



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.07.2018 Patentblatt 2018/29

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

(21) Anmeldenummer: **17210971.2**

(22) Anmeldetag: **28.12.2017**

(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:
MA MD TN

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

(72) Erfinder:
• **ROSENKRANZ, Tobias Daniel**
91054 Erlangen (DE)
• **PETRAUSCH, Stefan**
91056 Erlangen (DE)

(30) Priorität: **16.01.2017 DE 102017200597**

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

(54) **VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES HÖRSYSTEMS UND HÖRSYSTEM**

(57) Es wird ein Verfahren zum Betrieb eines Hörsystems (2) angegeben, wobei ein Schallsignal (S), welches von einer Schallquelle (Q) ausgeht, mittels mehrerer Mikrofone (4) gemessen wird, wobei die Mikrofone (4) in unterschiedlichen Geräten (6, 10) verbaut sind, wobei jedes der Mikrofone (4) das Schallsignal (S) aufnimmt und daraus ein Mikrofonsignal (M) erzeugt, wobei das Hörsystem (2) binaural ist und wobei zwei der Geräte (6, 10) jeweils als ein Hörgerät (6) des Hörsystems (2) ausgebildet sind, wobei für zumindest die beiden Mikrofon-

signale (M) der Mikrofone (4) der Hörgeräte (6) jeweils eine individuelle Nachhallzeit (indN) bestimmt wird, wobei die individuellen Nachhallzeiten (indN) in einem Datensatz (D) zusammengeführt werden, aus welchem eine allgemeine Nachhallzeit (allgN) bestimmt wird, und wobei ein Betriebsparameter des Hörsystems (2) in Abhängigkeit der allgemeinen Nachhallzeit (allgN) eingestellt wird. Weiter wird ein entsprechendes Hörsystem (2) angegeben.

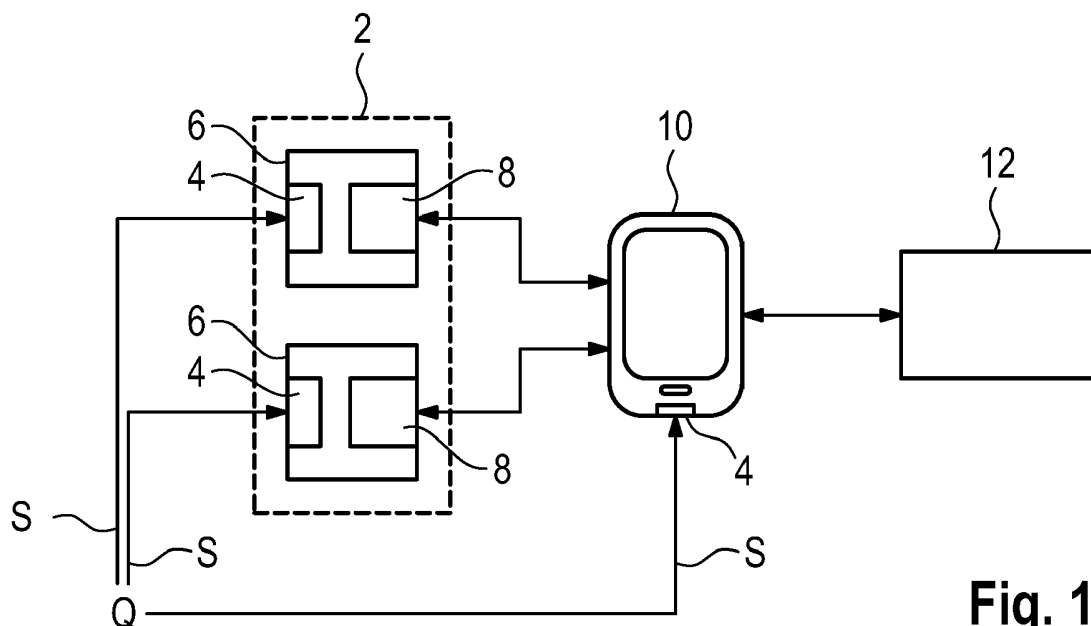


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Hörsystems sowie ein entsprechendes Hörsystem.

[0002] Ein Hörsystem weist ein oder zwei Hörgeräte auf, welche von einem Anwender am oder im Ohr getragen werden und welche der Verstärkung oder der Modifikation von Geräuschen aus der Umgebung des Anwenders dienen. Üblicherweise werden Hörsysteme von Gehörgeschädigten getragen, d.h. von Personen mit verminderter Hörfähigkeit. Ein Hörgerät nimmt dann über ein Mikrofon die Geräusche der Umgebung als Mikrofon-signale auf und verstärkt diese. Die verstärkten Geräusche werden dann als Ausgabesignale über einen Lautsprecher, auch als Hörer bezeichnet, ausgegeben. Alternativ oder zusätzlich zu einer Verstärkung werden andere Modifikationen vorgenommen, beispielsweise eine Filterung oder allgemein eine Veränderung einzelner Frequenzen oder Frequenzbänder.

[0003] Die Verarbeitung der Mikrofon-signale zur Erzeugung geeigneter Ausgabesignale ist von einer Vielzahl von Faktoren abhängig. Dieser Tatsache wird über einstellbare Betriebsparameter Rechnung getragen, welche je nach Situation geeignet bestimmt und eingestellt werden. Dazu weist das Hörsystem, üblicherweise jedes einzelne Hörgerät, eine entsprechende Steuereinheit auf. Die optimalen Betriebsparameter sind einerseits von der individuellen Hörcharakteristik des Anwenders abhängig, andererseits auch von der Umgebung, in welcher sich der Anwender zu einem gegebenen Zeitpunkt befindet.

[0004] Ein besonderes Problem stellt der sogenannte Nachhall dar. Dabei handelt es sich insbesondere um Geräusche, welche den Anwender und somit das Mikrofon im Hörgerät aufgrund der Umgebungsbeschaffenheit zeitverzögert und mitunter aufgrund von Reflexion mehrfach erreichen. Nachhall tritt typischerweise in geschlossenen Räumen auf und ist von deren konkreter Geometrie und Größe abhängig. Der Nachhall ist insbesondere diffus und unterscheidet sich insofern vom sogenannten Direktschall, welcher das Mikrofon aus einer bestimmten Richtung erreicht. Um die Betriebsparameter eines Hörsystems optimal einstellen zu können, ist eine Quantifizierung des Nachhalls notwendig. Hierzu wird üblicherweise eine sogenannte Nachhallzeit gemessen. Diese beschreibt das zeitliche Abklingen eines Geräusches. Eine spezielle Nachhallzeit ist die sogenannte T60-Zeit, kurz T60. Eine Methode zur Bestimmung der Nachhallzeit ist beispielsweise beschrieben in der Veröffentlichung "Single-Channel Maximum-Likelihood T60 Estimation Exploiting Subband Information", ACE Challenge Workshop, IEEE-WASPAA 2015.

[0005] Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Betrieb eines Hörsystems anzugeben, wobei die Bestimmung der Nachhallzeit verbessert ist. Insbesondere sollen eine möglichst schnelle Ermittlung der Nachhallzeit erfolgen und dadurch die Betriebsparameter des Hörsystems möglichst schnell an

die aktuelle Umgebung angepasst werden. Weiterhin soll ein entsprechendes Hörsystem angegeben werden.

[0006] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 sowie durch ein Hörsystem mit den Merkmalen gemäß Anspruch 15. Vorteilhafte Ausgestaltungen, Weiterbildungen und Varianten sind Gegenstand der Unteransprüche. Dabei gelten die Ausführungen im Zusammenhang mit dem Verfahren sinngemäß auch für das Hörsystem sowie umgekehrt.

[0007] Das Verfahren dient zum Betrieb eines Hörsystems. Ein solches weist üblicherweise ein oder zwei Hörgeräte auf, welche von einem Anwender oder Träger des Hörsystems jeweils in oder am Ohr getragen werden. Vorliegend ist das Hörsystem binaural und weist zwei Hörgeräte auf. Ein Schallsignal, auch Ursprungssignal genannt, welches von einer Schallquelle ausgeht, wird mittels mehrerer Mikrofone gemessen, wobei die Mikrofone in unterschiedlichen Geräten verbaut sind. "Ein" ist hier nicht als Zahlwort zu verstehen, vielmehr werden vorzugsweise mehrere Schallsignale gemessen, bevorzugterweise auch von mehreren Schallquellen, um möglichst viele Daten zu erhalten. Unter "unterschiedlichen Geräten" werden insbesondere solche Geräte verstanden, welche räumlich voneinander getrennt sind und welche üblicherweise nicht fest miteinander verbunden sind, sondern vielmehr grds. gegeneinander beweglich sind. Beispiele für ein Gerät sind, ein Hörgerät des Hörsystems, ein Smartphone, ein Telefon, ein Fernseher, ein Computer oder dergleichen. Wesentlich ist, dass das Gerät zumindest ein Mikrofon aufweist. Vorliegend sind zumindest zwei Mikrofone verbaut, nämlich jeweils eines in einem der Hörgeräte des Hörsystems. Die beiden Hörgeräte sind also unterschiedliche Geräte.

[0008] Jedes der Mikrofone nimmt das Schallsignal auf und erzeugt daraus ein Mikrofon-signal. Mit anderen Worten: die verschiedenen Mikrofone nehmen grundsätzlich alle das gleiche Schallsignal auf und erzeugen jeweils individuell ein Mikrofon-signal. Das Schallsignal geht üblicherweise von einer Schallquelle aus, beispielsweise einem Gesprächspartner oder einem Lautsprecher. Das Schallsignal ist dabei zeitlich begrenzt, sodass von der Schallquelle zeitlich nacheinander mehrere Schallsignale ausgehen können und dann ein jeweiliges Mikrofon insbesondere zeitlich nacheinander mehrere Schallsignale empfängt und daraus jeweils ein Mikrofon-signal erzeugt. Grundsätzlich können auch mehrere Schallquellen vorhanden sein, welche zeitgleich und/oder zeitversetzt jeweils ein oder mehrere Schallsignale abgeben.

[0009] Zweckmäßigerweise werden all diese Schallsignale von den Mikrofonen jeweils erfasst und es wird dann entsprechend eine Vielzahl von Mikrofon-signalen erzeugt. Die Mikrofon-signale stellen hierbei Rohdaten dar. Ein einzelnes Mikrofon-signal muss dabei nicht notwendigerweise einen bestimmten Sinngehalt aufweisen. Vielmehr handelt es sich bei den Mikrofon-signalen vorzugsweise um sogenannte "snippets", d.h. Ausschnitte oder Abschnitte. Die Mikrofon-signal, d.h. die Rohdaten zur

späteren Analyse, sind somit vergleichsweise kurz, insbesondere im Vergleich zu einzelnen gesprochenen Worten. Vorzugsweise sind die Mikrofonsignale jeweils höchstens 1s lang, besonders bevorzugt höchstens 100ms lang.

[0010] Die Erzeugung von Mikrofonsignalen zur späteren Analyse weist insbesondere zwei Dimensionen auf: zum Einen wird dasselbe Schallsignal mit mehreren Mikrofonen erfasst, zum Anderen erfasst dasselbe Mikrofon aber vorzugsweise auch mehrere Schallsignale, z.B. zeitlich versetzte Schallsignale und/oder Schallsignale von unterschiedlichen Schallquellen. Diese Vielzahl an aufgenommenen Schallsignalen und an daraus erzeugten Mikrofonsignalen bildet nachfolgend die Basis für eine besonders effektive und präzise Bestimmung einer allgemeinen Nachhallzeit in der konkreten Umgebung.

[0011] Für zumindest zwei der Mikrofonsignale, bevorzugterweise für jedes der Mikrofonsignale, wird jeweils eine individuelle Nachhallzeit bestimmt. Die zumindest zwei Mikrofonsignale stammen dabei insbesondere von zwei unterschiedlichen Mikrofonen, d.h. nicht von demselben Mikrofon. Vorliegend stammen die zumindest zwei Mikrofonsignale von den beiden Hörgeräten des Hörsystems. Unter "Bestimmung einer individuellen Nachhallzeit" wird insbesondere verstanden, dass die Mikrofonsignale vorzugsweise unabhängig voneinander auf das Vorliegen eines geeigneten Ereignisses oder Merkmals zur Bestimmung einer individuellen Nachhallzeit, insbesondere T60-Zeit, untersucht werden und bei Vorliegen eines solchen Ereignisses oder Merkmals dann eine individuelle Nachhallzeit ermittelt wird. Die Bestimmung der individuellen Nachhallzeit beinhaltet demnach zunächst eine Eignungsprüfung, d.h. ein jeweiliges Mikrofonsignal wird zunächst dahingehend untersucht, ob aus diesem eine individuelle Nachhallzeit bestimmbar ist. Vorzugsweise werden alle Mikrofonsignale zumindest einer solchen Eignungsprüfung, d.h. Untersuchung unterzogen. Ist das Ergebnis dieser Untersuchung positiv, d.h. ist eine individuelle Nachhallzeit aus dem Mikrofonsignal bestimmbar, dann wird diese auch bestimmt. Das Mikrofonsignal wird beispielsweise auf bestimmte charakteristische Merkmale untersucht, um beispielsweise transiente oder impulsartige Schallsignale zu erkennen, welche besonders geeignet zur Bestimmung der Nachhallzeit sind. Weist das Mikrofonsignal ein entsprechendes Ereignis oder Merkmal auf, so wird aus dem Mikrofonsignal eine zugehörige individuelle Nachhallzeit bestimmt. Eine jeweilige individuelle Nachhallzeit ist somit das Ergebnis eines konkreten Schallsignals, welches von einem bestimmten der Mikrofone aufgenommen wurde. Insbesondere wird aus einem einzelnen Schallsignal pro Mikrofon höchstens eine individuelle Nachhallzeit bestimmt. Das Schallsignal ist dann insbesondere insofern zeitlich begrenzt, als dass Ereignisse oder Merkmale, welche zur Bestimmung einer weiteren individuellen Nachhallzeit geeignet sind, einem neuen, nachfolgenden Schallsignal zugeordnet sind. Ein jeweiliges

Schallsignal und das entsprechende Mikrofonsignal stellen somit im Rahmen der Bestimmung der Nachhallzeit insbesondere einen kleinsten auswertbaren oder verwertbaren Abschnitt dar.

[0012] Aus demselben Schallsignal werden von den verschiedenen Mikrofonen nicht notwendigerweise gleichartige Mikrofonsignale erzeugt. Zudem sind verschiedene insbesondere zeitlich versetzte Schallsignale unter Umständen unterschiedlich gut geeignet um Merkmale zur Nachhallzeitschätzung, d.h. Nachhallzeitbestimmung, zu bestimmen oder enthalten erst gar nicht solche Merkmale. Beispielhaft kann ein Abklingen des Schallpegels als Reaktion auf ein transientes Geräusch zur Nachhallzeitschätzung herangezogen werden. Je nach Schallsignal und je nach Positionierung der Schallquelle relativ zu einem jeweiligen Mikrofon ist es möglich, dass das entsprechende Mikrofonsignal keine geeigneten Merkmale enthält und aus diesem dann keine individuelle Nachhallzeit ermittelt werden kann oder dass zwar Merkmale vorhanden sind, diese aber zur Bestimmung nicht ausreichend sind. Das zugehörige Schallsignal wird dann zwar von dem entsprechenden Mikrofon erfasst, die Bestimmung einer individuellen Nachhallzeit bleibt jedoch ohne Ergebnis. Allgemein wird demnach die individuelle Nachhallzeit insbesondere bestimmt, indem ein jeweiliges Mikrofonsignal auf das Vorliegen eines Merkmals zur Bestimmung einer individuellen Nachhallzeit untersucht wird und indem bei einem entsprechenden Vorliegen dann die individuelle Nachhallzeit ermittelt wird.

[0013] Zur Bestimmung der individuellen Nachhallzeit wird ein jeweiliges Mikrofonsignal von einer geeigneten Steuereinheit verarbeitet. Dabei muss nicht notwendigerweise für alle Mikrofonsignale dieselbe Steuereinheit verwendet werden. Vielmehr werden in einer Variante die individuellen Nachhallzeiten durch verschiedene Steuereinheiten bestimmt. Dabei ist es zweckmäßig einen gemeinsamen Standard zugrunde zu legen, z.B. die genannte T60-Zeit. Die individuellen Nachhallzeiten werden in einem Datensatz zusammengeführt, aus welchem eine allgemeine Nachhallzeit bestimmt wird. Zweckmäßigerweise wird die allgemeine Nachhallzeit mittels eines statistischen Verfahrens aus dem Datensatz individueller Nachhallzeiten bestimmt, beispielsweise als Mittelwert oder im Rahmen eines maximum-likelihood-Verfahrens. Ein geeignetes Verfahren zur Bestimmung der allgemeinen Nachhallzeit aus einem Datensatz mit mehreren individuellen Nachhallzeiten ist in der eingangs bereits zitierten Veröffentlichung "Single-Channel Maximum-Likelihood T60 Estimation Exploiting Subband Information", ACE Challenge Workshop, IEEE-WASPAA 2015 beschrieben. Im Gegensatz zur vorliegenden Anmeldung werden dort jedoch nicht die Mikrofonsignale mehrerer Mikrofone von insbesondere unterschiedlichen Geräten ausgewertet und zusammengeführt.

[0014] Bei dem Verfahren wird insbesondere davon ausgegangen, dass sich alle Mikrofone in derselben

akustischen Situation befinden, in welcher zumindest ungefähr dieselbe Nachhallzeit herrscht. Denn insbesondere dann können die Mikrofonsignale auf vorteilhafte Weise im Rahmen einer statistischen Auswertung wie z. B. oben beschrieben zur Bestimmung der allgemeinen Nachhallzeit herangezogen werden. Das Vorliegen derselben akustischen Situation für die Mikrofone kann hinreichend insbesondere durch die örtliche Nähe der verschiedenen Geräte angenommen werden, welche zweckmäßigerweise durch den technischen Aufbau, z. B. Verbindungsstrecken zwischen den Geräten, und/oder durch eine Ortsbestimmung, z.B. mittels GPS, sichergestellt wird.

[0015] In Abhängigkeit der allgemeinen Nachhallzeit wird dann ein Betriebsparameter des Hörsystems eingestellt, d.h. das Hörgerät wird eingestellt, in einen bestimmten Betriebsmodus versetzt oder es wird ein bestimmtes Betriebsprogramm geladen. Insbesondere wird durch das Einstellen des Betriebsparameters der Nachhall verringert, sodass der Hörkomfort des Anwenders des Hörsystems verbessert ist.

[0016] Vorliegend ist das Hörsystem binaural und zwei der Geräte sind jeweils als ein Hörgerät des Hörsystems ausgebildet. Mit anderen Worten: das Hörsystem weist zwei Hörgeräte auf, welche üblicherweise auf unterschiedlichen Seiten des Kopfes eines Nutzers getragen werden können und vorzugsweise auch getragen werden. Unbeschadet einer zusätzlichen Verwendung weiterer Mikrofone weiterer Geräte, weist dann das Hörsystem ein erstes Hörgerät mit einem ersten Mikrofon auf sowie ein zweites Hörgerät mit einem zweitem Mikrofon. Die beiden Geräte und damit die beiden Mikrofone sind dann auf unterschiedlichen Seiten des Kopfes angeordnet und decken somit unterschiedliche Hemisphären ab. Die zumindest zwei Mikrofonsignale, für welche jeweils eine individuelle Nachhallzeit bestimmt wird, sind demnach Mikrofonsignale, welche von den beiden unterschiedlichen Hörgeräten des Hörsystems erzeugt werden.

[0017] Im Rahmen des Verfahrens wird also zumindest für die beiden Mikrofonsignale der Mikrofone der Hörgeräte jeweils eine individuelle Nachhallzeit bestimmt. Mit anderen Worten: das Hörsystem weist zwei Hörgeräte auf, welche jeweils ein Mikrofon aufweisen, wobei jedes der Mikrofone das Schallsignal aufnimmt und daraus ein Mikrofonsignal erzeugt, sodass zwei Mikrofonsignale erzeugt werden. Aus den beiden Mikrofonsignalen der Hörgeräte wird dann jeweils eine individuelle Nachhallzeit bestimmt. Je nach Ausgestaltung kommen dann weitere Mikrofonsignale anderer Geräte hinzu. In einer ersten Variante umfasst das Sensornetzwerk lediglich die beiden Mikrofone der beiden Hörgeräte des Hörsystems, in einer zweiten Variante umfasst das Sensornetzwerk noch zusätzlich weitere Mikrofone, welche insbesondere in anderen Geräten untergebracht sind und gerade nicht in den Hörgeräten des Hörsystems.

[0018] Die Kombination beider Mikrofone eines binau-

ralen Hörsystems in einem gemeinsamen Sensornetzwerk gewährleistet gegenüber einem individuellen Betrieb der Hörgeräte eine verbesserte Einstellung des Hörsystems insgesamt. Dies wird insbesondere deutlich hinsichtlich der Abschattung einzelner Mikrofone. Das erste Hörgerät nimmt das Schallsignal aufgrund einer Abschattung, beispielsweise durch den Kopf des Anwenders, welcher zwischen der Schallquelle und dem Mikrofon positioniert ist, unter Umständen nicht oder nicht vollständig wahr. Ein anderes Mikrofon im Raum, insbesondere ein Mikrofon des zweiten Hörgeräts auf der anderen Seite des Kopfes, nimmt das Schallsignal jedoch vollständig wahr. Die hieraus bestimmte Nachhallzeit wird dann zweckmäßigerweise zur Einstellung des ersten Hörgeräts verwendet, welches ansonsten keine Möglichkeit hätte, optimal eingestellt zu werden. Das Konzept ist dabei auf jegliche Kombination zweier oder mehr Geräte mit Mikrofon anwendbar, welcher aufgrund ihrer typischerweise unterschiedlichen Positionierung im Raum dasselbe Schallsignal unter Umständen aufgrund einer Abschattung nicht aufnehmen.

[0019] Ein besonderer Vorteil bei der oben beschriebenen Verwendung der beiden Hörgeräte eines binauralen Hörsystems gegenüber einer Kombination mit jeglichen anderen Geräten ist, dass die relative Lage der beiden Geräte zueinander mit besonders hoher Sicherheit bekannt ist. Die beiden Hörgeräte sind nämlich durch die Anordnung auf unterschiedlichen Seiten des Kopfes in einem festen Abstand angeordnet, welcher zwar von Nutzer zu Nutzer leicht variieren kann, im Mittel jedoch etwa 20cm beträgt. Demgegenüber ist die Lage anderer Geräte, wie z.B. Smartphone, Telefonanlage, Fernseher oder Computer, relativ zueinander oder relativ zum Hörsystem mit einer größeren Unsicherheit behaftet und auch deutlich größeren Schwankungen unterworfen. Die oben beschriebene Annahme, dass die diversen Mikrofone sich in derselben akustischen Situation befinden, gilt also besonders für die beiden Hörgeräte eines binauralen Hörsystems, kann jedoch für andere Geräte nicht zwingend gegen sein, z.B. wenn sich ein Fernseher in einem benachbarten Raum befindet oder wenn ein Smartphone in einer Tasche untergebracht ist.

[0020] Der Erfindung liegt zunächst insbesondere die Beobachtung zugrunde, dass die Messung der Nachhallzeit üblicherweise fehlerbehaftet ist und dass die Qualität der Messung zudem stark umgebungsabhängig ist. Grundsätzlich ist es möglich, mit dem Mikrofon eines Hörgeräts mehrmals und über einen längeren Zeitraum von typischerweise mehreren Minuten die Nachhallzeit mehrmals zu ermitteln, um einen möglichst brauchbaren Mittelwert für die Nachhallzeit zu erhalten. Dadurch ergibt sich jedoch für das Hörsystem eine entsprechend lange Anpassungsphase, in welcher das Hörsystem möglicherweise nicht optimal eingestellt ist. Dieser Nachteil wird vorliegend durch eine drastische Verkürzung derjenigen Zeit reduziert, welche zur Ermittlung der Nachhallzeit notwendig ist. Dies wird ermöglicht durch die Zusammenführung von Daten mehrerer Mikrofone in unter-

schiedlichen Geräten und der gemeinsamen Auswertung dieser Daten, genauer der individuellen Nachhallzeiten. Dabei besteht ein Kerngedanke der Erfindung insbesondere darin, ein möglichst großes Sensornetzwerk, d.h. möglichst viele Mikrofone, zu verwenden, um möglichst schnell möglichst viele Mikrofon-signale und somit Rohdaten zu erhalten und daraus möglichst viele individuelle Nachhallzeiten zu ermitteln. Diese werden dann verarbeitet, um zumindest einen Betriebsparameter des Hörsystems besonders schnell und optimal einzustellen.

[0021] Vorliegend wurde erkannt, dass alternativ oder zusätzlich zu dem Mikrofon eines Hörgeräts auch andere Mikrofone gewinnbringend für die oben dargestellte Aufgabe verwendet werden können, speziell die Mikrofone der einzelnen Hörgeräte eines binauralen Hörsystems. Häufig ist in einem Raum zudem eine Vielzahl von weiteren Mikrofonen vorhanden, allen voran in Telefonen, Mobiltelefonen, insbesondere Smartphones, auch in Fernsehgeräten, Computern, Videokameras und ähnlichen Geräten, aber auch in den Hörgeräten anderer Personen, welche sich im gleichen Raum aufhalten. Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung besteht nun insbesondere darin, dass auch die Mikrofone solcher Geräte, d.h. bezüglich eines bestimmten Hörsystems externe Mikrofone zur Bestimmung der Nachhallzeit verwendet werden können und zweckmäßigerweise auch verwendet werden und damit zur Einstellung des Hörsystems herangezogen werden. Die verwendeten Mikrofone bilden ein Sensornetzwerk, genauer Mikrofonnetzwerk, welches eine besonders schnelle Bestimmung der Nachhallzeit ermöglicht, da im Vergleich zum einzelnen Hörgerät des Hörsystems deutlich mehr Quellen für Mikrofon-signale zur Verfügung stehen und genutzt werden. Dies ist insbesondere dadurch von Bedeutung, da zur Bestimmung der Nachhallzeit vorzugsweise impulsartige Schallsignale verwendet werden, welche üblicherweise selten sind im Vergleich zu anderen, z.B. kontinuierlichen Schallsignalen. Durch die Verwendung mehrerer Mikrofone wird dasselbe Schallsignal effektiver zur Bestimmung der Nachhallzeit genutzt. Vorliegend umfasst das Sensornetzwerk wenigstens zwei Mikrofone, welche in unterschiedlichen Hörgeräten des binauralen Hörsystems eines einzelnen Nutzers angeordnet sind und welche im Betrieb auf unterschiedlichen Seiten des Kopfs des Nutzers angeordnet sind. In dieser Ausgestaltung decken die beiden Mikrofone vorteilhaft beide Hemisphären, d.h. Seiten des Kopfes des Nutzers, ab. Zweckmäßigerweise umfasst das Sensornetzwerk jedoch noch weitere Mikrofone.

[0022] Deutlich wird zudem, dass das Hörsystem grundsätzlich auch vollständig basierend auf extern ermittelten Nachhallzeiten einstellbar ist. Das Hörsystem selbst braucht dann keine Nachhallzeiten zu bestimmen, sondern greift dann vollständig auf einen Datensatz zurück, welcher aus Mikrofonsignalen anderer Mikrofone gebildet wird oder wurde. Zweckmäßigerweise werden jedoch die Mikrofone des Hörsystems, genauer der Hörgeräte des Hörsystems verwendet, da diese Mikrofone

typischerweise deutlich besser zur Erfassung von Schallsignalen geeignet sind, als Mikrofone anderer Geräte.

[0023] In einer vorteilhaften Ausgestaltung sind zumindest zwei der Mikrofone in unterschiedlichen Hörsystemen angeordnet. Mit anderen Worten: die Mikrofone gehören zu unterschiedlichen Hörsystemen, welche von unterschiedlichen Anwendern genutzt werden. In dieser Ausgestaltung profitiert der Anwender von den gesamten Daten, genauer den Mikrofonsignalen, eines anderen Anwenders. Die beiden Hörsysteme sind zweckmäßigerweise zum Datenaustausch miteinander verbunden, z.B. über eine Drahtlosverbindung. Die Hörsysteme sind entweder direkt, d.h. unmittelbar miteinander verbunden oder mittelbar über ein zusätzliches Gerät, d.h. über ein Zusatzgerät.

[0024] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist eines der Mikrofone in einem Hörgerät angeordnet und ein anderes der Mikrofone in einem Smartphone. Auf diese Weise wird ein Mikrofon des Smartphones gewinnbringend zur Bestimmung der allgemeinen Nachhallzeit verwendet. Die Verwendung eines Smartphones ist besonders vorteilhaft dadurch, dass ein solches üblicherweise frei positionierbar ist, und beispielsweise in einem Raum an zentraler Stelle abgelegt werden kann, um möglichst viele Schallsignale möglichst optimal zu erfassen. Unter Umständen sind dadurch Schallsignale aufnehmbar, welche das Hörsystem selbst nicht oder nur schlecht aufnimmt. Das Hörsystem ist zum Datenaustausch zweckmäßigerweise mit dem Smartphone verbunden.

[0025] Die Bestimmung der individuellen Nachhallzeit, das Zusammenführen zu dem Datensatz und die Bestimmung der allgemeinen Nachhallzeit erfolgen in einer geeigneten Ausgestaltung sämtlich mittels einer Steuereinheit des Hörsystems. In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung werden dann die Mikrofon-signale zu einem Rohdatensatz zusammengeführt und gespeichert. Der Rohdatensatz ist nicht zwingend in dem Hörsystem gespeichert, vielmehr eignet sich hier besonders ein externer Speicher, z.B. als Teil Smartphones, eines Servers oder Cloud-Dienstes. Mit anderen Worten: die Rohdaten werden extern bezüglich des Hörsystems gespeichert. Das Hörsystem, genauer dessen Steuereinheit, greift dann auf die Rohdaten zu und bestimmt aus diesen soweit möglich zunächst die jeweils individuelle Nachhallzeit und anschließend die allgemeine Nachhallzeit. Dieser Ausgestaltung liegt die Überlegung zugrunde, dass zumindest das Hörsystem zur Analyse der Mikrofon-signale geeignet ausgebildet ist, nicht jedoch unbedingt andere Geräte. Daher werden zunächst lediglich die Rohdaten gesammelt und dann dem Hörsystem zur Verfügung gestellt. Durch das externe Speichern sind zudem die Mikrofon-signale auch für mehrere Nutzer nutzbar.

[0026] Diese vollständige Auswertung und Analyse der Rohdaten durch das Hörsystem selbst ist jedoch nicht zwingend. Daher werden die drei genannten Verfahrensschritte in einer Variante nicht mittels desselben

Geräts durchgeführt. Vielmehr ist eine Verteilung auf verschiedene Geräte ebenfalls zweckmäßig.

[0027] In einer vorteilhaften Ausgestaltung werden die individuellen Nachhallzeiten auf einem externen Zusatzgerät zu dem Datensatz zusammengeführt. Dabei werden zuvor vorzugsweise die individuellen Nachhallzeiten der Mikrofonssignale eines jeweiligen Mikrofons mittels desjenigen Geräts bestimmt, in welchem das Mikrofon verbaut ist. Konkret werden insbesondere die mittels eines Mikrofons des Hörsystems aufgenommenen Mikrofonssignale auch mittels einer Steuereinheit des jeweiligen Hörgeräts, in welchem das Mikrofon verbaut ist, ausgewertet. Bei einem Smartphone ermittelt dieses selbst die individuellen Nachhallzeiten der Mikrofonssignale von dessen Mikrofon. Allgemein wird also die individuelle Nachhallzeit möglichst lokal bestimmt. Dadurch wird die Datenmenge, welche anschließend übertragen werden muss, um den Datensatz zu bilden, deutlich reduziert, da nicht das gesamte Mikrofonssignal übertragen wird, sondern lediglich die daraus bestimmte individuelle Nachhallzeit. Die individuellen Nachhallzeiten werden an das Zusatzgerät übermittelt, z.B. über eine Drahtlosverbindung, und dort zum Datensatz zusammengeführt. In einer Variante werden dagegen die Mikrofonssignale an das Zusatzgerät übertragen und dort erst die individuellen Nachhallzeiten bestimmt. Auf dem Zusatzgerät werden also zunächst die Mikrofonssignale zu einem Rohdatensatz zusammengeführt und anschließend wird auf dem Zusatzgerät auch der Datensatz mit den individuellen Nachhallzeiten erzeugt, indem der Rohdatensatz mittels des Zusatzgeräts ausgewertet wird. Mit anderen Worten: auf dem Zusatzgerät wird der Datensatz zweckmäßigerweise auch ausgewertet. Zudem ermittelt das Zusatzgerät vorteilhafterweise aus dem Datensatz auch die allgemeine Nachhallzeit, welche anschließend an das Hörsystem übermittelt wird. Ein Vorteil dieser Ausgestaltung besteht insbesondere darin, dass das Zusatzgerät typischerweise mehr Rechenleistung aufweist und daher effektiver in der Auswertung des Datensatzes ist, als beispielsweise das Hörsystem. Das Zusatzgerät dient somit der Auslagerung der rechenintensiven Bestimmung der Nachhallzeit. Des Weiteren wird dadurch vorteilhaft auch der Energieverbrauch des Hörsystems reduziert.

[0028] Zweckmäßigerweise werden auf dem Zusatzgerät allgemein die Mikrofonssignale und speziell die individuellen Nachhallzeiten auch anderer Geräte als des Hörsystems in den entsprechenden Rohdatensatz oder Datensatz aufgenommen, sodass die an das Hörsystem rückübermittelte allgemeine Nachhallzeit nicht lediglich aus solchen individuellen Nachhallzeiten abgeleitet ist, welche allein vom Hörsystem ermittelt wurden. Stattdessen profitiert das Hörsystem auch von Nachhallzeiten, welche von anderen Geräten ermittelt wurden.

[0029] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist das Zusatzgerät ein Smartphone, d.h. allgemein insbesondere ein mobiles Gerät. Ein Smartphone zeichnet sich durch eine hohe Rechenleistung sowie durch eine hohe Energiekapazität aus, zumindest im Vergleich zu einem Hör-

gerät, und ist daher als Recheneinheit besonders geeignet. Ein Smartphone verfügt auch über geeignete Verbindungsmöglichkeiten zur Datenübertragung mit dem Hörsystem, beispielsweise über eine Bluetooth-Anbindung. Über eine entsprechende Verbindung zur Datenübertragung wird das Smartphone zweckmäßigerweise auch mit anderen Geräten verbunden, um von diesen Mikrofonssignale oder individuelle Nachhallzeiten zu empfangen und einen möglichst großen Datensatz zu bilden. Viele Anwender von Hörgeräten sind zudem bereits im Besitz eines Smartphones, sodass kein zusätzliches Zusatzgerät angeschafft werden muss. Üblicherweise befindet sich ein Smartphone auch in räumlicher Nähe zum Anwender und ist dadurch quasi durchgängig einsatzbereit.

[0030] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist das Zusatzgerät ein insbesondere feststehender, d.h. ortsfester Server, auf welchem der Datensatz gespeichert und insbesondere auch ausgewertet wird. In dieser Ausgestaltung stellt das Zusatzgerät auf vorteilhafte Weise eine zentrale Auswerteeinheit dar, welche eine hinreichende Rechenleistung zur Auswertung des Datensatzes aufweist und zudem die Mikrofonssignale und/oder individuellen Nachhallzeiten, d.h. allgemein Daten einer Vielzahl von Geräten zusammenführt. Vorzugsweise erfolgt das Zusammenführen über das Internet, d.h. im Rahmen einer Cloud-basierten Lösung. Der Server sammelt dann die Daten der verschiedenen Geräte und führt diese zentralisiert zusammen, sodass eine besonders schnelle und zuverlässige Bestimmung der allgemeinen Nachhallzeit und der Einstellung des Hörsystems gewährleistet ist. Vorteilhafterweise ist mittels des Servers auch eine Crowd-basierte Auswertung realisiert, indem die Daten mehrerer Hörsysteme von unterschiedlichen Anwendern zusammengeführt werden, sodass die Anwender untereinander von den Daten der jeweils anderen Anwender profitieren.

[0031] In einer besonders zweckmäßigen Ausgestaltung werden die beiden oben genannten Konzepte mit Smartphone und Server kombiniert, sodass zwei Zusatzgeräte verwendet werden, nämlich ein Smartphone und ein Server. Das Smartphone stellt dann zweckmäßigerweise ein Verbindungsglied zwischen dem Hörsystem und dem Server dar. Dazu ist das Smartphone beispielsweise über eine Bluetooth-Verbindung mit dem Hörsystem, genauer dessen Hörgerät oder Hörgeräten verbunden und empfängt einerseits von diesem aufgenommene Mikrofonssignale und/oder aus diesen ermittelte individuelle Nachhallzeiten. Auf dem Smartphone wird dann insbesondere ein lokaler Datensatz von individuellen Nachhallzeiten angelegt. Das Smartphone ist weiter mit dem Server verbunden, zweckmäßigerweise über das Internet, um von diesem zusätzliche individuelle Nachhallzeiten oder eine allgemeine Nachhallzeit abzurufen und/oder um den lokalen Datensatz an den Server zu übermitteln.

[0032] Insgesamt ist aufgrund der Aufteilung der Verfahrensschritte auf die diversen Geräte und Zusatzgerä-

te und aufgrund der verschiedenen Daten eine Vielzahl an Ausgestaltungen denkbar und geeignet. Insgesamt stellt die Verwendung eines Smartphones eine für den Anwender individuelle Lösung dar, wohingegen die Verwendung eines Servers eine Crowd-Lösung darstellt. In Kombination ist es einem Anwender dann möglich, grundsätzlich auf den Server zuzugreifen oder alternativ, z.B. wenn keine Internetverbindung möglich ist, lediglich auf die individuelle Lösung zurückzugreifen.

[0033] Allgemein sind insbesondere die folgenden Konfigurationen geeignet:

- Ein Hörsystem mit zwei Hörgeräten, welche jeweils individuelle Nachhallzeiten bestimmen, wobei auf einem der Hörgeräte der Datensatz gebildet wird. Die beiden Hörgeräte sind mit einer Verbindungseinrichtung verbunden, vorzugsweise drahtlos.
- Ein Hörsystem mit einem oder mit zwei Hörgeräten, welches bzw. welche mit einem Zusatzgerät verbunden sind, vorzugsweise drahtlos. Das Zusatzgerät ist insbesondere eine Fernbedienung für das Hörsystem, welche vorzugsweise ein Mikrofon aufweist, dessen Mikrofonsignale ebenfalls zur Bestimmung der allgemeinen Nachhallzeit verwendet werden.
- Ein Hörsystem mit zwei Hörgeräten und ein Smartphone, welches entweder direkt mit dem Hörsystem verbunden ist, oder mittelbar über ein Zusatzgerät wie zuvor genannt. Auch das Smartphone weist ein Mikrofon auf, dessen Mikrofonsignale zur Bestimmung der allgemeinen Nachhallzeit verwendet werden.
- Mehrere Hörsysteme verschiedener Personen im gleichen Raum. Die Hörsysteme sind untereinander zum Datenaustausch verbunden, entweder direkt und/oder über ein oder mehrere Smartphones. Die Daten der Personen werden untereinander ausgetauscht und einem jeweils lokalen Datensatz hinzugefügt. Alternativ oder zusätzlich sind die Smartphones mit einem Server verbunden, auf welchem ein gemeinsamer Datensatz gespeichert wird.
- Ein Hörsystem mit zumindest einem Hörgerät, welches mit einem Smartphone verbunden ist. Das Smartphone versieht die Mikrofonsignale des Hörgeräts oder die daraus abgeleiteten individuellen Nachhallzeiten oder eine daraus abgeleitete allgemeine Nachhallzeit mit einem Ortsstempel, d.h. einer geographischen Information. Das Smartphone kombiniert die aktuellen Daten mit früheren Daten, welche den gleichen Ortsstempel aufweisen.
- Ein Konfiguration wie vorgenannt, wobei das Smartphone mit einem Server verbunden ist, um einerseits Daten an diesen zu senden und andererseits Daten, insbesondere auch von anderen Personen, zu empfangen.
- Eine Kombination aller oder mehrerer der vorgenannten Konfigurationen.

[0034] In einer zweckmäßigen Weiterbildung wird die

allgemeine Nachhallzeit bestimmt, indem die Daten für den Datensatz, d.h. die Mikrofonsignale oder die individuellen Nachhallzeiten, geräteabhängig gewichtet werden. Dem liegt insbesondere die Überlegung zugrunde, dass unterschiedliche Geräte unter Umständen unterschiedlich gut geeignet sind, um die entsprechenden Daten bereitzustellen. Außerdem ist es möglich, dass ein Gerät an einer wenig relevanten Position positioniert ist. Allgemein werden durch die geräteabhängige Gewichtung die Daten unterschiedlicher Geräte bei der Bestimmung der allgemeinen Nachhallzeit unterschiedlich stark berücksichtigt. Beispielsweise werden die Mikrofone von Hörgeräten stärker gewichtet, als ein Mikrofon eines Telefons, da Erstere unter Umständen eine größere Bandbreite aufweisen und eine zuverlässigere Bestimmung der Nachhallzeit gestatten. Demnach wird zweckmäßigerweise nach der Art des Geräts gewichtet. Daraus folgt, dass diese Weiterbildung besonders geeignet ist bei einer Ausgestaltung, bei welcher zusätzlich den Hörgeräten des Hörsystems noch weitere Geräte vorhanden sind, deren Mikrofone mit den Mikrofonen der Hörgeräte in ein gemeinsames Sensornetzwerk integriert sind.

[0035] Alternativ oder zusätzlich wird die allgemeine Nachhallzeit vorteilhafterweise bestimmt, indem die Daten, d.h. die Mikrofonsignale oder die individuellen Nachhallzeiten, besitzerabhängig gewichtet werden. Dadurch ist es vorteilhaft möglich, die vom eigenen Hörsystem des Anwenders erzeugten Daten bevorzugt zu verwenden und fremde Daten, d.h. Daten fremden Ursprungs lediglich nachrangig. Dies ist vor Allem dann von Vorteil, wenn die Herkunft, die Qualität oder die Korrektheit der fremden Daten unbekannt ist.

[0036] Alternativ oder zusätzlich wird die allgemeine Nachhallzeit zweckmäßigerweise bestimmt, indem die Daten, d.h. die Mikrofonsignale oder die individuellen Nachhallzeiten zeitabhängig gewichtet werden. Dem liegt insbesondere die Überlegung zugrunde, dass sich der Anwender zu unterschiedlichen Zeiten in unterschiedlichen Räumen aufhält oder dass sich ein Raum zeitabhängig verändert, sodass sich auch die Nachhallzeit zeitabhängig verändert. Durch die zeitabhängige Gewichtung der Daten werden dann vorteilhaft nur die zum gegebenen Zeitpunkt relevanten Daten zur Bestimmung der Nachhallzeit herangezogen. Unter "zeitabhängig" wird dabei insbesondere verstanden, dass die Daten zu einem bestimmten Zeitpunkt abhängig von einer Aufnahmezeit in Bezug zu diesem bestimmten Zeitpunkt gewichtet werden. Mit anderen Worten: jedes Mikrofonsignal wird zu einer entsprechenden Aufnahmezeit erzeugt, welche mit dem Mikrofonsignal gespeichert wird. Zu einem bestimmten, insbesondere aktuellen Zeitpunkt wird dieser mit der Aufnahmezeit verglichen und dann entschieden, wie stark das zugehörige Mikrofonsignal oder die daraus abgeleitete individuelle Nachhallzeit gewichtet wird. Beispielsweise ändert sich der Nachhall in einem Raum nachts gegenüber tagsüber dadurch, dass Vorhänge zugezogen werden. Nachts werden dann solche Daten, deren Aufnahmezeit nachts liegt, stärker gewich-

tet als andere Daten.

[0037] Alternativ oder zusätzlich werden die Mikrofon-signale oder die individuellen Nachhallzeiten, d.h. allgemein die Daten, geeigneterweise mit einer Ortsinformation, auch als Standortinformation bezeichnet, versehen. Darunter wird insbesondere verstanden, dass die Mikrofon-signale oder die individuellen Nachhallzeiten ortsabhängig zu einem Rohdatensatz oder zu einem Datensatz oder zu mehreren Rohdatensätzen oder Datensätzen oder einer Kombination hiervon zusammengeführt werden. Diese Ausgestaltung hat insbesondere den Vorteil, dass das Hörsystem dann ortsabhängig mit den jeweils relevanten Daten versorgt und optimal eingestellt wird. Unterschiedlichen Räumen werden dann vorzugsweise unterschiedliche Rohdatensätze oder Datensätze oder beides zugeordnet, welche jeweils zweckmäßigerweise lediglich diejenigen Daten enthalten, welche in dem jeweiligen Raum, d.h. am jeweiligen Ort aufgenommen wurden. Insgesamt werden damit insbesondere alle Mikrofon-signale oder individuellen Nachhallzeiten in einem bestimmten Gebiet zu einem einzelnen insbesondere ortsabhängigen Rohdatensatz oder Datensatz vereint. Die Ausgestaltung, bei welcher die Mikrofon-signale, also die Rohdaten direkt mit einer Ortsinformation versehen werden, hat den Vorteil, dass jedes Hörsystem dann an einem gegebenen Ort die Analyse der Rohdaten und die Ermittlung der allgemeinen Nachhallzeit selbst durchführen kann und insbesondere individuell oder auch nutzerabhängig. Umgekehrt wird bei der Bereitstellung von individuellen Nachhallzeiten mit Ortsinformation im Hörsystem entsprechend Rechenleistung eingespart.

[0038] Um die zu verwendenden Daten ortsabhängig zuzuweisen oder auszuwählen, werden diese mit einer Ortsinformation, d.h. mit einem Ortsstempel versehen, beispielsweise mittels GPS. Die Ortsinformation besteht dann vorzugsweise aus GPS-Koordinaten. Insbesondere wird jedem Mikrofon-signal oder jeder individuellen Nachhallzeit jeweils mit einer eigenen Ortsinformation versehen. Dabei wird für mehrere Mikrofon-signale oder Nachhallzeiten am gleichen Ort oder an hinreichend gleichen Orten zweckmäßigerweise die gleiche Ortsinformation verwendet.

[0039] Nachfolgend werden der Einfachheit halber lediglich Ausgestaltungen genannt, welche die individuellen Nachhallzeiten nutzen. Alternativ zu den individuellen Nachhallzeiten oder zusätzlich hierzu werden jedoch in einer geeigneten Variante die Mikrofon-signale direkt genutzt. Die Ausführungen gelten demnach sinngemäß auch für Ausgestaltungen und Weiterbildungen, bei welchen alternativ oder zusätzlich zu den individuellen Nachhallzeiten die Mikrofon-signale direkt verwendet werden und insbesondere falls alternativ oder zusätzlich zu einem Datensatz aus individuellen Nachhallzeiten ein Rohdatensatz an Mikrofon-signalen vorliegt.

[0040] Das Versehen mit einer Ortsinformation, d.h. das Markieren einer individuellen Nachhallzeit mit einer Ortsinformation, erfolgt vorzugsweise in einem Smartphone, welches üblicherweise bereits über einen GPS-

Empfänger verfügt. Alternativ oder zusätzlich weist das Hörsystem einen GPS-Empfänger auf und versieht die Mikrofon-signale oder die daraus ermittelten individuellen Nachhallzeiten mit einem Ortsstempel. Alternativ wird lediglich der Datensatz mit einem Ortsstempel versehen und die Daten werden dann je nach Ort direkt dem zugehörigen Datensatz hinzugefügt.

[0041] Zweckmäßigerweise werden alle oder einige der vorgenannten geräteabhängigen, besitzerabhängigen, zeitabhängigen und ortsabhängigen Gewichtung der Daten miteinander kombiniert, um eine besonders optimale Auswahl zu erhalten und die allgemeine Nachhallzeit entsprechend optimal zu bestimmen.

[0042] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung werden die Mikrofon-signale oder die individuellen Nachhallzeiten eines Ortes gespeichert und bei einem zeitlich späteren Wiedereintreffen an ebenjenem Ort zur Bestimmung der allgemeinen Nachhallzeit verwendet. Dem liegt insbesondere der Gedanke zugrunde, dass individuelle Nachhallzeiten, welche einmal an einem bestimmten Ort bestimmt worden sind, bei späterem Wiederaufsuchen des Ortes gewinnbringend verwendet werden, insbesondere zusätzlich zu neu bestimmten individuellen Nachhallzeiten. Das Hörsystem wird dann unter Berücksichtigung der zuvor bestimmten, d.h. älteren Nachhallzeiten deutlich schneller optimal eingestellt, als wenn nur neu ermittelte individuelle Nachhallzeiten zur Verfügung stünden.

[0043] Zweckmäßigerweise werden die individuellen Nachhallzeiten hierfür wie oben beschrieben jeweils mit einer Ortsinformation versehen, sodass das Hörsystem oder ein anderes Gerät den aktuellen Ort des Anwenders mit den Ortsinformationen vergleicht und bei einer hinreichenden Übereinstimmung die entsprechenden gespeicherten individuellen Nachhallzeiten zur Bestimmung der allgemeinen Nachhallzeit zusätzlich hinzuzieht. In einer Variante, falls z.B. eine Bestimmung weiterer individueller Nachhallzeiten nicht möglich ist, wird zumindest auf die bereits gespeicherten individuellen Nachhallzeiten zurückgegriffen, um die allgemeine Nachhallzeit zu bestimmen. Der Ort ist beispielsweise ein bestimmter Raum. Das spätere Wiedereintreffen an dem Ort kann grundsätzlich beliebig lang nach dem vorhergehenden Eintreffen oder Verlassen des Orts liegen. Die individuellen Nachhallzeiten werden entsprechend lang gespeichert. Der Ort kann dabei regelmäßig aufgesucht werden, beispielsweise ein Restaurant oder ein Arbeitsplatz täglich, wobei bestimmte Tage, wie z.B. Wochenenden ausgenommen sind. Zusätzlich oder alternativ kann der Ort unregelmäßig aufgesucht werden, beispielsweise ein Konzertsaal in einem Abstand von bis zu mehreren Wochen, Monaten oder Jahren. Auch kürzere Intervalle, beispielsweise einzelne oder mehrere Minuten, Stunden oder Tage sind denkbar.

[0044] Besonders im Rahmen der ortsabhängigen Gewichtung, jedoch auch allgemein, ist es vorteilhaft, dem Datensatz zusätzliche individuelle Nachhallzeiten hinzuzufügen. So werden in einer vorteilhaften Ausgestaltung

mittels einer Eichmessung zusätzliche Nachhallzeiten, zumindest jedoch eine zusätzliche Nachhallzeit, gemessen und dem Datensatz hinzugefügt. Bei der Eichmessung werden insbesondere möglichst hochwertige Mikrofone verwendet, um ein möglichst gutes Messergebnis zu erzielen. Ein gegebener Raum oder Ort wird somit insbesondere im Voraus hinsichtlich der Nachhallzeit vermessen und die dabei gewonnenen Daten gespeichert, um einem Anwender später zugänglich zu sein. Dadurch entfällt insbesondere jegliche Anpassungszeit für das Hörsystem auch beim erstmaligen Betreten des Raums, da bereits Daten zu diesem Raum vorhanden sind. Beispielsweise erfolgt die Eichmessung in einem Theatersaal durch dessen Betreiber. Die zusätzliche Nachhallzeit wird zweckmäßigerweise online bereitgestellt und dann vom Server oder vom Smartphone oder direkt vom Hörsystem abgerufen. Die obigen Ausführungen bezüglich der Verwendung von gespeicherten individuellen Nachhallzeiten bei einem späteren Wiedereintreffen am gleichen Ort gelten sinngemäß auch für Verwendung zusätzlicher Daten aus einer Eichmessung und umgekehrt.

[0045] In einer vorteilhaften Weiterbildung werden die Mikrofonsignale oder die individuellen Nachhallzeiten jeweils mit einem Zeitstempel versehen, insbesondere der oben erwähnten Aufnahmezeit, und die allgemeine Nachhallzeit wird bestimmt, indem lediglich solche Mikrofonsignale oder individuellen Nachhallzeiten berücksichtigt werden, deren Zeitstempel nicht weiter zurückliegt als eine vorbestimmte maximale Dauer. Daraus ergibt sich insbesondere der Vorteil, dass weit zurückliegende Daten, welche wahrscheinlich unbrauchbar sind, quasi vergessen und zumindest nicht berücksichtigt werden. Die Dauer gibt dabei den maximal berücksichtigten zurückliegenden Zeitraum an. Die Dauer beträgt beispielsweise eine oder mehrere Stunden, Tage, Wochen oder Monate. In einer Weiterbildung wird die Dauer ortsabhängig unterschiedlich gewählt, um unterschiedlich schnell veränderlichen Umgebungen optimal Rechnung zu tragen.

[0046] Ein erfindungsgemäßes Hörsystem ist zum Betrieb mittels eines Verfahrens wie oben beschrieben ausgebildet. Das Hörsystem ist ein binaurales Hörsystem und weist zwei Hörgeräte auf, welche jeweils wenigstens ein Mikrofon aufweisen, zur Aufnahme eines Schallsignals und zur Erzeugung eines Mikrofonsignals aus dem Schallsignal. Das Hörsystem weist zudem eine Steuereinheit auf, welche derart ausgebildet ist, dass das Hörsystem in Abhängigkeit einer allgemeinen Nachhallzeit eingestellt wird. Insbesondere ist die Steuereinheit derart ausgebildet, dass ein Verfahren wie oben beschrieben ausführt wird. Die allgemeine Nachhallzeit wird entweder lokal vom Hörsystem selbst ermittelt oder extern von einem Zusatzgerät, z.B. einem Smartphone oder Server. Je nach Ausgestaltung weist das Hörsystem eine Verbindungseinrichtung zur Datenübertragung auf, um ggf. mit einem Zusatzgerät Daten auszutauschen, wie oben im Zusammenhang mit dem Verfahren beschrieben.

[0047] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen jeweils schematisch:

Fig. 1 ein Hörsystem sowie weitere Geräte und

Fig. 2 ein Verfahren zum Betrieb des Hörsystems.

[0048] In Fig. 1 ist eine von mehreren möglichen Konfigurationen gezeigt, in welcher ein Hörsystem 2 mithilfe mehrerer Mikrofone 4 optimal eingestellt wird. Das gezeigte Hörsystem 2 ist binaural ausgebildet und weist zwei Hörgeräte 6 auf, welche jeweils ein Mikrofon 4 und eine Steuereinheit 8 aufweisen. Beide Hörgeräte 6 sind mit einem Smartphone 10 verbunden, beispielsweise über eine Bluetooth-Verbindung. Das Smartphone 10 weist ebenfalls ein Mikrofon 4 auf, welches jedoch nicht zwingend baugleich mit den Mikrofonen 4 des Hörsystems 2 ist. Das Smartphone 10 ist wiederum mit einem Server 12 verbunden, z.B. über das Internet. Das Smartphone 10 und der Server 12 sind jeweils ein Zusatzgerät. Die Hörgeräte 6, das Smartphone 10 und der Server 12 werden jeweils allgemein auch als Gerät bezeichnet.

[0049] Ein Verfahren zum Betrieb des Hörsystems 2 wird nachfolgend in Verbindung mit dem in Fig. 2 gezeigten Ablaufschema näher erläutert. Von einer Schallquelle Q geht ein Schallsignal S aus, welches in einem Schritt S1 mittels mehrerer Mikrofone 4 gemessen wird. Die Mikrofone 4 sind in unterschiedlichen Geräten 6, 10 verbaut, z.B. in einem Hörgerät 6, einem Smartphone 10, einem Telefon, einem Fernseher oder einem Computer. Dabei können in einem Gerät grundsätzlich auch mehrere Mikrofone 4 verbaut sein. Jedes der Mikrofone 4 nimmt das Schallsignal S auf und erzeugt daraus im Schritt S1 ein Mikrofonsignal M. Für jedes der Mikrofonsignale M, wenigstens jedoch für die Mikrofonsignale M der Mikrofone 4 der Hörgeräte 6, wird anschließend in einem Schritt S2 eine individuelle Nachhallzeit indN bestimmt. Die individuellen Nachhallzeiten indN werden in einem Schritt S3 in einem Datensatz D zusammengeführt, aus welchem wiederum in einem Schritt S4 eine allgemeine Nachhallzeit allgN bestimmt wird.

[0050] Vorzugsweise wird die individuelle Nachhallzeit indN eines jeweiligen Mikrofons 4 mittels desjenigen Geräts 6, 10 bestimmt, in welchem das Mikrofon 4 verbaut ist. Auf diese Weise wird die zu übertragende Datenmenge reduziert. Im Beispiel der Fig. 1 nehmen die Hörgeräte 6 und das Smartphone 10 jeweils das Schallsignal S auf, erzeugen Mikrofonsignale M und bestimmen aus diesen insbesondere lokal eine individuelle Nachhallzeit indN. Sämtliche individuellen Nachhallzeiten indN werden an das Smartphone 10 übertragen und dort zum Datensatz D zusammengefügt, aus welchem dann die allgemeine Nachhallzeit allgN bestimmt wird, vorzugsweise mittels eines statistischen Verfahrens. In Abhängigkeit der allgemeinen Nachhallzeit allgN wird dann in einem Schritt S5 ein Betriebsparameter des Hörsystems 2 eingestellt. Im Beispiel der Fig. 1 wird hierzu die allgemeine Nach-

hallzeit allgN an das Hörsystem 2, insbesondere an die Steuereinheiten 8 übertragen.

[0051] Weiter ist in Fig. 1 ein Server 12 als ein Zusatzgerät gezeigt. Dieser übernimmt je nach Ausgestaltung diverse Aufgaben. In einer Variante wird der Datensatz D auf den Server 12 übertragen und dort dann die allgemeine Nachhallzeit allgN bestimmt und über das Smartphone 10 an das Hörsystem 2 zurückgesendet. Das Smartphone 10 braucht dann selbst keine Auswertung vorzunehmen. Eine Auswertung des Datensatzes 12 kann jedoch auch sozusagen redundant auf beiden Zusatzgeräten 10, 12 erfolgen. Vorzugsweise dient der Server 12 jedoch im Rahmen einer Cloud-basierten Lösung zum Zusammenführen von Daten, d.h. von Mikrofonsignalen M und/oder verschiedenen individuellen Nachhallzeiten indN einer Vielzahl an Geräten. Der Server 12 sammelt dann die Daten M, indN der verschiedenen Geräte und führt diese zentralisiert zusammen, sodass eine besonders schnelle und zuverlässige Bestimmung der allgemeinen Nachhallzeit allgN und der Einstellung des Hörsystems 2 gewährleistet ist. In einer Variante ist insbesondere eine Crowd-basierte Auswertung realisiert, bei welcher die Daten M, indN mehrerer Hörsysteme 2 von unterschiedlichen Anwendern zusammengeführt werden, sodass die Anwender untereinander von den Daten M, indN der jeweils anderen Anwender profitieren können.

[0052] Die Daten M, indN werden insbesondere gewichtet, sodass unterschiedliche Daten M, indN unterschiedlich stark bei der Bestimmung der allgemeinen Nachhallzeit allgN berücksichtigt werden. Eine Gewichtung erfolgt insbesondere geräteabhängig, zeitabhängig, ortsabhängig oder besitzerabhängig. Dazu werden die Daten M, indN mit geeigneten Stempeln oder Metatags versehen, welche im Rahmen der Auswertung ausgelesen werden.

[0053] Besonders im Rahmen einer ortsabhängigen Gewichtung, jedoch auch allgemein, werden dem Datensatz insbesondere zusätzliche individuelle Nachhallzeiten zusN hinzugefügt. Diese werden mittels einer Eichmessung E ermittelt, bei welcher möglichst hochwertige Mikrofone verwendet werden, um ein möglichst gutes Messergebnis zu erzielen. Ein gegebener Raum wird dann im Voraus hinsichtlich der Nachhallzeit vermessen und die dabei gewonnenen Daten gespeichert, z.B. auf dem Server 12, um einem Anwender später zugänglich zu sein. Dadurch entfällt insbesondere jegliche Anpassungszeit für das Hörsystem 2 auch beim erstmaligen Betreten eines Raums. Beispielsweise erfolgt die Eichmessung E in einem Theatersaal durch dessen Betreiber.

[0054] In einer Variante werden individuelle Nachhallzeiten indN nach Ablauf einer bestimmten Zeitspanne oder Dauer vergessen und aus dem Datensatz D entfernt.

[0055] Das Verfahren ist nicht auf die in Fig. 1 gezeigte Konfiguration beschränkt. Vielmehr sind auch andere, jedoch nicht gezeigte Konfigurationen geeignet. Bei-

spielsweise sind die Hörgeräte 6 direkt miteinander verbunden. In einer Variante ist das Hörsystem 2 direkt mit dem Server 12 verbunden. In einer Alternative wird kein Server 12 verwendet, sondern jegliche Auswertung erfolgt durch das Hörsystem 2 selbst und/oder durch das Smartphone 10 oder durch ein anderes Gerät.

Bezugszeichenliste

10 [0056]

2	Hörsystem
4	Mikrofon
6	Hörgerät
8	Steuereinheit
10	Smartphone
12	Server
allgN	allgemeine Nachhallzeit
D	Datensatz
E	Eichmessung
indN	individuelle Nachhallzeit
M	Mikrofonsignal
Q	Schallquelle
S	Schallsignal
S1 bis S5	Verfahrensschritte
zusN	zusätzliche, individuelle Nachhallzeit

Patentansprüche

30

1. Verfahren zum Betrieb eines Hörsystems (2),

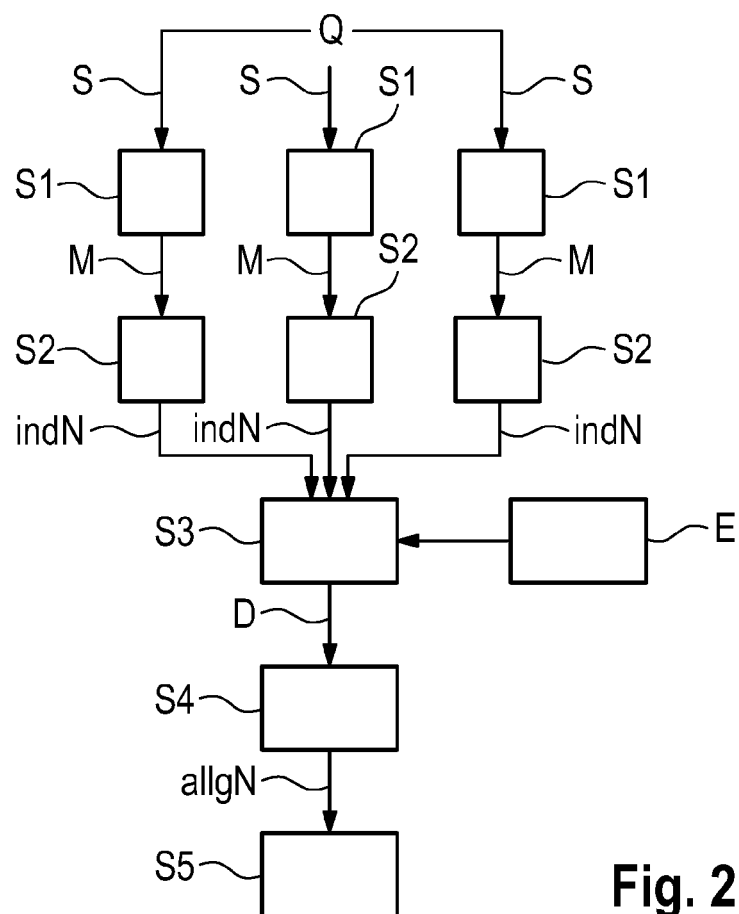
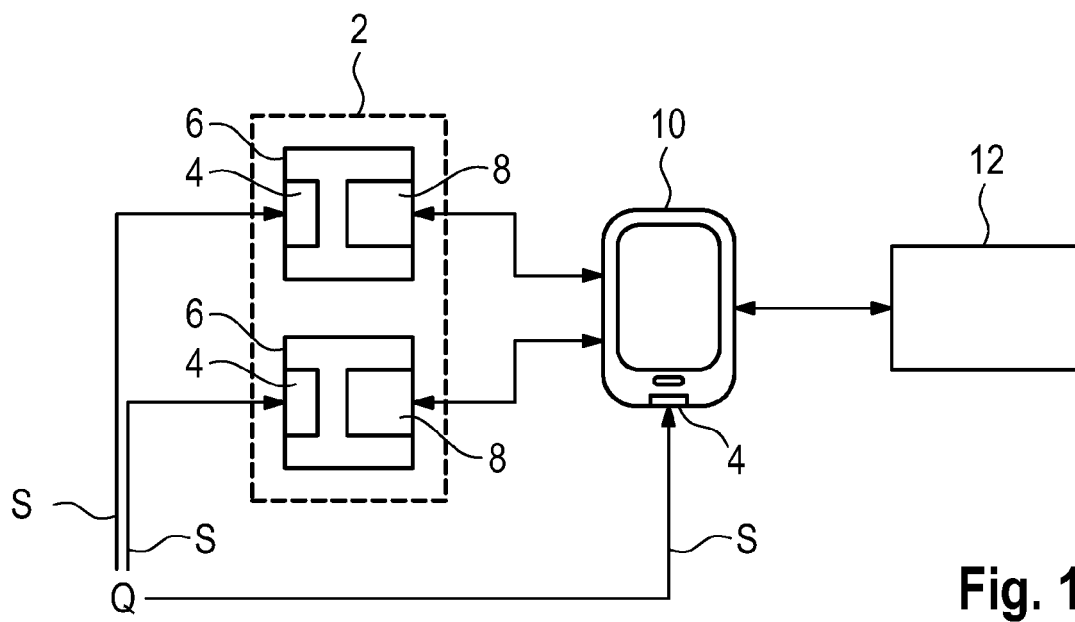
35

- wobei ein Schallsignal (S), welches von einer Schallquelle (Q) ausgeht, mittels mehrerer Mikrofone (4) gemessen wird,
- wobei die Mikrofone (4) in unterschiedlichen Geräten (6, 10) verbaut sind,
- wobei das Hörsystem (2) binaural ist und wobei zwei der Geräte (6, 10) jeweils als ein Hörgerät (6) des Hörsystems (2) ausgebildet sind,
- wobei jedes der Mikrofone (4) das Schallsignal (S) aufnimmt und daraus ein Mikrofonsignal (M) erzeugt,
- wobei für zumindest die beiden Mikrofonsignale (M) der Mikrofone (4) der Hörgeräte (6) jeweils eine individuelle Nachhallzeit (indN) bestimmt wird,
- wobei die individuellen Nachhallzeiten (indN) in einem Datensatz (D) zusammengeführt werden, aus welchem eine allgemeine Nachhallzeit (allgN) bestimmt wird, und
- wobei ein Betriebsparameter des Hörsystems (2) in Abhängigkeit der allgemeinen Nachhallzeit (allgN) eingestellt wird.

55

2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrofonsignale (M) zu einem Rohdaten-

- satz zusammengeführt werden und bezüglich des Hörsystems (2) extern gespeichert werden, dass das Hörsystem (2) auf die Rohdaten zugreift und aus diesen zunächst die jeweils individuelle Nachhallzeit (indN) bestimmt und anschließend die allgemeine Nachhallzeit (allgN).
3. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest zwei der Mikrofone (4) in unterschiedlichen Hörsystemen (2) angeordnet sind. 5 10
 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eines der Mikrofone (4) in einem Hörgerät (6) angeordnet ist und ein anderes der Mikrofone (4) in einem Smartphone (10). 15
 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die individuellen Nachhallzeiten (indN) auf einem externen Zusatzgerät (10, 12) zu dem Datensatz (D) zusammengeführt werden, wobei zuvor die individuellen Nachhallzeiten (indN) der Mikrofon-signale (M) eines jeweiligen Mikrofons (4) vorzugsweise mittels desjenigen Geräts (6, 10) bestimmt werden, in welchem das Mikrofon (4) verbaut ist. 20 25 30
 6. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zusatzgerät (10, 12) aus dem Datensatz (D) die allgemeine Nachhallzeit (allgN) ermittelt und diese an das Hörsystem (2) übermittelt wird. 35
 7. Verfahren nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zusatzgerät (10, 12) ein Smartphone (10) ist und/oder dass das Zusatzgerät (10, 12) ein Server (12) ist, auf welchem der Datensatz (D) gespeichert wird. 40
 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die allgemeine Nachhallzeit (allgN) bestimmt wird, indem die Mikrofon-signale (M) oder die individuellen Nachhallzeiten (indN) geräteabhängig gewichtet werden. 45 50
 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die allgemeine Nachhallzeit (allgN) bestimmt wird, indem die Mikrofon-signale (M) oder die individuellen Nachhallzeiten (indN) besitzerabhängig ge- 55
- wichtet werden.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die allgemeine Nachhallzeit (allgN) bestimmt wird, indem die Mikrofon-signale (M) oder die individuellen Nachhallzeiten (indN) zeitabhängig gewichtet werden.
 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrofon-signale (M) oder die individuellen Nachhallzeiten (indN) mit einer Ortsinformation versehen werden.
 12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrofon-signale (M) oder die individuellen Nachhallzeiten (indN) eines Ortes gespeichert werden und bei einem zeitlich späteren Wiedereintreffen an eben jenem Ort zur Bestimmung der allgemeinen Nachhallzeit (allgN) verwendet werden.
 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels einer Eichmessung (E) zusätzliche Nachhallzeiten (zusN) gemessen werden und dem Datensatz (D) hinzugefügt werden.
 14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrofon-signale (M) oder die individuellen Nachhallzeiten (indN) jeweils mit einem Zeitstempel versehen werden und dass die allgemeine Nachhallzeit (allgN) bestimmt wird, indem lediglich solche Mikrofon-signale (M) oder individuellen Nachhallzeiten (indN) berücksichtigt werden, deren Zeitstempel nicht weiter zurückliegt als eine vorbestimmte maximale Dauer.
 15. Hörsystem (2), welches binaural ist und welches zum Betrieb mittels eines Verfahrens gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist, mit zumindest zwei Hörgeräten (6), welche jeweils wenigstens ein Mikrofon (4) aufweisen, zur Aufnahme eines Schallsignals (S) und zur Erzeugung eines Mikrofon-signals (M) daraus, und mit einer Steuereinheit (8), welche derart ausgebildet ist, dass das Hörsystem (2) in Abhängigkeit einer allgemeinen Nachhallzeit (allgN) eingestellt wird.





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 21 0971

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2011/255702 A1 (JENSEN JESPER [DK]) 20. Oktober 2011 (2011-10-20)	1-5, 8-10, 13-15	INV. H04R25/00
Y	* Absätze [0009], [0015], [0020], [0024], [0060] - [0065], [0070]; Abbildungen 1 - 6 *	6,7,11, 12	
Y	WO 2016/049403 A1 (MED EL ELEKTROMED GERAETE GMBH [US]) 31. März 2016 (2016-03-31) * Absätze [0014], [0036], [0037], [0039], [0040], [0044], [0047]; Abbildungen 1 - 7 *	6,7,11, 12	
X	US 2012/148056 A1 (PEDERSEN MICHAEL SYSKIND [DK]) 14. Juni 2012 (2012-06-14) * Absätze [0011], [0023], [0026], [0042], [0070], [0072], [0110]; Ansprüche 10, 12 *	1-3, 8-10,15	
A	Emanuël Anco Peter Habets: "Chapter 6: Late Reverberant Spectral Variance Estimation" In: "Chapter 6: Late Reverberant Spectral Variance Estimation", 25. Juni 2007 (2007-06-25), Technische Universiteit Eindhoven, XP055477322, ISBN: 978-90-38-61544-8 Seiten 127-151, DOI: 10.6100/IR627677, * 6.1 Introduction; Seite 128 * * 6.7.3 Estimation using Multiple Microphones *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H04R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 23. Mai 2018	Prüfer Lörch, Dominik
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 17 21 0971

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

23-05-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2011255702 A1	20-10-2011	AU 2011201731 A1	03-11-2011
		CN 102238457 A	09-11-2011
		DK 2381700 T3	01-06-2015
		EP 2381700 A1	26-10-2011
		US 2011255702 A1	20-10-2011

WO 2016049403 A1	31-03-2016	CN 106688247 A	17-05-2017
		US 2017303053 A1	19-10-2017
		WO 2016049403 A1	31-03-2016

US 2012148056 A1	14-06-2012	AU 2011253924 A1	28-06-2012
		CN 102543095 A	04-07-2012
		DK 2463856 T3	22-09-2014
		EP 2463856 A1	13-06-2012
		US 2012148056 A1	14-06-2012

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 Nicht-Patentliteratur

- Single-Channel Maximum-Likelihood T60 Estimation Exploiting Subband Information. ACE Challenge Workshop. IEEE-WASPAA, 2015 [0004] [0013]