ist dazu eingerichtet, die Rechenleistung einer externen Recheneinheit, insbesondere einer mobilen Recheneinheit wie zum Beispiel einem Smartphone, für die Aufbereitung von Audiosignalen und/oder zum Reduzieren wahrzunehmender Störgeräusche einzusetzen.

Bei bisherigen Hörgeräten wird ein interner Rechner beziehungsweise Prozessor genutzt. Zum einen sind solche Hörgeräte sehr teuer und zum anderen in ihrer Leistung deutlich beschränkt. Aufgrund der hohen Kosten werden diese frühestens alle sechs Jahre ausgetauscht. Während dieser Nutzungsdauer werden die Einstellungen meist unverändert belassen, weil hier zu ein Fachmann, insbesondere ein Hörgeräteakustiker, aufgesucht werden muss. Zudem sind die Möglichkeiten eines solchen Geräts deutlich beschränkt und nicht für individuelle Situationen anpassbar. Mit der zunehmenden Verbreitung von mobilen (externen) Recheneinheiten, insbesondere Smartphones, ist eine zusätzliche Rechenleistung zur Verfügung gestellt, welche aber bisher nicht ausreichend genutzt werden kann, weil die Audioausgabe über die individuell in den mobilen Recheneinheiten verbauten Verstärker an die jeweils verbauten Lautsprecher und/oder Mikrofone der mobilen Recheneinheit angepasst sind. Hier wird nun ein Verfahren vorgeschlagen, bei welchem eine Verstärkereinrichtung eingesetzt wird, welche an den jeweiligen zumindest einen Lautsprecher und/oder das jeweilige zumindest eine Mikrofon festgekoppelt ist, bevorzugt mittels eines (Übertragungs-)Kabels fest verbunden ist, und an die Performance des jeweiligen zumindest einen Lautsprechers und/oder des jeweiligen zumindest einen Mikrofons angepasst ist. Das von dem zumindest einen Mikrofon aufgenommene Mikrosignal wird, bevorzugt zunächst über eine zweite Verstärkereinrichtung geleitet und anschließend, in eine Analog/Digital-Wandlereinrichtung digitalisiert und über die digitale Schnittstelle an die Recheneinheit übergeben. Ein von der Recheneinheit auszugebendes digitales Audiosignal wird auf Basis dieses Mikrosignals überarbeitet, wobei ein geeigneter Algorithmus eingesetzt wird. Der Algorithmus ist hierbei an die Situation und/oder an den individuellen Nutzer anpassbar. Dieses verbesserte digitale Audiosignal wird nun über die digitale Schnittstelle an eine externe Digital/Analog-Wandlereinrichtung übergeben und über eine erste Verstärkereinrichtung angepasst an den jeweiligen verwendeten zumindest einen Lautsprecher übermittelt. Damit wird eine Audioqualität erreicht, welche die Nutzung einer beliebigen externen Recheneinheit, sogar ohne eigene Audioeinrichtungen, ermöglicht. Insbesondere bei einer kabelgebundenen Ausführungsform wird eine derart geringe Latenzzeit erreicht, dass das Hören, insbesondere in einem direkten Gespräch, für den Nutzer scheinbar unverzögert ankommt.

**[0044]** Die Latenz sollte hierbei maximal 10 ms [Millisekunden] betragen. Dies ist ausreichend, um ein Audiosignal für die menschliche Wahrnehmung als lippensynchron darzustellen. Nach den derzeitigen drahtlosen Übermittlungsverfahren und Übermittlungsfrequenzen ist dies nur mit großem Aufwand einzuhalten. Es wird daher eine kabelgebundene Übertragung für eine kostengünstige Umset-

zung bevorzugt. Wird aber beispielsweise ein neuer Standard für die Bluetooth-Übertragung oder eine Bluetooth ähnliche Übertragung durchgesetzt, ist dieser aufgrund der schnellen Frequenz und der ausreichenden Reichweite und der nicht notwendigen Sichtverbindung bevorzugt.

**[0045]** Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung werden ein Computerprogramm und ein Computerprogrammprodukt vorgeschlagen, welches ein computerausführbares Verfahren nach obiger Beschreibung enthält. Nach einem Speichern und/oder nach einem Kopieren des Computerprogramms oder nach einer Installation ist das computerausführbare Verfahren betriebsfertig auf einer externen Recheneinheit, bevorzugt einem Smartphone, ausführbar.

**[0046]** Das als Computerprogramm und/oder das auf einem Computerprogrammprodukt gespeicherte Verfahren ist beispielsweise modular ausgeführt und notwendige bekannte und bereits ausgearbeitete Verfahrensbestandteile zur Ausführung des Verfahrens sind aus anderen Quellen, wie zum Beispiel einem Server im Internet, beziehbar. Darüber hinaus ist zusätzliche Hardware, wie zum Beispiel Beschleunigungssensoren, Temperatursensoren und Mikrofone, bevorzugt in einem Smartphone, zur Ausführung des Verfahrens einbindbar.

#### Figurenbeschreibung

**[0047]** Die oben beschriebene Erfindung wird nachfolgend vor dem betreffenden technischen Hintergrund unter Bezugnahme auf die zugehörigen Zeichnungen, die bevorzugte Ausgestaltungen zeigen, detailliert erläutert. Die Erfindung wird durch die rein schematischen Zeichnungen in keiner Weise beschränkt, wobei anzumerken ist, dass die Zeichnungen nicht maßhaltig sind und zur Definition von Größenverhältnissen nicht geeignet sind. Es wird dargestellt in

**[0048]** Fig. 1: eine schematische Darstellung einer Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung;

**[0049]** Fig. 2: ein menschlicher Kopf mit Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung im Ohr;

**[0050]** Fig. 3: eine schematische Darstellung eines äußeren Gehörgangs mit einer Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung, welche an ein Smartphone angeschlossen ist; und

**[0051]** Fig. 4: ein Schaubild eines computerausführbaren Verfahrens.

**[0052]** In Fig. 1 ist schematisch eine Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung **1** dargestellt, bei welcher eine linke Haltevorrichtung **38** und eine rechte Haltevorrichtung **39** vorgesehen sind. Die linke Haltevorrichtung



**38** umfasst hierbei einen linken Lautsprecher **3**, ein erstes linkes Mikrofon **6**, ein zweites linkes Mikrofon **7** und ein drittes linkes Mikrofon **8**. Das erste linke Mikrofon **6** ist hierbei wie der linke Lautsprecher **3** im äußeren Gehörgang **5** (vergleiche **Fig. 3**) angeordnet, wenn die Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung **1** getragen wird. Genauso ist die rechte Haltevorrichtung **39** aufgebaut, und umfasst einen rechten Lautsprecher **4**, ein erstes rechtes Mikrofon **9**, ein zweites rechtes Mikrofon **10** ziehen und ein drittes rechtes Mikrofon **11**. Das erste rechte Mikrofon **9** ist hierbei wie das erste linke Mikrofon **6** und wie der rechte Lautsprecher **4** im äußeren Gehörgang **5** (vergleiche **Fig. 3**) angeordnet, wenn die Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung **1** getragen wird. Die Lautsprecher **3** und **4**, sowie die Mikrofone **6** bis **11** sind jeweils über ein linkes Kabel **14** beziehungsweise ein rechtes Kabel **15** über eine digitale Schnittstelle **13**, zum Beispiel ein Micro-USB-Anschluss oder ein Lightning<sup>®</sup>-Port, mit einer externen Recheneinheit **2** (vergleiche **Fig. 3**) signalübertragend verbindbar. Zwischen der digitalen Schnittstelle **13** und Lautsprechern **3** und **4** und den Mikrofonen **6** bis **11**, sind eine erste Verstärkereinrichtung **17** beziehungsweise eine zweite Verstärkereinrichtung **22** vorgesehen. Die erste Verstärkereinrichtung **17** weist dabei eine Ausgangsimpedanz auf, welche mit der Eingangsimpedanz der Lautsprecher **3** und **4** korreliert. Die zweite Verstärkereinrichtung **22** weist dabei eine Eingangsimpedanz auf, welche mit der Ausgangsimpedanz der Mikrofone **6** bis **11** korreliert. Bevorzugt ist die Impedanz der Verstärkereinrichtungen **17** und **22** (einmalig, bevorzugt werkseitig) einstellbar. Weiterhin ist das analoge Audiosignal der Mikrofone **6** bis **11** mittels einer Analog/Digital-Wandlereinrichtung **16** in ein digitales Audiosignal zu übersetzen und an die digitale Schnittstelle **13** zu übergeben. Umgekehrt ist mittels der Analog/Digital-Wandlereinrichtung **16** ein digitales Ausgabesignal von der digitalen Schnittstelle **13** in ein analoges Ausgabesignal für die Lautsprecher **3** und **4** übersetzbar.

**[0053]** Die hier gezeigte schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung **1** weist zusätzliche vorteilhafte Merkmale auf, welche jeweils für sich einzeln oder in Kombination ergänzbar sind. Hierbei sind ein erster Sensor **23**, zum Beispiel eine Pulsmesseinrichtung, ein zweiter Sensor **24**, zum Beispiel eine Elektrode zur Abnahme von Hirnströmen, ein dritter Sensor **25**, zum Beispiel ein Beschleunigungssensor, ein vierter Sensor **26**, zum Beispiel ein Thermometer, und ein fünfter Sensor **27**, zum Beispiel ein GPS-Sensor, mit der digitalen Schnittstelle **13** verbunden. Weiterhin ist hier eine (eigene) Energiequelle **34**, zum Beispiel ein Lithium-Akkumulator, vorgesehen, wobei bevorzugt hierzu zusätzlich eine Energieaufnahmeschnittstelle **35** vorgesehen ist. In diesem Beispiel ist die Energieaufnahmeschnittstelle **35** über die digitale Schnittstelle **13** mit der Energiequelle **34** verbunden. In einer anderen Variante sind die Energieaufnahmeschnitt-

stelle **35** und die Energiequelle **34** direkt miteinander verbunden. In einer weiteren Variante wird die Energieaufnahme zum Laden der Energiequelle **34** von der digitalen Schnittstelle **13** bewerkstelligt. Weiterhin ist besonders bevorzugt eine Telefonspuleneinrichtung vorgesehen, wobei hier eine erste Telefonspule **28** entlang einer ersten Richtung **31**, eine zweite Telefonspule **29** entlang einer zweiten Richtung **32** und eine dritte Telefonspule **30** entlang einer dritten Richtung **33** vorgesehen sind. Somit sind alle Raumrichtungen abgedeckt und eine gute Position und Lager unabhängige Signalrezeption (von einer Hearing-Loop) gewährleistet.

**[0054]** In **Fig. 2** ist ein menschlicher Kopf **37** gezeigt, bei dem eine Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung **1** mit ihrer hier gezeigten rechten Haltevorrichtung **39** in dem entsprechenden Ohr **36** angeordnet ist.

**[0055]** In **Fig. 3** ist ein (rechter) äußerer Gehörgang **5** im Schnitt gezeigt, wobei von einer Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung **1** eine rechte Haltevorrichtung **39** beim Eingang **21** des äußeren Gehörgangs **5** beim Ohr **36** angeordnet ist. Somit sind der rechte Lautsprecher **4** und das erste rechte Mikrofon **9** im äußeren Gehörgang **5** angeordnet. Das zweite rechte Mikrofon **10** und das dritte rechte Mikrofon **11** sind hingegen zur Umgebung **12** ausgerichtet. Der Empfangsbereich des ersten rechten Mikrofon **9** ist somit in etwa der äußere Gehörgang **5**. Das zweite rechte Mikrofon **10** und das dritte rechte Mikrofon **11** weisen unterschiedliche Empfangsbereiche auf, welche zum Beispiel rechnerisch, zum Beispiel mittels Beamforming, auf einen ersten Empfangsbereich **18**, einen zweiten Empfangsbereich **19** und einen dritten Empfangsbereich **20** festlegbar sind. Es sei dabei darauf hingewiesen, dass die Empfangsbereiche **18** bis **20** allein für das bessere Verständnis rein schematischen ohne Beschränkung auf die tatsächliche physikalische Lagezuordnung dargestellt sind.

**[0056]** Über das rechte Kabel **15** werden die aufgenommenen analogen Audiosignale der rechten Mikrofone **9** bis **11** über eine zweite Verstärkereinrichtung **22** geleitet, wobei die zweite Verstärkereinrichtung **22** auf die rechten Mikrofone **9** bis **11** abgestimmt ist. Die verstärkten analogen Audiosignale werden nun an eine Analog/Digital-Wandlereinrichtung **16** übergeben, welche das verstärkte analoge Audiosignal in ein digitales Audiosignal umwandelt. Das digitale Audiosignal wird mittels einer digitalen Schnittstelle **13** an eine externe Recheneinheit **2** übergeben und dort verarbeitet. Umgekehrt ist ein (verbessertes) digitales Ausgabesignal von der externen Recheneinheit **2** auf die digitale Schnittstelle **13** übergebbar und der Analog/Digital-Wandlereinrichtung **16** (korrekter hier Digital/Analog-Wandlereinrichtung) als (verbessertes) analoges Ausgabesignal an die erste Verstärkereinrichtung **17** übergebbar, welche das analoge Ausgabesignal für den rech-

ten Lautsprecher **4** aufbereitet und über das rechte Kabel **15** an den rechten Lautsprecher **4** übergibt.

**[0057]** In Fig. 4 ist ein Schaubild eines computerausführbaren Verfahrens gezeigt, bei welchem zunächst Umgebungsgeräusche aufgenommen werden, in einer externen Recheneinheit bearbeitet werden und anschließend verbessert über einen Lautsprecher ausgegeben werden. Bevorzugt wird hierzu eine Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung **1** wie in den vorhergehenden Figuren beschrieben eingesetzt.

**[0058]** Zunächst wird in einem Schritt a.i ein analoges Mikrofonsignal durch Aufnahme aus der Umgebung eingespeist und daraufhin in einem Schritt a.ii an eine Analog/Digital-Wandlereinrichtung weitergeleitet. Anschließend wird in einem Schritt a.iii aus dem analogen Mikrofonsignal ein digitales Mikrofonsignal in der Analog/Digital-Wandlereinrichtung erzeugt, welches in einem Schritt a.iv an eine externe Recheneinheit, bevorzugt über eine digitale Schnittstelle, übermittelt wird.

**[0059]** In einem Schritt b.i wird ein digitales Audiosignal, zum Beispiel von einer Musikwiedergabe oder eines Telefonats, auf Basis des übermittelten digitalen Mikrofonsignals für den Nutzer angepasst, wobei hier ein geeigneter Algorithmus eingesetzt wird. Hieraus wird in einem Schritt b.ii ein verbessertes digitales Ausgabesignal erzeugt, welches für die menschliche Wahrnehmung, insbesondere für einen Hörgeschädigten, zur erleichterten Wahrnehmung verbessert ist. Im darauffolgenden Schritt b.iii wird geprüft, ob das digitale verbesserte Audiosignal von dem eingesetzten Algorithmus in geeigneter Weise aufbereitet worden ist. Ist dies nicht der Fall, werden die Schritte b.i bis b.iii wiederholt, wobei bevorzugt einen anderer oder veränderter Algorithmus zur Aufbereitung eingesetzt wird. Solange eine vorgegebene maximale Latenz (bevorzugt maximal 10 ms [Millisekunden]) insgesamt nicht überschritten wird, können die Schritte b.i bis b.iii bis zur ausreichenden Aufarbeitung des digitalen verbesserten Ausgabesignals wiederholt werden.

**[0060]** Sobald das digitale verbesserte Ausgabesignal den Anforderungen in Schritt b.iii genügt oder eine Überschreitung der maximalen Latenz droht, wird das verbesserte digitale Ausgabesignal über eine digitale Schnittstelle an die Digital/Analog-Wandlereinrichtung übergeben und dort in einem Schritt c.i in ein verbessertes analoges Ausgabesignal umgewandelt. Abschließend wird in einem Schritt c.ii das analoge verbesserte Ausgabesignal an den zumindest einen Lautsprecher übergeben, nachdem das analoge verbesserte Ausgabesignal über eine auf den zumindest einen Lautsprecher eingerichtete Verstärkereinrichtung geleitet worden ist.

**[0061]** Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass das Analog/Digital-Wandeln in Schritt a.iii von dem analogen Mikrofonsignal in ein digitales Mikrofonsignal vor dem Übermitteln an die externe Recheneinheit vorgenommen wird, und dass das Digital/Analog-Wandeln in Schritt c.i nach dem Ausgeben des digitalen verbesserten Ausgabesignals aus der externen Recheneinheit vorgenommen wird. Darüber hinaus wird das Ausgabesignal vor dem Übermitteln an den zumindest einen Lautsprecher und nach dem Ausgeben des digitalen verbesserten Ausgabesignals aus der externen Recheneinheit in einer Verstärkereinrichtung verstärkt, wobei die Verstärkereinrichtung (Ausgangsimpedanz) auf die Eigenschaften des zumindest einen Lautsprechers (Eingangsimpedanz) zugeschnitten ist.

**[0062]** Mit der hier dargestellten Erfindung ist es möglich, eine beliebige externe Recheneinheit zur digitalen Verbesserung einer Audioausgabe zu verwenden und zugleich unabhängig von der jeweils gewählten Recheneinheit eine reproduzierbare Klangqualität zu erreichen.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung
<b>2</b>	externe Recheneinheit
<b>3</b>	linker Lautsprecher
<b>4</b>	rechter Lautsprecher
<b>5</b>	äußerer Gehörgang
<b>6</b>	erstes linkes Mikrofon
<b>7</b>	zweites linkes Mikrofon
<b>8</b>	drittes linkes Mikrofon
<b>9</b>	erstes rechtes Mikrofon
<b>10</b>	zweites rechtes Mikrofon
<b>11</b>	drittes rechtes Mikrofon
<b>12</b>	Umgebung
<b>13</b>	digitale Schnittstelle
<b>14</b>	linkes Kabel
<b>15</b>	rechtes Kabel
<b>16</b>	Analog/Digital-Wandlereinrichtung
<b>17</b>	erste Verstärkereinrichtung
<b>18</b>	erster Empfangsbereich
<b>19</b>	zweiter Empfangsbereich
<b>20</b>	dritter Empfangsbereich
<b>21</b>	Eingang
<b>22</b>	zweite Verstärkereinrichtung
<b>23</b>	erster Sensor
<b>24</b>	zweiter Sensor
<b>25</b>	dritter Sensor
<b>26</b>	vierter Sensor
<b>27</b>	fünfter Sensor
<b>28</b>	erste Telefonspule
<b>29</b>	zweite Telefonspule
<b>30</b>	dritte Telefonspule
<b>31</b>	erste Raumrichtung
<b>32</b>	zweite Raumrichtung
<b>33</b>	dritte Raumrichtung
<b>34</b>	Energiequelle

- 35** Energieaufnahmeschnittstelle
- 36** Ohr
- 37** Kopf
- 38** linke Halteeinrichtung
- 39** rechte Halteeinrichtung

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- US 8243942 B2 [0002]
- WO 2010/129212 A1 [0002]
- DE 102004016577 [0002]

## Patentansprüche

1. Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung (1) für eine externe Recheneinheit (2), aufweisend zumindest die folgenden Komponenten:

- zumindest einen Lautsprecher (3, 4) mit einer Halteeinrichtung (38) zum temporären Halten des zumindest einen Lautsprechers (3, 4) bei einem menschlichen äußeren Gehörgang (5);
- zumindest ein Mikrofon (6, 7, 8, 9, 10, 11) bei jeweils einem der Lautsprecher (3, 4) zur Aufnahme von Geräuschen in der Umgebung (12) des jeweiligen Lautsprechers (3, 4);
- zumindest eine Schnittstelle (13) zu einer externen Recheneinheit (2) zum Übermitteln von Signalen zu dem zumindest einen Lautsprecher (3, 4) und von dem zumindest einen Mikrofon (6, 7, 8, 9, 10, 11) von einer externen Recheneinheit (2) beziehungsweise an die externe Recheneinheit (2); und
- zumindest ein Kabel (14, 15), welches den zumindest einen Lautsprecher (3, 4) und das zumindest eine Mikrofon (6, 7, 8, 9, 10, 11) zum Übertragen der Signale mit der zumindest einen Schnittstelle (13) verbindet,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass die zumindest eine Schnittstelle (13) eine digitale Schnittstelle (13) ist, dass zwischen der zumindest einen Schnittstelle (13) und dem zumindest einen Kabel (14, 15) eine Analog/Digital-Wandlereinrichtung (16) vorgesehen ist, und dass zwischen der zumindest einen Schnittstelle (13) und dem zumindest einen Lautsprecher (3, 4) eine erste Verstärkereinrichtung (17) vorgesehen ist.

2. Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei eine Mehrzahl von Mikrofonen (6, 7, 8, 9, 10, 11) an jeweils einem Lautsprecher (3, 4) angeordnet sind, wobei diese jeweils unterschiedliche Empfangsbereiche (18, 19, 20) in der Umgebung (12) des jeweiligen Lautsprechers (3, 4) abdecken, wobei bevorzugt zumindest ein Mikrofon (6, 7, 8, 9, 10, 11) vorgesehen ist, mittels welchem ein Geräusch im äußeren Gehörgang (5) aufnehmbar ist, während der jeweilige Lautsprecher (3, 4) beim Eingang (21) zu dem äußeren Gehörgang (5) positioniert ist, wobei weiterhin bevorzugt ein Mikrofon (6, 7, 8, 9, 10, 11) zur Knochenschallaufnahme eingerichtet ist.

3. Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei weiterhin eine zweite Verstärkereinrichtung (22) zwischen der zumindest einen Schnittstelle (13) und dem zumindest einen Mikrofon (6, 7, 8, 9, 10, 11) angeordnet ist.

4. Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest ein zusätzlicher Sensor (23, 24, 25, 26, 27) zur Aufnahme von zumindest einem der folgenden Parameter vorgesehen ist:

- Pulsfrequenz des Nutzers;

- Hirnaktivität des Nutzers;
- Körpertemperatur des Nutzers;
- Beschleunigung einer Komponente der Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung (1), bevorzugt des zumindest einen Lautsprechers (3, 4); und
- lokale und/oder globale Position einer Komponente der Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung (1), bevorzugt des zumindest einen Lautsprechers (3, 4).

5. Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei weiterhin zumindest eine Telefonspule (28, 29, 30) zum Erfassen eines induktiven Signals vorgesehen ist, bevorzugt jeweils eine Telefonspule (28, 29, 30) pro Raumrichtung (31, 32, 33), welche jeweils orthogonal zueinander ausgerichtet sind, wobei bevorzugt die Analog/Digital-Wandlereinrichtung (16) zum Wandeln des erfassten Signals eingerichtet ist und das gewandelte Signal an die zumindest eine Schnittstelle (13) übergebbar ist.

6. Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Energiequelle (34) umfasst ist, wobei die Energiequelle (34) zum Versorgen zumindest einer der folgenden Komponenten eingerichtet ist:

- Lautsprecher (3, 4);
- Mikrofon (6, 7, 8, 9, 10, 11);
- Analog/Digital-Wandlereinrichtung (16);
- zusätzlicher Sensor (23, 24, 25, 26, 27) nach Anspruch 4;
- Verstärkereinrichtung (17, 22); und
- eine verbundene externe Recheneinheit (2), wobei bevorzugt weiterhin eine separate Energieaufnahmeschnittstelle (35) vorgesehen ist.

7. Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mittels der ersten Verstärkereinrichtung (17) ein größerer Schalldruckpegel erzeugbar ist, als ein in der Recheneinheit (2) enthaltener Verstärker, bevorzugt sind Signale unterhalb einer unteren Hörschwelle auf ein Lautstärken-Niveau oberhalb dieser Hörschwelle anhebbar, während die Signale oberhalb dieser Hörschwelle nicht oder nur vermindert angehoben werden.

8. Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der zumindest eine Lautsprecher (3, 4) zur Geräuschtilgung eingerichtet ist.

9. Computerausführbares Verfahren zum sicheren Echtzeit-Übertragen von rechner-prozessierten Klangsignalen in zumindest einen Lautsprecher (3, 4) für ein menschliches Ohr (36) unter Berücksichtigung von mittels zumindest eines am Kopf (37) positionierten Mikrofon (6, 7, 8, 9, 10, 11), bevorzugt für eine Mikrofon-Kopfhörer-Einrichtung (1) nach einem

der vorhergehenden Ansprüche, aufweisend zumindest die folgenden Schritte:

- a. Einspeisen eines analogen Mikrofonsignals auf Grundlage mittels des zumindest einen am Kopf (37) positionierten Mikrofons (6, 7, 8, 9, 10, 11) erfassten Geräuschs, Weiterleiten des analogen Mikrofonsignals an eine Analog/Digital-Wandlereinrichtung (16) und Übermitteln des gewandelten digitalen Mikrofonsignals an eine Recheneinheit (2);
- b. Erzeugen eines digitalen verbesserten Ausgabesignals für die menschliche Wahrnehmung mittels Anpassen eines digitalen Audiosignals an das übermittelte digitale Mikrofonsignal nach einem vorbestimmten Algorithmus;
- c. Wandeln des digitalen verbesserten Ausgabesignals in ein analoges verbessertes Ausgabesignal und Übermitteln des analogen verbesserten Ausgabesignals an den zumindest einen Lautsprecher (3, 4) für ein menschliches Ohr (36), wobei die Signalverarbeitung von Schritt a. bis Schritt c. insgesamt eine Latenz von maximal 10 Millisekunden verursacht,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass das Analog/Digital-Wandeln vor dem Übermitteln an die Recheneinheit (2) vorgenommen wird, und dass das Digital/Analog-Wandeln nach dem Ausgeben des digitalen verbesserten Ausgabesignals aus der Recheneinheit (2) vorgenommen wird, und dass das Ausgabesignal vor dem Übermitteln an den zumindest einen Lautsprecher (3, 4) und nach dem Ausgeben des digitalen verbesserten Ausgabesignals aus der Recheneinheit (2) in einer Verstärkereinrichtung (17) verstärkt wird, wobei die Verstärkereinrichtung (17) auf die Eigenschaften des zumindest einen Lautsprechers (3, 4) zugeschnitten ist.

10. Computerprogrammprodukt umfassend ein Computerprogramm enthaltend ein computerausführbares Verfahren nach Anspruch 9, welches nach einem Speichern und/oder nach einem Kopieren des Computerprogramms oder nach einer Installation betriebsfertig auf einer externen Recheneinheit (2), bevorzugt einem Smartphone, ausführbar ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

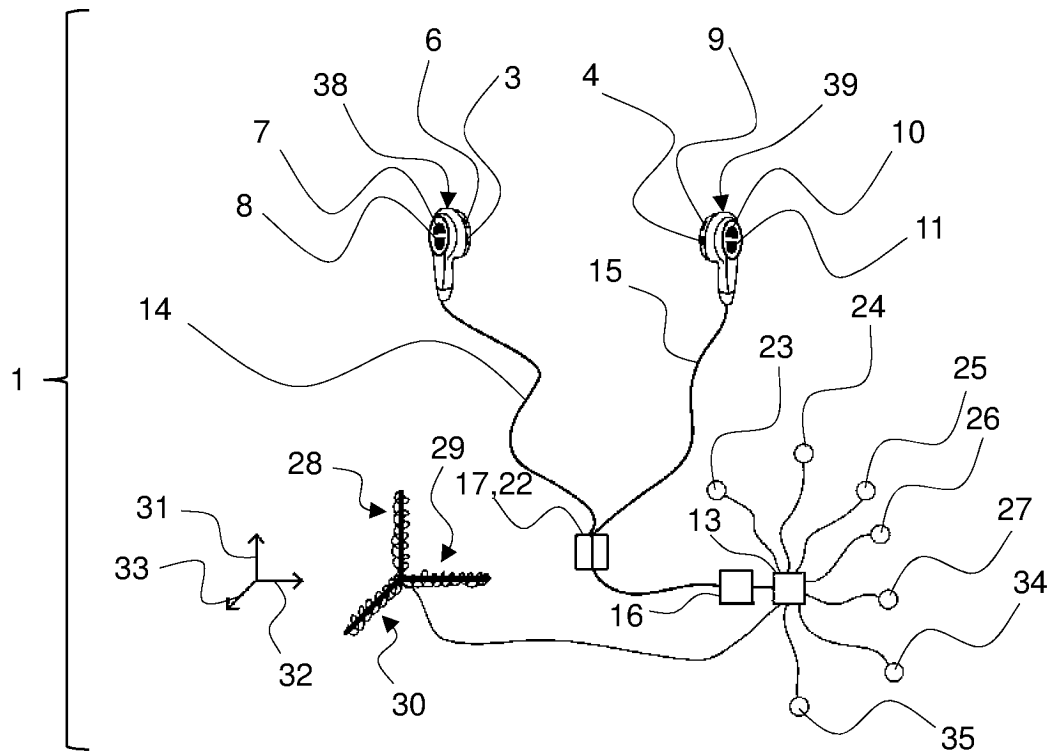


Fig. 1

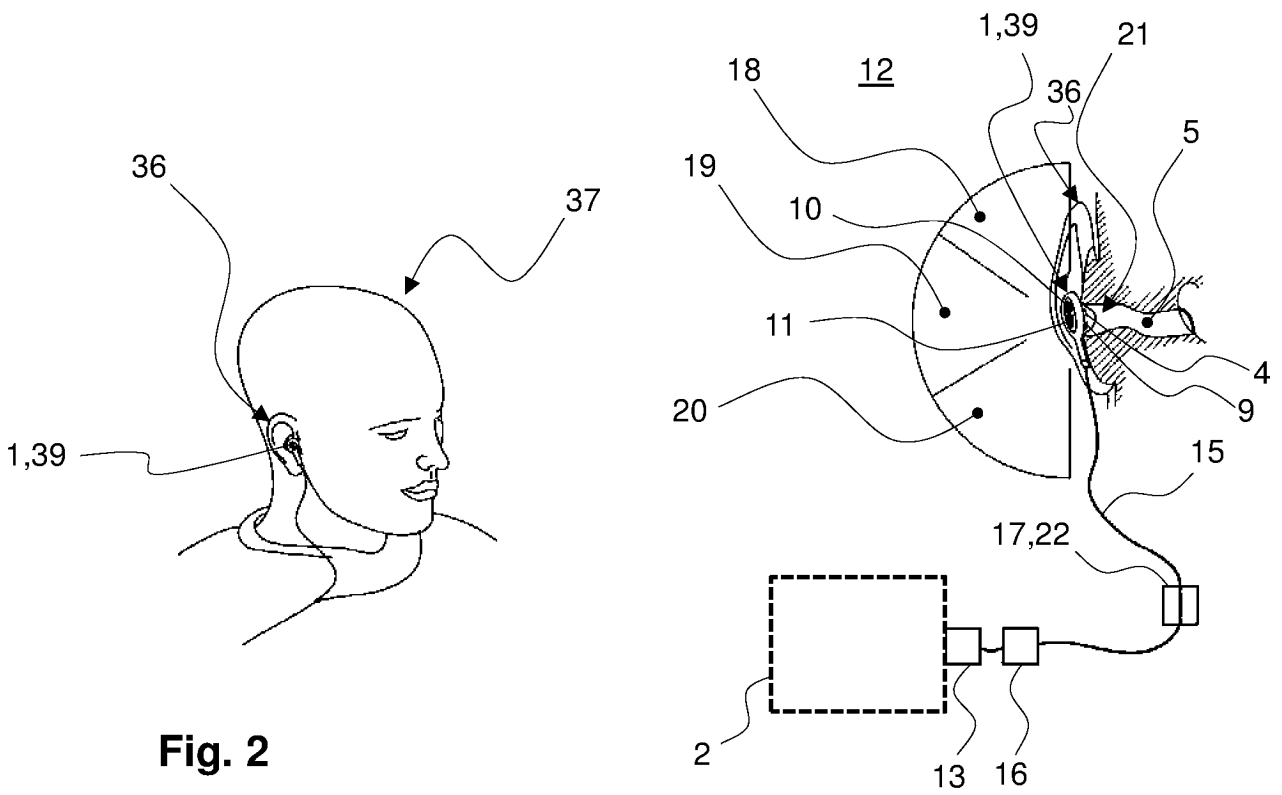
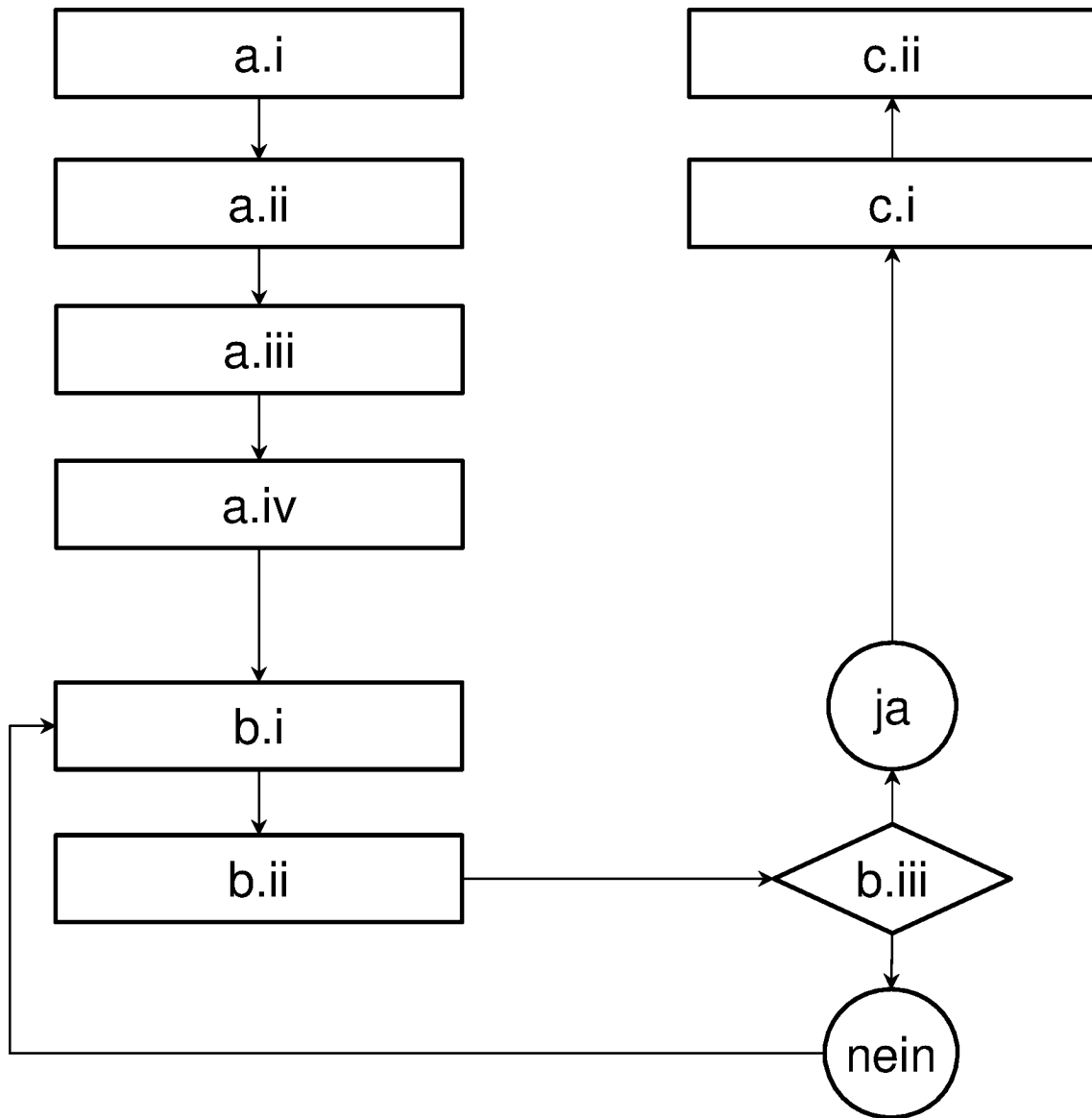


Fig. 2

Fig. 3



**Fig. 4**