

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
26. September 2024 (26.09.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/194299 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H04R 29/00 (2006.01)

RECHTS [DE/DE]; Helmholtzstraße 10, 01069 Dresden
(DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/057284

(72) **Erfinder: ROSENKRANZ, Robert**; Bienertstr. 6, 01187
Dresden (DE). **HERRMANN, Franz**; Niederwaldplatz 8a,
01277 Dresden (DE). **ALTINSOY, M. Ercan**; c/o TU
Dresden, Institut f. Akustik und Sprachkommunikation,
Helmholtzstr. 10, 01069 Dresden (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. März 2024 (19.03.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 107 308.7
23. März 2023 (23.03.2023) DE

(74) **Anwalt: MAIKOWSKI & NINNEMANN, PATENT-
ANWÄLTE PARTNERSCHAFT MBB**; Postfach 15 09
20, 10671 Berlin (DE).

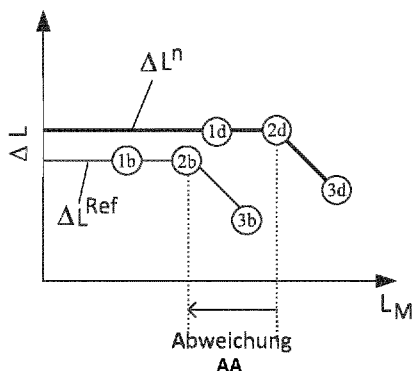
(71) **Anmelder: TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRES-
DEN, KÖRPERSCHAFT DES ÖFFENTLICHEN**

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ,
DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO,

(54) **Title:** PSYCHOACOUSTIC CALIBRATION OF AN AUDIO PLAYBACK SYSTEM

(54) **Bezeichnung:** PSYCHOAKUSTISCHE KALIBRIERUNG EINES AUDIOWIEDERGABESYSTEMS

FIG 3B



AA Deviation

$$L_M^n \text{ (I)}$$

$$L_T^S \text{ (II)}$$

$$\Delta L_n = L_M^n - L_T^S \text{ (III)}$$

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for the psychoacoustic calibration of an audio playback system comprising the following steps: a. providing a masking sound with an input signal level (I) wherein $n \in \mathbb{N}$ and with a frequency range f_M by a data processing device, generating the masking sound by a signal generator, transmitting the masking signal to an audio playback system and playing it back thereon with an output sound level with an unknown level deviation $L_e(f_M)$; b. providing a test tone with an input sound level L_T and with a frequency f_T by the data processing device, generating the test tone by a signal generator, transmitting the test tone to the audio playback system and playing it back thereon with an unknown output sound level; c. specifying by a user via a suitable interface whether or not the test tone can be heard and transmitting this information to the data processing device; d. adjusting the input sound level of the test tone L_T until the input sound level (II) of the test tone has been reached at which the test tone can just be heard by the user, wherein the input sound level (II) is the masking threshold for the test tone with the frequency f_T for the masking sound with the input sound level (I) and with the frequency range f_M ; e. saving the masking threshold (II) and calculating the relative masking threshold (III) f. repeating steps a to e for n input sound levels (I) of the masking sound in the frequency range f_M , where $n \in \mathbb{N}$, wherein the test tone has the same frequency f_T in each case; g. applying the profile of the relative masking threshold ΔL_n over the input sound level (I) of the masking sound; comparing the curve with a reference curve and calculating the control deviation $L_e(f_M)$ between the input sound level and output sound level of the masking sound from the two curves; h. calculating the distortion filter from the control deviation. The invention also relates to a system for the psychoacoustic calibration of an audio playback system which is configured to carry out the method according to the invention.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren für die psychoakustische Kalibrierung eines Audiowiedergabesystems, welches die Schritte a.



JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Bereitstellen eines Maskierungsgeräusches mit einem Eingangssignalpegel (I) wobei $n \in N$ und einem Frequenzbereich f_M durch eine Datenverarbeitungsvorrichtung, Erzeugen des Maskierungsgeräusches durch einen Signalgenerator, Übertragen des Maskierungssignals an ein Audiowiedergabesystem und Wiedergabe auf diesem mit einem Ausgangsschallpegel mit unbekannter Pegelabweichung $L_e(f_M)$; b. Bereitstellen eines Testtones mit einem Eingangssignalpegel L_T und einer Frequenz f_T durch die Datenverarbeitungsvorrichtung, Erzeugen des Testtones durch einen Signalgenerator, Übertragen des Testtones an das Audiowiedergabesystem und Wiedergabe auf diesem mit einem unbekannten Ausgangsschallpegel; c. Angabe eines Nutzers über eine geeignete Schnittstelle, ob der Testton wahrnehmbar ist oder nicht und Übertragen dieser Information an die Datenverarbeitungsvorrichtung; d. Anpassen des Eingangssignalpegels des Testtones L_T so lange, bis der Eingangssignalpegel (II) des Testtones erreicht ist, bei dem der Testton gerade noch vom Nutzer wahrgenommen wird, wobei der Eingangssignalpegel (II) die Maskierungsschwelle für den Testton mit der Frequenz f_T für das Maskierungsgeräusch mit dem Eingangssignalpegel (II) und dem Frequenzbereich f_M ist; e. Speichern der Maskierungsschwelle (II) und berechnen der relativen Maskierungsschwelle (III) f. Wiederholen des Schrittes a bis e für n Eingangssignalpegel (I) des Maskierungsgeräusches im Frequenzbereich f_M , wobei $n \in N$, wobei der Testton jeweils die gleiche Frequenz f_T aufweist; g. Auftragung des Verlaufs der relativen Maskierungsschwelle ΔL_n über dem Eingangssignalpegel (I) des Maskierungsgeräusches; Vergleich der Kurve mit einer Referenzkurve und Berechnung der Regelabweichung $L_e(f_M)$ zwischen Eingangssignalpegel und Ausgangsschallpegel des Maskierungsgeräusches aus den beiden Kurven; h. Berechnung eines Entzerrungsfilters aus den Regelabweichungen; aufweist. Darüber hinaus wird ein System zur psychoakustischen Kalibrierung eines Audiowiedergabesystems offenbart, welches dazu eingerichtet ist, das erfindungsgemäße Verfahren auszuführen.

Psychoakustische Kalibrierung eines Audiowiedergabesystems

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren für die psychoakustische Kalibrierung eines Audiowiedergabesystems, welches die Schritte

- 10 a. Bereitstellen eines Maskierungsgeräusches mit einem Eingangssignalpegel L_M^n , wobei $n \in N$ und einem Frequenzbereich f_M durch eine Datenverarbeitungsvorrichtung, Erzeugen des Maskierungsgeräusches durch einen Signalgenerator, Übertragen des Maskierungssignals an ein Audiowiedergabesystem und Wiedergabe auf diesem mit einem Ausgangsschallpegel mit unbekannter Pegelabweichung $L_e(f_M)$;
- 15 b. Bereitstellen eines Testtones mit einem Eingangssignalpegel L_T und einer Frequenz f_T durch die Datenverarbeitungsvorrichtung, Erzeugen des Testtones durch einen Signalgenerator, Übertragen des Testtones an das Audiowiedergabesystem und Wiedergabe auf diesem mit einem unbekannten Ausgangsschallpegel;
- 20 c. Angabe eines Nutzers über eine geeignete Schnittstelle, ob der Testton wahrnehmbar ist oder nicht und Übertragen dieser Information an die Datenverarbeitungsvorrichtung;
- 25 d. Anpassen des Eingangssignalpegels des Testtones L_T so lange, bis der Eingangssignalpegel L_T^S des Testtones erreicht ist, bei dem der Testton gerade noch vom Nutzer wahrgenommen wird, wobei der Eingangssignalpegel L_T^S die Maskierungsschwelle für den Testton mit der Frequenz f_T für das Maskierungsgeräusch mit dem Eingangssignalpegel L_M^n und dem Frequenzbereich f_M ist;
- e. Speichern der Maskierungsschwelle L_T^S und berechnen der relativen Maskierungsschwelle $\Delta L_n = L_M^n - L_T^S$
- 30 f. Wiederholen der Schritte a bis e für n Eingangssignalpegel L_M^n des Maskierungsgeräusches im Frequenzbereich f_M , wobei $n \in N$, wobei der Testton jeweils die gleiche Frequenz f_T aufweist;
- 35 g. Auftragung des Verlaufs der relativen Maskierungsschwelle ΔL_n über dem Eingangssignalpegel L_M^n des Maskierungsgeräusches; Vergleich der Kurve mit einer Referenzkurve und Berechnung der Pegelabweichung $L_e(f_M)$ zwischen Eingangssignalpegel und Ausgangsschallpegel des Maskierungsgeräusches aus den beiden Kurven;

h. Berechnung eines Entzerrungsfilters aus den Pegelabweichungen;
aufweist. Darüber hinaus wird ein System zur psychoakustischen Kalibrierung eines
Audiowiedergabesystems offenbart, welches dazu eingerichtet ist, das erfindungsgemäße
Verfahren auszuführen.

5

Die Beurteilung von Audiosignalen ist in zahlreichen Anwendungen von entscheidender
Bedeutung. Beispielsweise in der Qualitätssicherung im Automobilbereich oder im Bereich
von Haushaltgeräten. Bei der Produktion von Audioinhalten wie Filmen, Musik oder
Spielen. Oder auch bei zukünftigen Big Data Modellen zur Geräuschsynthese, analog zu
10 Stable Diffusion für Bilder oder ChatGPT für Text.

Audiowiedergabesysteme sind im Allgemeinen jedoch einerseits meistens sehr heterogen
bezüglich der eingesetzten Hardware. Andererseits werden Einstellungen des
Audiowiedergabesystems ständig vom Nutzer geändert. Für viele Anwendungen, bei
15 denen Audio dargeboten werden soll, ist daher eine Kalibrierung der Wiedergabe
notwendig. Nur eine Kalibrierung ermöglicht eine exakte Kontrolle über Schallpegel und
Frequenzgang des Audiowiedergabesystems. Nur dadurch kann sichergestellt werden,
dass der Nutzer des jeweiligen Wiedergabesystems kontrolliert das Geräusch so hört, wie
es vom Bereitsteller des Geräusches beabsichtigt wird. Dies betrifft bspw. die Erhebung von
20 auditiven Probandenurteilen über Geräusche bspw. für Qualitätsmanagement oder als
Trainingsdaten zum Trainieren von Vorhersagemodellen bspw. per „Machine-Learning“.

Aufgrund der enormen Anzahl benötigter Urteile ist ein Online-Crowd-Sourcing von
besonderem Interesse. Die Heterogenität der akustischen Wiedergabesysteme, sowie die
25 in der Breite nicht vorhandene Hardware zur Kalibration steht dem Crowd-Sourcing bisher
jedoch im Weg. Daher wird ein Verfahren benötigt, dass universell die Entzerrung von
Wiedergabensystemen aus der Ferne ermöglicht, ohne dass ein Zugriff vor Ort nötig ist.

Bisher gibt es im Wesentlichen fünf Ansätze zur Kalibrierung aus der Ferne.

30

1. Es wird durch entsprechende Messtechnik (Mikrofone) eine Kalibrierung von einzelnen
Audiowiedergabesystemen in Laboren durchgeführt.

Dieser Ansatz erfordert jedoch den Zugriff auf ein Messsystem und das technische Know-
35 How für den Umgang mit diesem zur Durchführung der Kalibrierung. In vielen Szenarien,
wie bspw. in Privathaushalten mit stark heterogenen Audiowiedergabesystemen, besteht
jedoch in der Breite kein Zugriff auf Messtechnik zur Kalibrierung bzw. das Know-How für

den Umgang damit fehlt. Eine Kalibrierung im Labor ist damit zwar sehr exakt aber auch mit sehr hohen Kosten verbunden.

2. Der zweite Ansatz versucht über die Typbezeichnung des verwendeten Audiowiedergabesystems, bspw. des Kopfhörers, den Frequenzgang aus einer Datenbank zu identifizieren und damit den Frequenzgang zu kompensieren.

Die Identifizierung der gesamten Übertragungsfunktion aller denkbaren Audiowiedergabesystems ist über eine Typenbezeichnung jedoch nur unzureichend möglich. Erstens bilden meistens mehrere Teilsysteme (Soundkarte, Verstärker, Lautsprecher) das gesamte Audiowiedergabesystem, womit die Eigenschaften aller Teilsysteme berücksichtigt werden müssten, welche alle in einer Datenbank korrekt erfasst werden müssten. Zweitens kann damit eine fertigungsbedingte Streuung des Frequenzgangs der Teile des Wiedergabesystems nicht berücksichtigt werden. Drittens kann der Wiedergabepegel damit nicht kalibriert werden, da dieser ja bspw. in Soundkarte oder Verstärker frei eingestellt bzw. verstellt werden kann.

3. Der dritte Ansatz (US 2003/0078515 A1) hat zum Ziel durch den Nutzer dynamisch den Schallpegel des Wiedergabesystems so einstellen zu lassen, so dass dieser ein definiertes externes Geräusch als gleichlaut empfindet und so eine Kalibrierung des Gesamtwiedergabepegels erreicht werden soll.

In der Breite sind in Ermangelung von dedizierten Kalibratoren aber keine externen Geräuschquellen (wie bei (US 2003/0078515 A1)) mit klar definiertem Schallpegel oder Spektrum verfügbar. Die Anregungsmechanismen von in der Breite verfügbaren Geräuschquellen (z.B. das Reiben von Papierblättern gegeneinander) sind stark von der eingesetzten Kraft, Geschwindigkeit, oder vom Materialtyp abhängig und können lediglich ein sehr stark im Schallpegel schwankendes Geräusch erzeugen.

4. Für die Kalibration von Audiowiedergabeverfahren aus der Ferne sind psychoakustische Verfahren ohne externe Referenz praktisch, da sie weder den Einsatz eines Messsystems vor Ort noch den Einsatz einer externen Geräuschquelle mit exakt definiertem Schallpegel erfordern. Der vierte Ansatz (US 8,059,833 B2) versucht daher von einem Nutzer dynamisch den Schallpegel eines Sinustones, welcher über das Audiowiedergabesystem abgespielt wird, einstellen zu lassen, so dass das Geräusch gerade so hörbar ist. Die Ruhehörschwelle, welche aus den vorher bekannten, anatomischen Eigenschaften des

Ohres bezüglich der Empfindlichkeit bekannt ist, stellt somit das Normal dar, anhand dessen die Kalibration des verwendeten Audiosystems erfolgen kann.

Das einzige bekannte psychoakustische Verfahren (US 8,059,833 B2), basiert auf der
5 Ruhehörschwelle und damit auf anatomischen Eigenschaften des Ohres bezüglich dessen Empfindlichkeit. Dies hat den entscheidenden Nachteil, dass die Ruhehörschwelle als internes Messnormal genutzt werden muss. Die Ruhehörschwelle steigt im Allgemeinen stark mit zunehmendem Alter an. Dieser Anstieg der Ruhehörschwelle ist darüber hinaus jedoch stark von der vorangegangenen individuellen Lärmexposition abhängig. Die
10 Kalibration anhand der Ruhehörschwelle des Nutzers ist damit nur mit großem Fehler möglich, da das Messnormal stark schwankt.

Abgesehen von speziellen schallgedämmten Hörkabinen, muss bei alltäglichen Umgebungen, in denen Audiowiedergabesysteme zum Einsatz kommen, immer das
15 Vorhandensein eines unbekannten Hintergrundgeräusches angenommen werden. Damit kann nicht unterschieden werden, ob mit einem dargebotenen Testgeräusch die Grenze der Ruhehörschwelle ohne Hintergrundgeräusch oder die Grenze einer unbekannten (Mit-)hörschwelle bei vorhandenem Hintergrundgeräusch durch den Nutzer als Referenz verwendet wird. Damit wird das Messnormal ebenfalls effektiv stark verfälscht.

20 Aus den genannten Gründen ist dieses Verfahren daher eher zum Ausgleich individueller Einschränkungen der Audiowiedergabesituation, als zur Kalibration des Audiosystems an sich geeignet.

25 5. Ähnlich zum vierten Ansatz wird bspw. bei Hörgeräten das Wiedergabesystem als bekannt angenommen jedoch die Ruhehörschwelle des Nutzers als unbekannt. Damit kann jedoch lediglich eine individuelle Kompensation der Schwerhörigkeit erreicht werden. Eine Kalibration des Schallpegels und Frequenzgangs eines Audiowiedergabesystems ist hingegen nicht vorgesehen, sondern lediglich eine Verbesserung der Hörbarkeit von
30 Geräuschen für den Nutzer.

Weiterhin sind aus dem Stand der Technik folgende Verfahren bekannt.

US 8059833 B2 offenbart ein umgekehrtes psychoakustisches Messverfahren. Bei diesem
35 wird mit der Ruhehörschwelle des Nutzers gearbeitet. Dies hat jedoch den großen Nachteil, dass in der Regel immer Hintergrundgeräusche vorhanden sind, deren Schallpegel über der Ruhehörschwelle liegt und damit die Messung verfälschen. Darüber hinaus ist die

Ruhehörschwelle stark interindividuell abhängig und unterliegt gerade mit zunehmenden Alter Veränderungen.

5 US 2003/0055627 A1 befasst sich mit der Störgeräuschunterdrückung bei der Sprachverarbeitung. Das Verfahren nutzt Maskierungskurven jedoch nur zur Bestimmung der Hörbarkeit von Störgeräuschanteilen, jedoch nicht um Audiowiedergabe im Allgemeinen oder deren Schallpegel im speziellen zu kalibrieren.

10 EP 0 989 776 A2 befasst sich damit, Schallpegel einzelner Lautsprecher eines Mehrkanalsystem relativ zueinander anzugleichen, damit die Richtungsinformation von Mehrkanalaudio korrekt übermittelt werden. Dazu sollen zum Beispiel mit Mikrofonen die Audiosignale der verschiedenen Lautsprecher an der Hörerposition gemessen werden. Ein Mikrofon ist jedoch nicht an jedem Audiowiedergabesystem vorhanden und muss zur Durchführung dieses Verfahrens daher unter Umständen erst bereitgestellt werden, dies
15 schränkt die Anwendbarkeit des Verfahrens ein. Alternativ schlägt die EP 0 989 776 A2 vor, die Wahrnehmung des Nutzers in die Lautheitsangleichung mehrere Kanäle einzubeziehen. Dieses Subjektive Verfahren wird jedoch nicht näher erläutert.

20 Keiner der dargelegten Ansätze kann daher aus der Ferne eine Kalibrierung des Wiedergabepegels sowie des Frequenzgangs eines Audiowiedergabegerätes mit hinreichend hoher Genauigkeit ermöglichen.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, mit dem eine exakte Kalibrierung des Frequenzganges sowie des
25 Wiedergabepegels von einem beliebigen, unbekannten Audiowiedergabesystem mittels eines psychoakustischen Verfahrens, aus der Ferne ermöglicht wird. Das Verfahren soll dabei die Nachteile aus dem Stand der Technik beheben und insbesondere unempfindlich bezüglich typischer, niedriger Hintergrundgeräuschpegel sowie bezüglich individueller Verschiebungen der Ruhehörschwelle sein.

30

Hierfür stellt die Erfindung ein Verfahren gemäß dem Anspruch 1 und ein System gemäß Anspruch 10 zur Verfügung.

Detaillierte Beschreibung

35 Gemäß dem Verfahren für die psychoakustische Kalibrierung eines Audiowiedergabesystems wird zunächst ein Maskierungsgeräusch mit einem Eingangssignalpegel L_M^n , wobei $n \in N$ und einem Frequenzbereich f_M durch eine

Datenverarbeitungsvorrichtung bereitgestellt, an ein Audiowiedergabesystem übertragen und auf diesem wiedergegeben. Das Maskierungsgeräusch wird auf dem Audiowiedergabesystem mit einem Ausgabeschallpegel mit unbekannter Pegelabweichung $L_e(f_M)$ ausgegeben. Der Ausgabeschallpegel entspricht im allgemein
5 nicht dem Eingangssignalpegel, da dieser, wie bereits beschrieben, durch die technischen Eigenschaften des Audiowiedergabesystems beeinflusst wird. Unter Kalibrierung ist dabei im Sinne der Erfindung zu verstehen, dass Schalldruckpegel und Frequenzgang des Audiosystems kalibriert werden.

10 Unter einer Datenverarbeitungseinrichtung im Sinne der Erfindung ist beispielsweise ein lokaler Rechner oder ein entfernter Server zu verstehen. Die Datenverarbeitungseinrichtung weist eine geeignete Software auf, um das Maskierungsgeräusch und den Testton bereitzustellen und um das Audiowiedergabegerät und die Signalgeneratoren entsprechend anzusteuern.

15

Prinzipiell hängt der Frequenzbereich f_M des Maskierungsgeräusches von den physikalischen Eigenschaften der Schallerzeugung durch das Audiowiedergabesystem, bspw. durch die Treibergröße, ab. In einer Ausführungsform wird der Frequenzbereich f_M des Maskierungsgeräusches daher in Abhängigkeit vom Audiowiedergabesystem
20 eingeschränkt.

Der Breite des Frequenzbereichs f_M des Maskierungsgeräusches kann in einer Ausführungsform beispielsweise ein Ton, eine Terz oder mehrere Frequenzgruppen umfassen.

25

In einer Ausführungsform kann als Maskierungsgeräusch beispielsweise ein bandbegrenztes Rauschen, ein Sinuston oder ein anderes Geräusch, welches als Maskierungsgeräusch geeignet ist, genutzt werden.

30 Erfindungsgemäß liegt der Frequenzbereiches f_M des Maskierungsgeräusches dabei zumindest teilweise im hörbaren Bereich des Frequenzspektrums. In einer Ausführungsform wird das Verfahren für mehrere Maskierungsgeräusche genutzt, wobei die Frequenzbereiche f_M der Maskierungsgeräusche nacheinander annähernd den gesamten hörbaren Bereich abdecken. Der Frequenzbereich des Maskierungsgeräusches
35 kann daher im Bereich von 20 Hz bis 20 kHz liegen.

Der Eingangssignalpegel L_M^n des Maskierungsgeräusches soll erfindungsgemäß so eingestellt werden, dass der durch das Audiowiedergabesystem erzeugte Schallpegel zwischen 20 und 100 dB, bevorzugt zwischen 30 und 90 dB, besonders bevorzugt zwischen 50 und 90 dB liegt. Diese Bereiche des Schallpegels ermöglichen es den Bereich
5 des nicht-linearen Verlaufes der Kurve der relativen Maskierungsschwelle ΔL_n über dem Eingangssignalpegel L_M^n des Maskierungsgeräusches zu erfassen.

Weiterhin wird ein Testton mit einem Eingangssignalpegel L_T und einer Frequenz f_T durch die gleiche Datenverarbeitungsvorrichtung bereitgestellt, auf das gleiche
10 Audiowiedergabesystem übertragen und auf diesem wiedergegeben. Auch der Testton wird durch das Audiowiedergabesystem mit einem unbekannten Ausgabeschallpegel ausgegeben, der im allgemein nicht dem Eingangssignalpegel entspricht. Der Testton kann beispielsweise ein Sinuston sein.

Erfindungsgemäß werden das Maskierungsgeräusch und der Testton zumindest teilweise gleichzeitig auf dem Audiowiedergabesystem wiedergegeben. In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, kann die Wiedergabe des Testtons vor der Wiedergabe des Maskierungsgeräusches beginnen und/oder länger andauern als die Wiedergabe des Maskierungsgeräusches auf dem Audiowiedergabesystem. Der Testton kann
20 beispielsweise 40 ms, 30 ms, 20 ms oder 10 ms vor dem Maskierungsgeräusch beginnen und/oder 100 ms, 200 ms oder 300 ms nach dem Maskierungsgeräusch noch wiedergegeben werden.

Das Audiowiedergabesystem kann prinzipiell jedes beliebige Audiosystem sein, welches
25 im Kalibrationsbereich eine bekannte Beziehung zwischen Eingangspegel und Ausgangspegel aufweist, bevorzugt eine annähernd lineare Beziehung. Dies umfasst insbesondere Kopfhörer und Lautsprecher.

Erfindungsgemäß sind dem Audiowiedergabesystem zwei Signalgeneratoren vorgeschaltet, welche das Maskierungsgeräusch und den Testton mit variablem
30 Eingangssignalpegel und variabler Frequenz bzw. variablem Frequenzbereich, erzeugen können. Die Signalgeneratoren sind in einer bevorzugten Ausführungsform auf der Datenverarbeitungsvorrichtung integriert, die das Maskierungsgeräusch und den Testton bereitstellt.

35 Die Signalgeneratoren können aber auch auf einer separaten Datenverarbeitungsvorrichtung integriert sein. Beispielsweise auf einer

Datenverarbeitungsvorrichtung, die sich am Ort des Audiowiedergabesystems befindet. In diesem Fall besteht eine geeignete Verbindung zur Datenverarbeitungsvorrichtung, die den Testton und das Maskierungsgeräusch bereitstellt. Eine geeignete Verbindung kann dabei eine Verbindung durch ein Kabel, beispielsweise über LAN oder auch eine kabellose
5 Verbindung, wie eine WLAN oder Bluetooth-Verbindung sein. Bevorzugt ist eine kabellose Verbindung.

Das Audiowiedergabesystem ist bevorzugt über eine geeignete Verbindung mit einer Datenverarbeitungsvorrichtung verbunden, die Signalgeneratoren aufweist, die das
10 Maskierungsgeräusch und den Testton erzeugen, bevorzugt ist dies die Datenverarbeitungsvorrichtung, die den Testton und das Maskierungsgeräusch bereitstellt. Über diese Verbindung werden das Maskierungsgeräusch und der Testton an das Audiowiedergabegerät übertragen. Eine geeignete Verbindung kann dabei eine Verbindung durch ein Kabel, beispielsweise über LAN oder auch eine kabellose
15 Verbindung, wie eine WLAN oder Bluetooth-Verbindung sein. Bevorzugt ist eine kabellose Verbindung.

Diese Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ermöglicht es vorteilhafterweise, dass die Datenverarbeitungsvorrichtung, die den Testton und das Maskierungsgeräusch
20 bereitstellt, beabstandet zum Audiowiedergabesystem sein kann. Insbesondere können sich das Audiowiedergabesystem und das Datenverarbeitungsgerät an jedem beliebigen Ort befinden und werden beispielsweise über das Internet miteinander verbunden.

Die Frequenz des Testtones liegt im hörbaren Frequenzbereich zwischen 20 Hz und
25 20 kHz. Erfindungsgemäß liegt die Frequenz des Testtones dabei oberhalb, innerhalb oder auch unterhalb des Frequenzbereiches f_M des Maskierungsgeräusches, wobei die maximale Differenz zwischen Frequenz des Testtones und Frequenzbereich des Maskierungsgeräusches dort erreicht ist, wo die vom Maskierungsgeräusch erzeugte Maskierungskurve bis zur Hörschwelle abgefallen ist. In einer bevorzugten
30 Ausführungsform liegt die Frequenz des Testtones oberhalb des Frequenzbereiches f_M des Maskierungsgeräusches. Besonders bevorzugt liegt die Frequenz des Testtones im Bereich der Maskierungskurve des Maskierungsgeräusches, in dem diese näherungsweise linear über der Frequenz abfällt.

35 Testton und Maskierungsgeräusch werden von einem Nutzer des Audiowiedergabesystems wahrgenommen, wobei der Nutzer über eine geeignete Schnittstelle angibt, ob er den Testton hören kann oder nicht. Ist der vom Audiosystem

erzeugte Schallpegel des Testtones zu gering, wird der Testton vom Maskierungsgeräusch überdeckt. Erst ab einem bestimmten Schallpegel, der von der Frequenz des Testtones und dem Schallpegel des vom Audiosystem erzeugten Maskierungsgeräusches abhängt, kann der Testton vom Nutzer trotz Maskierungsgeräusch wahrgenommen werden. Dieser
5 Schallpegel des Testtones, ab dem der Testton gerade trotz Maskierungsgeräusch wahrnehmbar ist, wird Maskierungsschwelle genannt.

Eine geeignete Schnittstelle ist beispielsweise ein Rechner wie ein PC, Tablett oder Smartphone mit einer geeigneten Software oder App. Die Software oder App stellt dann
10 eine Eingabeoberfläche zur Verfügung, über die der Nutzer angeben kann, ob der Testton wahrgenommen wird oder nicht.

In einer Ausführungsform der Erfindung befindet sich die Schnittstelle auf der Datenverarbeitungsvorrichtung, die genutzt wird, um den Testton und das
15 Maskierungsgeräusch bereitzustellen. Befindet sich die Schnittstelle nicht auf dieser Datenverarbeitungsvorrichtung, so ist die Schnittstelle über eine geeignete Verbindung mit der Datenverarbeitungsvorrichtung verbunden. Eine geeignete Verbindung kann dabei eine Verbindung durch ein Kabel oder auch eine kabellose Verbindung, beispielsweise über LAN, wie eine WLAN oder Bluetooth-Verbindung sein. Besonders bevorzugt ist die
20 Verbindung eine kabellose Verbindung. Die vom Nutzer in der Schnittstelle eingegeben Information wird dann zu der Datenverarbeitungsvorrichtung, die genutzt wird, um den Testton und das Maskierungsgeräusch bereitzustellen, übertragen.

Erfindungsgemäß wird der Eingangssignalpegel des Testtones L_T so lange angepasst, bis
25 der Eingangssignalpegel L_T^S des Testtones erreicht ist, bei dem der Testton gerade noch vom Nutzer wahrgenommen wird, wobei der Eingangssignalpegel L_T^S die Maskierungsschwelle für den Testton mit der Frequenz f_T für das Maskierungsgeräusch mit dem Eingangssignalpegel L_M^n ist. Das Anpassen des Eingangssignalpegels des Testtones umfasst dabei sowohl das der Eingangssignalpegel erhöht als auch das dieser
30 erniedrigt wird, um sich an die Maskierungsschwelle L_T^S des Testtones heranzutasten. Das Anpassen des Eingangssignalpegels L_T wird dabei in Reaktion auf die Information durch den Nutzer, ob dieser den Testton wahrnimmt oder nicht, durch die Datenverarbeitungsvorrichtung vorgenommen, die den Testton und das Maskierungsgeräusch bereitstellt.

35

Anschließend wird die Maskierungsschwelle L_T^S gespeichert und die relativen Maskierungsschwelle $\Delta L_n = L_M^n - L_T^S$ berechnet und anschließend gespeichert. Die

Berechnung der relativen Maskierungsschwelle findet bevorzugt auf einem Rechner, wie beispielsweise einem PC, Tablet oder Smartphone mit einer entsprechenden Software statt. In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Maskierungsschwelle L_T^S auf der Datenverarbeitungsvorrichtung, die den Testton und das Maskierungsgeräusch bereitstellt, gespeichert und auch auf diesem die relative Maskierungsschwelle berechnet und gespeichert.

Die bereits beschriebenen Verfahrensschritte werden erfindungsgemäß für n Eingangssignalpegel L_M^n des Maskierungsgeräusches im Frequenzbereich f_M , wobei $n \in N$ wiederholt. Dabei wird immer der Testton mit der gleichen Frequenz f_T verwendet.

In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung liegt n zwischen 2 und 20, bevorzugt zwischen 3 und 10, besonders bevorzugt zwischen 3 und 5.

Erfindungsgemäß wird anschließend der Verlauf der relativen Maskierungsschwelle ΔL_n über dem Eingangssignalpegel L_M^n des Maskierungsgeräusches aufgetragen. Über die Veränderung der so erhaltenen Kurve im Vergleich zu einer Referenzkurve eines kalibrierten Audiowiedergabesystems, kann auf den tatsächlichen Ausgangsschallpegel des Maskierungsgeräusches rückgeschlossen werden. Dazu wird die so erhaltene Kurve mit einer unbekannten Pegelabweichung $L_e(f_M)$ mit einer Referenzkurve eines kalibrierten Audiosystems ohne Pegelabweichung verglichen und die unbekannte Pegelabweichung $L_e(f_M)$ zwischen Eingangssignalpegel und Ausgangsschallpegel des Maskierungsgeräusches aus den beiden Kurven berechnet. Der Ausgangsschallpegel des Maskierungsgeräusches beschreibt dabei den Schallpegel der vom Audiowiedergabesystem bei der Ausgabe des Maskierungsgeräusches erzeugt wird. Erfindungsgemäß wird aus den Pegelabweichungen, die beim Vergleich der gemessenen Kurve mit der Referenzkurve erhalten werden, ein Entzerrungsfilter berechnet. Bevorzugt finden diese Schritte auf der Datenverarbeitungsvorrichtung, die den Testton und das Maskierungsgeräusch bereitstellt, statt.

In einer Ausführungsform wird die Referenzkurve auf der Datenverarbeitungsvorrichtung, die den Testton und das Maskierungsgeräusch generiert, bereitgestellt. Die Referenzkurve wird vor der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit einem kalibrierten Audiowiedergabesystem bestimmt. Das kalibrierte Audiowiedergabesystem kann dabei von gleicher Bauart wie das im erfindungsgemäßen Verfahren verwendete Audiowiedergabesystem sein, muss aber nicht. In einer Ausführungsform kann das kalibrierte Audiowiedergabesystem mit einem Verfahren aus dem Stand der Technik

kalibriert werden, bevorzugt durch eine entsprechende Messtechnik (Mikrofone) in einem Labor. Verfahren hierzu sind dem Fachmann bekannt. Besonders bevorzugt wird die Referenzkurve durch die Anwendung der Verfahrensschritte a bis f des

- 5 Maskierungsschwellen ΔL_n über den Eingangssignalpegeln des Maskierungsgeräusches L_M^n , die mit den vom Audiowiedergabesystem erzeugten Schallpegeln des Maskierungsgeräusches identisch sind, für das kalibrierte Audiowiedergabesystem erhalten. Für jeden Testton mit einer bestimmten Frequenz f_T in Kombination mit einem Maskierungsgeräusch mit einem Frequenzbereich f_M muss erfindungsgemäß eine
- 10 Referenzkurve zur Verfügung gestellt werden.

In einer Ausführungsform der Erfindung wird der berechnete Entzerrungsfilter bei der Wiedergabe von Geräuschen durch das Audiowiedergabesystem verwendet, um eine kalibrierte Audiowiedergabe zu ermöglichen.

15

In einer bevorzugten Ausführungsform wird das erfindungsgemäße Verfahren für m Maskierungsgeräusche mit m verschiedenen Frequenzbereichen f_M durchgeführt, wobei $m \in N$.

- 20 Wird der Frequenzbereich des Maskierungsgeräusches verändert, so wird die Frequenz des Testtones ebenfalls verändert, so dass das Verfahren für m Testtöne mit m verschiedenen Frequenzen f_T durchgeführt wird, wobei $m \in N$. In einer Ausführungsform liegt m zwischen 1 und 50, bevorzugt zwischen 1 und 24, besonders bevorzugt zwischen 1 und 5.

25

Wird das Verfahren für mehrere Maskierungsgeräusche mit m verschiedenen Frequenzbereichen f_M durchgeführt, kann ein Entzerrungsfilter für den Bereich von Frequenzen berechnet werden, der durch die Frequenzen der m Maskierungsgeräusche abgedeckt wurde. Der so erhaltene Entzerrungsfilter ermöglicht eine kalibrierte

30 Audiowiedergabe des Audiowiedergabesystems über einen entsprechenden Frequenzbereich hinweg. Der Frequenzbereich richtet sich dabei nach den Frequenzbereichen der m Maskierungsgeräusche. Der Frequenzgang eines Audiowiedergabegerätes kann hierdurch bestimmt werden.

- 35 Die Erfindung stellt weiterhin ein System zur Verfügung, welches dazu eingerichtet ist, dass das das erfindungsgemäße Verfahren auf diesem ablaufen kann. Das System weist ein Audiowiedergabesystem, mindestens eine Recheneinheit, eine Schnittstelle für einen

Nutzer und zwei Signalgeneratoren auf. Insbesondere ist das erfindungsgemäße System dazu eingerichtet, dass ein Verfahren für die psychoakustische Kalibrierung eines Audiowiedergabesystems, aufweisend die Schritte

- 5 a. Bereitstellen eines Maskierungsgeräusches mit einem Eingangssignalpegel L_M^n , wobei $n \in N$ und einem Frequenzbereich f_M durch eine Datenverarbeitungsvorrichtung, Erzeugen des Maskierungsgeräusches durch einen Signalgenerator, Übertragen des Maskierungsgeräusches an ein Audiowiedergabesystem und Wiedergabe auf diesem mit einem Ausgangsschallpegel mit unbekannter Pegelabweichung $L_e(f_M)$;
- 10 b. Bereitstellen eines Testtones mit einem Eingangssignalpegel L_T und einer Frequenz f_T durch die Datenverarbeitungsvorrichtung, Erzeugen des Testtones durch einen Signalgenerator, Übertragen des Testtones an das Audiowiedergabesystem und Wiedergabe auf diesem mit einem unbekannten Ausgangsschallpegel;
- 15 c. Angabe eines Nutzers über eine geeignete Schnittstelle, ob der Testton wahrnehmbar ist oder nicht und Übertragen dieser Information an die Datenverarbeitungsvorrichtung;
- 20 d. Anpassen des Eingangssignalpegels des Testtones L_T so lange, bis der Eingangssignalpegel L_T^S des Testtones erreicht ist, bei dem der Testton gerade noch vom Nutzer wahrgenommen wird, wobei der Eingangssignalpegel L_T^S die Maskierungsschwelle für den Testton mit der Frequenz f_T für das Maskierungsgeräusch mit dem Eingangssignalpegel L_M^n und dem Frequenzbereich f_M ist;
- 25 e. Speichern der Maskierungsschwelle L_T^S und berechnen der relativen Maskierungsschwelle $\Delta L_n = L_M^n - L_T^S$;
- 30 f. Wiederholen der Schritte a bis e für n Eingangssignalpegel L_M^n des Maskierungsgeräusches im Frequenzbereich f_M , wobei $n \in N$, wobei der Testton jeweils die gleiche Frequenz f_T aufweist;
- 30 g. Auftragung des Verlaufs der relativen Maskierungsschwelle ΔL_n über dem Eingangssignalpegel L_M^n des Maskierungsgeräusches; Vergleich der Kurve mit einer Referenzkurve und Berechnung der Pegelabweichung $L_e(f_M)$ zwischen Eingangssignalpegel und Ausgangsschallpegel des Maskierungsgeräusches aus den beiden Kurven;
- 35 h. Berechnung eines Entzerrungsfilters aus den Pegelabweichungen; darauf ablaufen kann.

Alle Merkmale, die für das erfindungsgemäße Verfahren beschrieben wurden, treffen ebenso auf das erfindungsgemäße System zu und umgekehrt.

Für die Kalibration von Audiowiedergabeverfahren aus der Ferne sind psychoakustische
5 Verfahren ohne externe Referenz vorteilhaft, da sie weder den Einsatz eines Messsystems vor Ort noch den Einsatz einer externen Geräuschquelle mit exakt definiertem Pegel erfordern. Bei der Verwendung von psychoakustischen Verfahren in der Erforschung der Höreigenschaften wird immer das Audiowiedergabesystem als kalibriert, d.h. bekannt angenommen und die Eigenschaften des Ohres als unbekannt. Für die Kalibration von
10 Audiowiedergabesystemen mit psychoakustischen Verfahren wiederum, werden jedoch die Eigenschaften des Audiowiedergabesystems als unbekannt angenommen und die Eigenschaften des Ohres als bekannt. Das einzige bekannte psychoakustischen Kalibrationsverfahren, basiert auf der Ruhehörschwelle und ist wegen der aus der individuellen Varianz der Ruhehörschwelle sowie dem unbekannten Hintergrundgeräusch
15 resultierenden Schwankung des Messnormal stark fehlerbehaftet. Damit ist das Verfahren eher zum Ausgleich individueller Einschränkungen der Wiedergabesituation, als zur Entzerrung des Audiosystems für eine kontrollierte Wiedergabe geeignet.

Audiowiedergabesysteme basieren nahezu ausschließlich auf dem elektrodynamischen
20 Lautsprecher. Eine wesentliche Eigenschaft ist deren lineares Verhalten unterhalb sehr hoher Wiedergabepegel, welches als bekannt angenommen werden kann. Die Eigenschaft der Frequenzselektivität (d.h. Maskierung), wird beispielsweise bei der MP3 Codierung verwendet. Dabei wird die Eigenschaft genutzt, dass ein Maskierungsgeräusch mit hohem Pegel einen Testton höherer Frequenz aber niedrigerem Pegel verdeckt. Der
25 Pegelunterschied zwischen dem Maskierungsgeräusch und dem Testton, d.h. die relative Maskierungsschwelle, bei der der Testton noch detektierbar ist, wird dafür als linear angenommen. Dies ist jedoch nicht zutreffend, da die relative Maskierungsschwelle mit steigendem Schallpegel des Maskierungsgeräusches sinkt [1]. Vorteilhafterweise kann die vorliegende Erfindung den nichtlinearen Verlauf der relativen Maskierungsschwelle als
30 Messnormal in einem psychoakustischen Kalibrationsverfahren, zur Identifikation der Systemeigenschaften (Ausgangsschallpegel, Frequenzgang) eines Audiowiedergabesystems technisch nutzbar machen.

Mittels zweier Signalgeneratoren, welche dem unbekannten Audiosystem vorgeschaltet
35 sind, können ein Maskierungsgeräusch sowie ein Testton mit variablem Schallpegel erzeugt werden und damit das Audiowiedergabesystem angeregt werden. Die Fähigkeit eines Nutzers zur Detektion des Testtones stellt dabei das Messnormal in Form der

relativen Maskierungsschwelle dar. Da das Audiowiedergabesystem als lineares System angenommen werden kann, sind zwar sowohl der Wiedergabepegel des Maskierungsgeräusches als auch des Testtones unbekannt, der Pegelunterschied zwischen Maskierungsgeräusch und Testton bleibt jedoch konstant, trotz der Veränderung
5 des Gesamtwiedergabepegels durch das unbekannte Audiowiedergabesystem. Damit ist die relative Maskierungsschwelle ausschließlich von der Fähigkeit des Nutzers zur Detektion des Testtones abhängig.

Der mittelwertbefreite Verlauf der relativen Maskierungsschwelle über den Schallpegel des Maskierungsgeräusches unterliegt nur geringen interindividuellen Schwankungen. Daher
10 kann aus der Abweichung des Verlaufs der relativen Maskierungsschwelle eines konkreten Nutzers von einer Referenzmessung, die auf einem kalibrierten und damit entzerrten Audiowiedergabesystem im Vorhinein bestimmt wurden, der tatsächlich wiedergegebene Ausgangsschallpegel des Maskierungsgeräusches bestimmt werden. Das Verhältnis
15 zwischen Eingangssignalpegel und wiedergegebenem Ausgangsschallpegel kann schließlich zur Erstellung eines Digitalfilters genutzt werden mit dem nachfolgend die Entzerrung des Audiowiedergabesystems erfolgt.

Damit kann das erfindungsgemäße Verfahren vorteilhafterweise Ohreigenschaften nutzbar
20 machen, die bisher nicht als Messnormal für Kalibrationsverfahren genutzt wurden. Das erfindungsgemäße Verfahren benötigt darüber hinaus keine externen Vergleichsgeräuschquellen sowie kein Messsystem, insbesondere kein Mikrofon, zur Kalibrierung. Im Gegensatz zu hörschwellenbasierten psychoakustischen Kalibrationsverfahren, ist das Verfahren unempfindlich gegen individuelle Schwankungen
25 der Hörschwelle. Da mit Wiedergabepegeln weit über der Hörschwelle gearbeitet werden kann, ist das Verfahren unempfindlich gegenüber hörschwellennahen Hintergrundgeräuschen, welche in alltäglichen Wiedergabesituationen immer anzutreffen sind.

30 Die Erfindung wird im Folgenden anhand von 4 Figuren und 1 Ausführungsbeispiel näher erläutert.

Figur 1 (A) stellt beispielhaft den Eingangssignalpegel L_T des Testtones über der Frequenz f_T des Testtones dar; (B) stellt beispielhaft den Verlauf der
35 relativen Maskierungsschwelle ΔL_n über dem Eingangssignalpegel L_M^n des Maskierungsgeräusches dar;

Figur 2 stellt ein Ablaufschema des erfindungsgemäßen Verfahrens dar;

- Figur 3 (A) beispielhaft stellt den Eingangssignalpegel L_T des Testtones über der Frequenz f_T des Testtones dar; (B) stellt beispielhaft den Verlauf der relativen Maskierungsschwelle ΔL_n über dem Eingangssignalpegel L_M^n des Maskierungsgeräusches dar und den Verlauf der Maskierungsschwelle ΔL^{Ref} aus der Referenzmessung (Referenzkurve);
- Figur 4 (A) bis (C) stellt beispielhaft einen Messablauf dar.

Figur 1 (A) stellt beispielhaft den Eingangssignalpegel L_T des Testtones über der Frequenz f_T des Testtones dar. Weiterhin ist in der Figur die Hörschwelle eingezeichnet und die Maskierungskurven, die durch die Maskierungsgeräusche mit unterschiedlichen Eingangssignalpegeln L_M erzeugt werden. Dabei wird der Abfall der Maskierungskurve mit zunehmenden Maskierungspegel geringer. Das Maskierungsgeräusch war in diesem Beispiel ein bandbegrenztes Rauschen mit einem konstanten Frequenzbereich f_M von einer Terz und einer Mittenfrequenz von 1 kHz. Die Balken 10, 20 stellen zwei Testtöne mit gleicher Frequenz f_T dar, jedoch unterschiedlichem Eingangssignalpegel L_T . Um die Testtöne 10, 20 besser unterscheiden zu können, sind diese nebeneinander dargestellt.

Erfindungsgemäß werden zum Beispiel der Testton 10 und ein Maskierungsgeräusch mit einem Eingangssignalpegel $L_M^n = 80 \text{ dB}$ über das Audiowiedergabesystem ausgegeben. Der Eingangssignalpegel L_T des Testtones wird nun so lange angepasst, bis der Testton für einen Nutzer gerade wahrnehmbar ist. Dies entspricht dem Eingangssignalpegel des Testtones bei dem der Balken 10 die Kurve des Maskierungsgeräusches mit einem Eingangssignalpegel $L_M^n = 80 \text{ dB}$ schneidet. Dieser Eingangssignalpegel des Testtones entspricht der Maskierungsschwelle L_T^S . Aus der Maskierungsschwelle L_T^S und dem Eingangssignalpegel $L_M^n = 80 \text{ dB}$ des Maskierungsgeräusches wird relative Maskierungsschwelle $\Delta L_n = L_M^n - L_T^S$ berechnet.

Anschließend wird ein Maskierungsgeräusch mit einem anderen Eingangssignalpegel zum Beispiel $L_M^n = 90 \text{ dB}$ zusammen mit dem Testton 20 auf dem Audiowiedergabegerät wiedergegeben. Der Frequenzbereich des Maskierungsgeräusches f_M und die Frequenz des Testtones f_T ist dabei unverändert. Wiederum wird der Eingangssignalpegel L_T des Testtones so lange angepasst, bis der Testton für einen Nutzer gerade wahrnehmbar ist. Aus der so ermittelten Maskierungsschwelle L_T^S und dem Schallpegel des Maskierungsgeräusches kann wiederum die relative Maskierungsschwelle berechnet werden. Dies kann für n verschiedene Eingangssignalpegel des Maskierungsgeräusches durchgeführt werden.

In **Figur 1 (B)** ist beispielhaft der Verlauf der relativen Maskierungsschwelle ΔL_n , d.h. die Differenz zwischen Eingangssignalpegel des Maskierungsgeräusches und der Maskierungsschwelle des Testtones über dem Eingangssignalpegel L_M^n des Maskierungsgeräusches mit konstantem Frequenzbereich f_M für einen Testton einer konstanten Frequenz f_T aufgetragen. Deutlich zu erkennen ist der nichtlineare Verlauf.

Figur 2 stellt ein Ablaufschema des erfindungsgemäßen Verfahrens dar. Das Schema stellt sowohl die Kalibrierung eines Audiowiedergabesystems durch das erfindungsgemäße Verfahren dar als auch die Wiedergabe von Audiosignalen durch das dann kalibrierte Audiowiedergabesystem.

Zunächst wird ein Maskierungsgeräusch 204 und ein Testton 101 für die Kalibrierung durch eine Datenverarbeitungsvorrichtung 400 zur Verfügung gestellt. Diese werden durch Signalgeneratoren erzeugt und durch ein Audiowiedergabesystem 40 mit unbekannten Eigenschaften wiedergegeben. Ein Nutzer des Audiowiedergabesystems 40 bekommt damit das Maskierungsgeräusch und den Testton präsentiert 60. Der Schallpegel umgebender Geräusche 50 kann dabei über der Hörschwelle liegen, jedoch vorteilhafterweise unterhalb des vom Audiosystem erzeugten Ausgangsschallpegels des Testtones und des Maskierungsgeräusches, so dass Umgebungsgeräusche keinen Einfluss auf das erfindungsgemäße Verfahren haben. Ein Nutzer mit einer unbekannten Hörschwelle gibt nun über eine geeignete Schnittstelle 80 an, ob der Testton hörbar ist oder nicht 70. Ist der Testton nicht hörbar, wird der Eingangssignalpegel des Testtones verändert 100. Diese Schleife wird so lange durchlaufen, bis die Maskierungsschwelle für den Testton erreicht ist. In diesem Fall 200 wird die Maskierungsschwelle gespeichert und die relative Maskierungsschwelle berechnet 201. Diese Schritte werden für verschiedene Eingangssignalpegel des Maskierungsgeräusches durchlaufen 302, 303, so dass der Verlauf der relativen Maskierungsschwelle ΔL_n über dem Eingangssignalpegel L_M^n des Maskierungsgeräusches ermittelt werden kann. Diese Kurve wird mit einer Referenzkurve 300 verglichen und aus den Abweichungen wird eine Pegelkorrektur für den aktuellen Frequenzbereich f_M des Maskierungsgeräusches 310 berechnet. Das Verfahren wird dann vorteilhafterweise für m Maskierungsgeräusche mit m verschiedenen Frequenzbereichen und m Testtöne mit verschiedenen Frequenzen durchlaufen 311, 312. Aus den Pegelkorrekturen der m Frequenzbereiche der Maskierungsgeräusche kann eine Übertragungsfunktion des Audiosystems gebildet werden somit ein inverser Filter zur Entzerrung 320 berechnet werden

Bei der Wiedergabe eines Audiosignales 30 hebt der inverse Filter zur Entzerrung 320 den Frequenzgang des Audiowiedergabesystems auf und die Audiowiedergabe aus dem Audiowiedergabesystem 40 erfolgt kalibriert.

- 5 Die Box 500 kennzeichnet alle Verfahrensschritte, die vor Ort am Audiowiedergabesystem ablaufen. Die Box 400 kennzeichnet die Verfahrensschritte, die ortsunabhängig sind, d.h. sowohl am Ort des Audiowiedergabesystems als auch an einem entfernten Ort erfolgen können.
- 10 **Figur 3 (A)** stellt beispielhaft den Eingangssignalpegel L_T des Testtones über der Frequenz f_T des Testtones dar. In der Figur sind drei Maskierungsgeräusche 1a, 2a und 3a mit unterschiedlichen Schallpegeln L_M^n ($n = 1, 2, 3$) und deren erzeugten Maskierungskurvenverläufen 1c, 2c, 3c dargestellt. Für einen Testton einer Frequenz f_T wird für alle drei Maskierungsgeräusche nacheinander mit dem erfindungsgemäßen
- 15 Verfahren die Maskierungsschwelle L_T^S (in der Figur gekennzeichnet mit den Bezugszeichen 1b, 2b, 3b) ermittelt. Aus den Maskierungsschwellen L_T^S und den Eingangssignalpegeln L_M^n der Maskierungsgeräusche wird jeweils die relative Maskierungsschwelle $\Delta L_n = L_M^n - L_T^S$ berechnet.
- 20 **Figur 3 (B)** stellt beispielhaft den Verlauf der relativen Maskierungsschwelle ΔL_n über dem Eingangssignalpegel L_M^n des Maskierungsgeräusches dar und eine Referenzkurve ΔL^{Ref} (1d, 2d, 3d). Die Referenzkurve wurde durch die Messung mit einem kalibrierten Audiowiedergabesystem erhalten. Aus der Abweichung der Kurve für ΔL_n und der Kurve für ΔL^{Ref} kann eine Pegelkorrektur für den Frequenzbereich f_M des
- 25 Maskierungsgeräusches berechnet werden. Aus den Pegelkorrekturen für mehrere Frequenzbereiche f_M des Maskierungsgeräusches kann ein Entzerrungsfilter berechnet werden.

- Figur 4 (A) bis (C)** stellt beispielhaft einen Messablauf dar und ist im Ausführungsbeispiel
- 30 1 näher erläutert.

Ausführungsbeispiel 1

- Figur 4 (A) stellt den Eingangssignalpegel L_T für einen Testton über der Frequenz f_T des Testtones dar. Das erfindungsgemäße Verfahren wurde für $m=2$ Frequenzbereiche des
- 35 Maskierungsgeräusches sowie Testtöne mit $m=2$ Frequenzen durchgeführt. Als Maskierungsgeräusch wurde ein bandbegrenztes Rauschen verwendet und als Testton ein Sinuston. In der Figur 4 sind beispielhaft die Messergebnisse für $m=2$ Frequenzbereiche

der Maskierungsgeräusche und $m=2$ Frequenzen der Testtöne dargestellt. Das Verfahren wurde zuerst für das Maskierungsgeräusch $m=1$ mit einem Frequenzbereiche f_M von einer Terz und einer Mittenfrequenz von 1 kHz und einen Testton mit der Frequenz $f_T = 1,7$ kHz durchlaufen. Das Eingangssignal des Maskierungsgeräusches und wurde bei der

5 Wiedergabe durch das Audiosystem durch eine unbekannte Pegelabweichung $L_e(f_M)$ verzerrt und mit einem Ausgangsschallpegel ausgegeben, der nicht dem Eingangssignalpegel entsprach. Es wurde jeweils der Eingangssignalpegel des Testtones L_T variiert, bis die Maskierungsschwelle bei L_T^S gefunden wurde. Der Verlauf der, um die unbekannte Pegelabweichung $L_e(f_M)$ bei f_M verschobenen Eingangssignalpegel des

10 Maskierungsgeräusches, relativen Maskierungsschwelle im Vergleich zu einer Referenzkurve ist in Figur 4 (B) dargestellt. Für die Mittenfrequenz von 1 kHz konnte somit eine Pegelabweichung $L_e(f_M)$ von +10 dB des tatsächlich vom Maskierungsgeräusch erzeugten Schallpegels vom Eingangssignalpegel des Maskierungsgeräusches L_M^n bestimmt werden. Anschließend wurden die Verfahrensschritte für das Maskierungs-

15 geräusch $m=2$ mit einem Frequenzbereich f_M von einer Terz und einer Mittenfrequenz von 2 kHz sowie einem Testton $m=2$ mit einer Frequenz $f_T = 3,4$ kHz durchlaufen. Der Verlauf der, um die unbekannte Pegelabweichung $L_e(f_M)$ bei f_M verschobenen Eingangssignalpegel des Maskierungsgeräusches, relativen Maskierungsschwelle im Vergleich zu einer Referenzkurve ist in Figur 4 (C) dargestellt. Für die Mittenfrequenz von 2 kHz konnte somit

20 eine Pegelabweichung $L_e(f_M)$ von -10 dB des tatsächlich vom Maskierungsgeräusch erzeugten Schallpegels vom Eingangssignalpegel des Maskierungsgeräusches L_M^n bestimmt werden. Für jeden Frequenzbereich f_M des Maskierungsgeräusches wurde das Verfahren für jeweils mindestens $n = 3$ Schallpegel L_M^n des Maskierungsgeräusches durchgeführt. Aus den ermittelten Pegelabweichungen $L_e(f_M)$ aller Frequenzbereiche des

25 Maskierungsgeräusches, die jeweils zwischen den Kurvenverläufen der relativen Maskierungsschwellen und den Referenzkurven berechnet wurden, wurde schließlich ein Entzerrungsfilter über die verwendeten Frequenzbereiche der Maskierungsgeräusche berechnet.

30 Beim späteren Abspielen von Audiosignalen auf dem Audiowiedergabegerät wurde der Entzerrungsfilter angewendet und es konnte ein kalibriertes Audiosignal ausgegeben werden.

Referenzen

[1] R. J. Baker and S. Rosen, "Auditory filter nonlinearity across frequency using simultaneous notched-noise masking," *The Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 119, no. 1, pp. 454-462, 2006.

5

10

Bezugszeichenliste

	1a, 2a, 3a	Maskierungsgeräusche
	1b, 2b, 3b	relative Maskierungsschwelle
	1c, 2c, 3c	Maskierungskurvenverlauf
5	1d, 2d, 3d	Referenzkurve
	10, 20	Testton
	30	Audiosignal
	40	Audiowiedergabesystem
	50	umgebende Geräusche
10	70	Testton hörbar
	80	Schnittstelle
	100	Veränderung des Eingangssignalpegels des Testtones
	101	Testton
	200	Speichern der Maskierungsschwelle
15	201	Berechnen der relativen Maskierungsschwelle
	204	Maskierungsgeräusch
	300	Referenzkurve
	310	Pegelkorrektur
	320	Entzerrungsfilter
20	400	ortsunabhängige Verfahrensschritte
	500	Verfahrensschritte vor Ort am Audiosystem

Ansprüche

1. Verfahren für die psychoakustische Kalibrierung eines Audiowiedergabesystems (40), aufweisend die Schritte

- 5 a. Bereitstellen eines Maskierungsgeräusches (204) mit einem Eingangssignalpegel L_M^n , wobei $n \in N$ und einem Frequenzbereich f_M durch eine Datenverarbeitungsvorrichtung, Erzeugen des Maskierungsgeräusches (204) durch einen Signalgenerator, Übertragen des Maskierungsgeräusches (204) an ein Audiowiedergabesystem (40) und Wiedergabe auf diesem mit
 - 10 einem Ausgangsschallpegel mit unbekannter Pegelabweichung $L_e(f_M)$;
- b. Bereitstellen eines Testtones (101) mit einem Eingangssignalpegel L_T und einer Frequenz f_T durch die Datenverarbeitungsvorrichtung, Erzeugen des Testtones (101) durch einen Signalgenerator, Übertragen des Testtones (101) an das Audiowiedergabesystem (40) und Wiedergabe auf diesem mit einem
 - 15 unbekannten Ausgangsschallpegel;
- c. Angabe eines Nutzers über eine geeignete Schnittstelle (80), ob der Testton (101) wahrnehmbar ist oder nicht und Übertragen dieser Information an die Datenverarbeitungsvorrichtung;
- d. Anpassen des Eingangssignalpegels des Testtones L_T so lange, bis der
 - 20 Eingangssignalpegel L_T^S des Testtones (101) erreicht ist, bei dem der Testton (101) gerade noch vom Nutzer wahrgenommen wird, wobei der Eingangssignalpegel L_T^S die Maskierungsschwelle für den Testton (101) mit der Frequenz f_T für das Maskierungsgeräusch mit dem Eingangssignalpegel L_M^n und dem Frequenzbereich f_M ist;
- 25 e. Speichern der Maskierungsschwelle L_T^S und berechnen der relativen Maskierungsschwelle $\Delta L_n = L_M^n - L_T^S$;
- f. Wiederholen der Schritte a. bis e. für n Eingangssignalpegel L_M^n des Maskierungsgeräusches (204) im Frequenzbereich f_M , wobei $n \in N$, wobei der Testton (101) jeweils die gleiche Frequenz f_T aufweist;
- 30 g. Auftragung des Verlaufs der relativen Maskierungsschwelle ΔL_n über dem Eingangssignalpegel L_M^n des Maskierungsgeräusches (204); Vergleich der Kurve mit einer Referenzkurve (300) und Berechnung der Pegelabweichung $L_e(f_M)$ zwischen Eingangssignalpegel und Ausgangsschallpegel des Maskierungsgeräusches (204) aus den beiden Kurven;
- 35 h. Berechnung eines Entzerrungsfilters (320) aus den Pegelabweichungen.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren für m Maskierungsgeräusche (204) mit m verschiedenen Frequenzbereichen f_M durchgeführt wird, wobei $m \in N$.
- 5 3. Verfahren gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das n zwischen 2 und 20, bevorzugt zwischen 3 und 10, besonders bevorzugt zwischen 3 und 5 liegt.
- 10 4. Verfahren gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Maskierungsgeräusch (204) ein bandbegrenztes Rauschen, ein Sinuston oder ein anders Geräusch ist.
- 15 5. Verfahren gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Frequenzbereiches f_M des Maskierungsgeräusches (204) zumindest teilweise den hörbaren Bereich des Frequenzspektrums abdeckt.
- 20 6. Verfahren gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Eingangssignalpegel L_M^n so festgelegt wird, dass der durch das Audiowiedergabesystem (40) erzeugte Schallpegel zwischen 20 und 100 dB, bevorzugt zwischen 30 und 90 dB, besonders bevorzugt zwischen 50 und 90 dB liegt.
- 25 7. Verfahren gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Referenzkurve (300) durch ein kalibriertes Audiowiedergabesystem (40) bestimmt wurde.
- 30 8. Verfahren gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Audiowiedergabegerät (40) ein Lautsprecher oder Kopfhörer ist.
9. Verfahren gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der berechnete Entzerrungsfilter (320) bei der Wiedergabe von Geräuschen durch das Audiowiedergabesystem (40) verwendet wird, um eine kalibrierte Audiowiedergabe zu ermöglichen.
- 35 10. System zur psychoakustischen Kalibrierung eines Audiowiedergabesystems (40), dazu eingerichtet, dass ein Verfahren für die psychoakustische Kalibrierung eines Audiowiedergabesystems (40), aufweisend die Schritte
 - a. Bereitstellen eines Maskierungsgeräusches (204) mit einem Eingangssignalpegel L_M^n , wobei $n \in N$ und einem Frequenzbereich f_M durch
 - 40 eine Datenverarbeitungsvorrichtung, Erzeugen des Maskierungsgeräusches

(204) durch einen Signalgenerator, Übertragen des Maskierungsgeräusches (204) an ein Audiowiedergabesystem (40) und Wiedergabe auf diesem mit einem Ausgangsschallpegel mit unbekannter Pegelabweichung $L_e(f_M)$;

b. Bereitstellen eines Testtones (101) mit einem Eingangssignalpegel L_T und einer Frequenz f_T durch die Datenverarbeitungsvorrichtung, Erzeugen des Testtones (101) durch einen Signalgenerator, Übertragen des Testtones (101) an das Audiowiedergabesystem (40) und Wiedergabe auf diesem mit einem unbekannten Ausgangsschallpegel;

c. Angabe eines Nutzers über eine geeignete Schnittstelle (80), ob der Testton (101) wahrnehmbar ist oder nicht und Übertragen dieser Information an die Datenverarbeitungsvorrichtung;

d. Anpassen des Eingangssignalpegels des Testtones L_T so lange, bis der Eingangssignalpegel L_T^S des Testtones (101) erreicht ist, bei dem der Testton (101) gerade noch vom Nutzer wahrgenommen wird, wobei der Eingangssignalpegel L_T^S die Maskierungsschwelle für den Testton (101) mit der Frequenz f_T für das Maskierungsgeräusch mit dem Eingangssignalpegel L_M^n und dem Frequenzbereich f_M ist;

e. Speichern der Maskierungsschwelle L_T^S und berechnen der relativen Maskierungsschwelle $\Delta L_n = L_M^n - L_T^S$;

f. Wiederholen des Schrittes a. bis e. für n Eingangssignalpegel L_M^n des Maskierungsgeräusches (204) im Frequenzbereich f_M , wobei $n \in N$, wobei der Testton (101) jeweils die gleiche Frequenz f_T aufweist;

g. Auftragung des Verlaufs der relativen Maskierungsschwelle ΔL_n über dem Eingangssignalpegel L_M^n des Maskierungsgeräusches (204); Vergleich der Kurve mit einer Referenzkurve (300) und Berechnung der Pegelabweichung $L_e(f_M)$ zwischen Eingangssignalpegel und Ausgangsschallpegel des Maskierungsgeräusches (204) aus den beiden Kurven;

h. Berechnung eines Entzerrungsfilters (320) aus den Pegelabweichungen; darauf ablaufen kann.

5

10

15

20

25

30

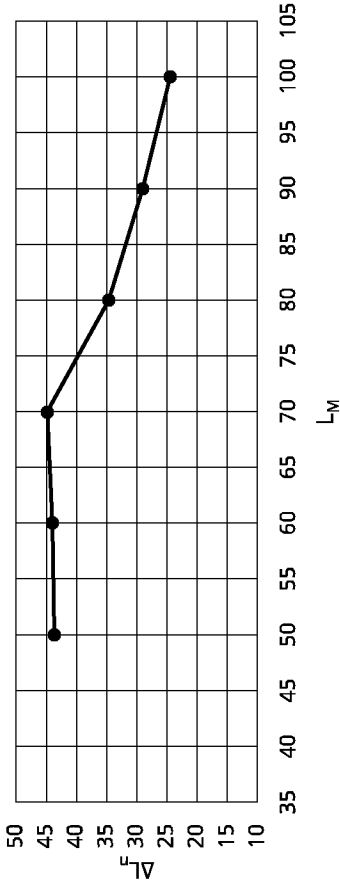
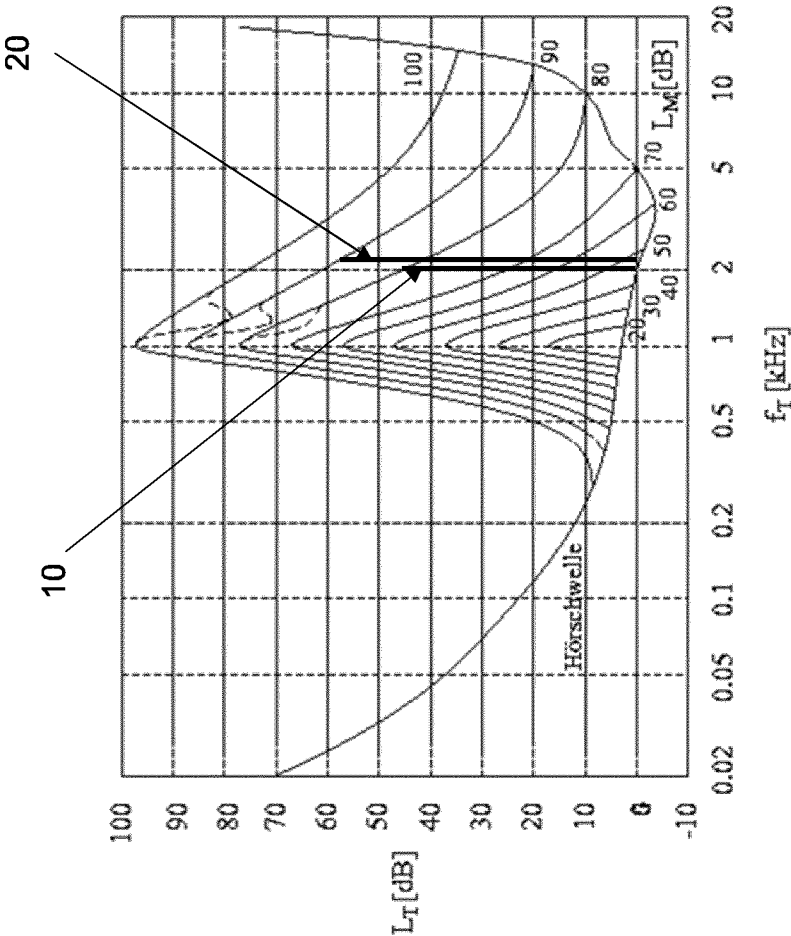


FIG 2

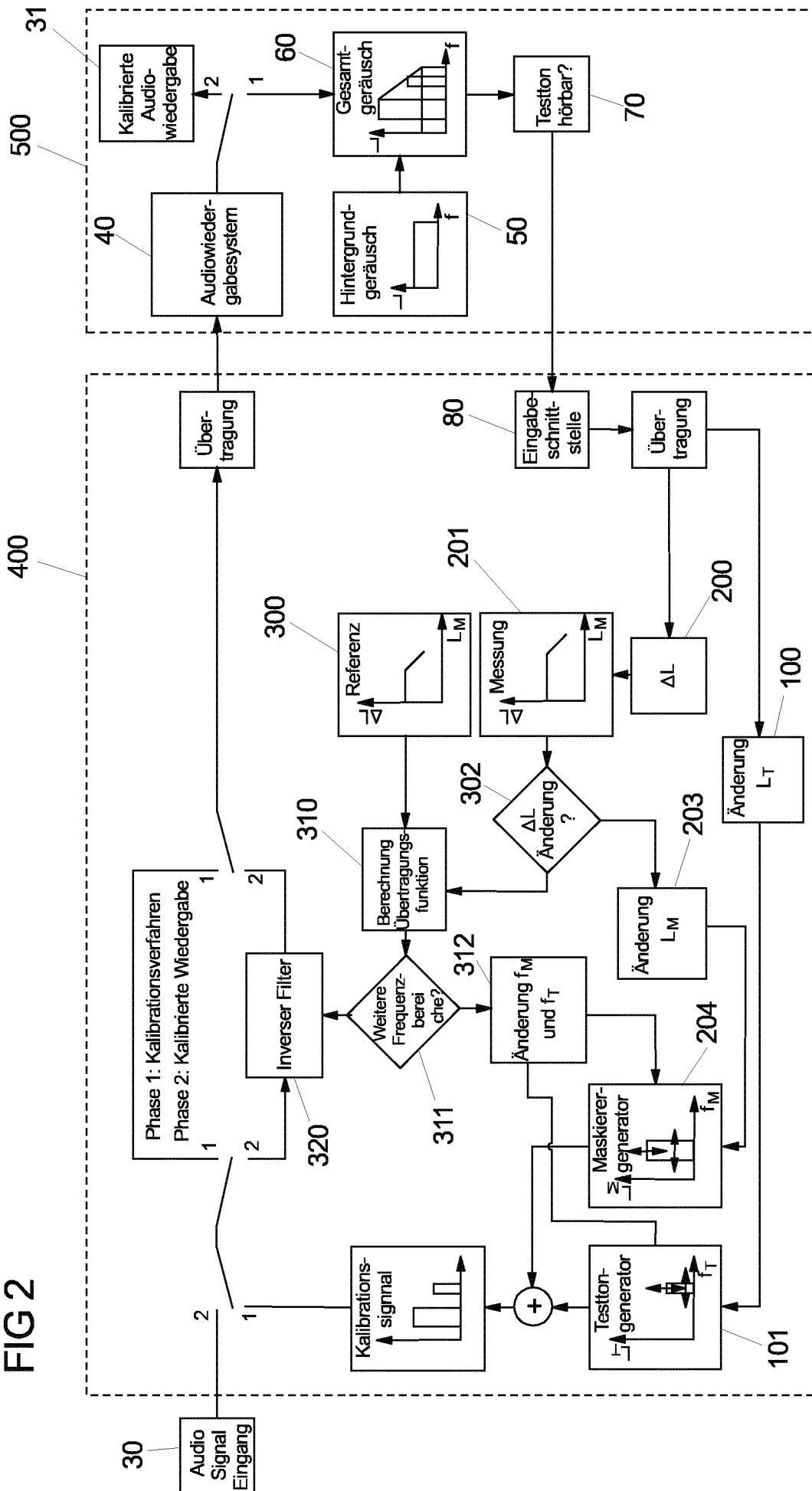


FIG 3A

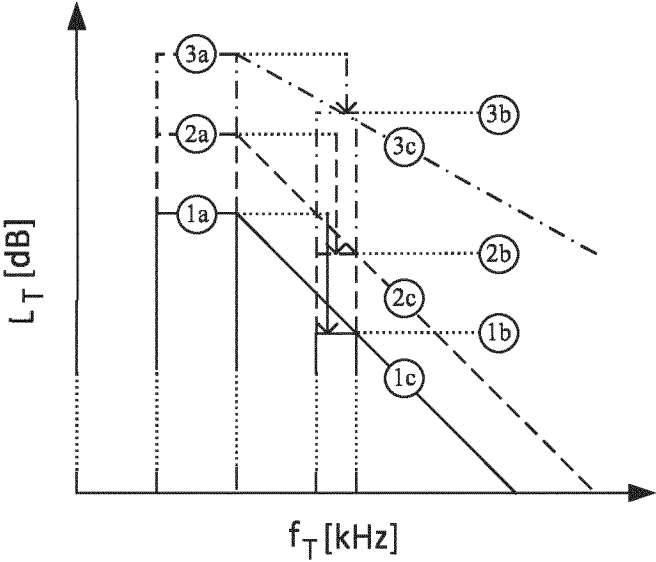
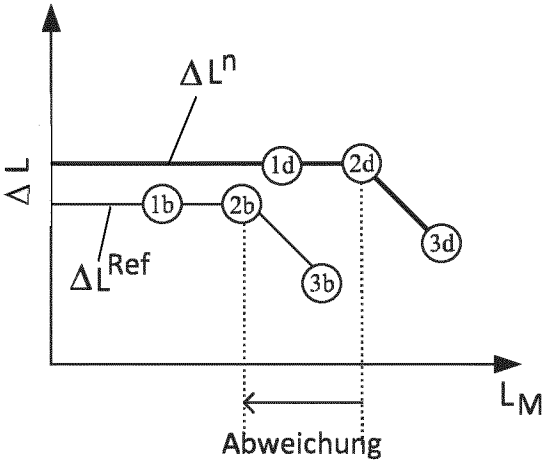
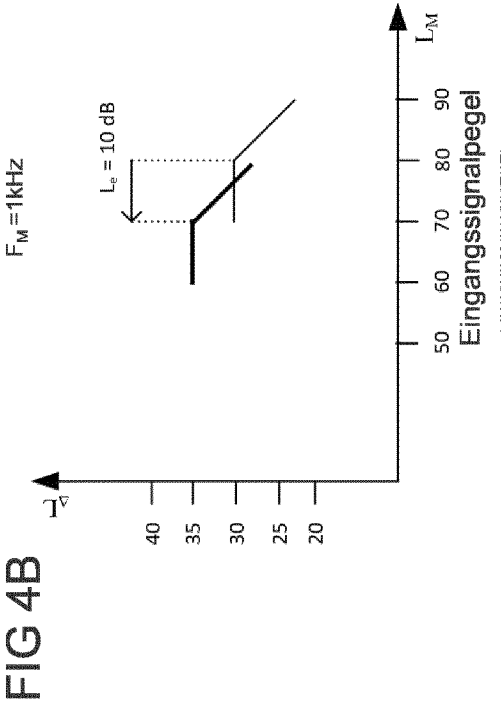
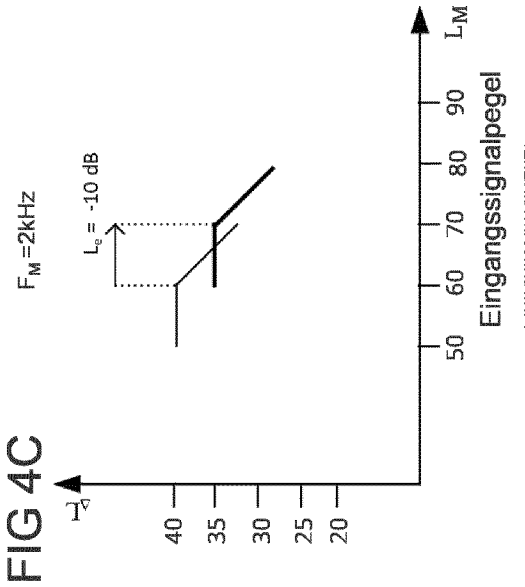
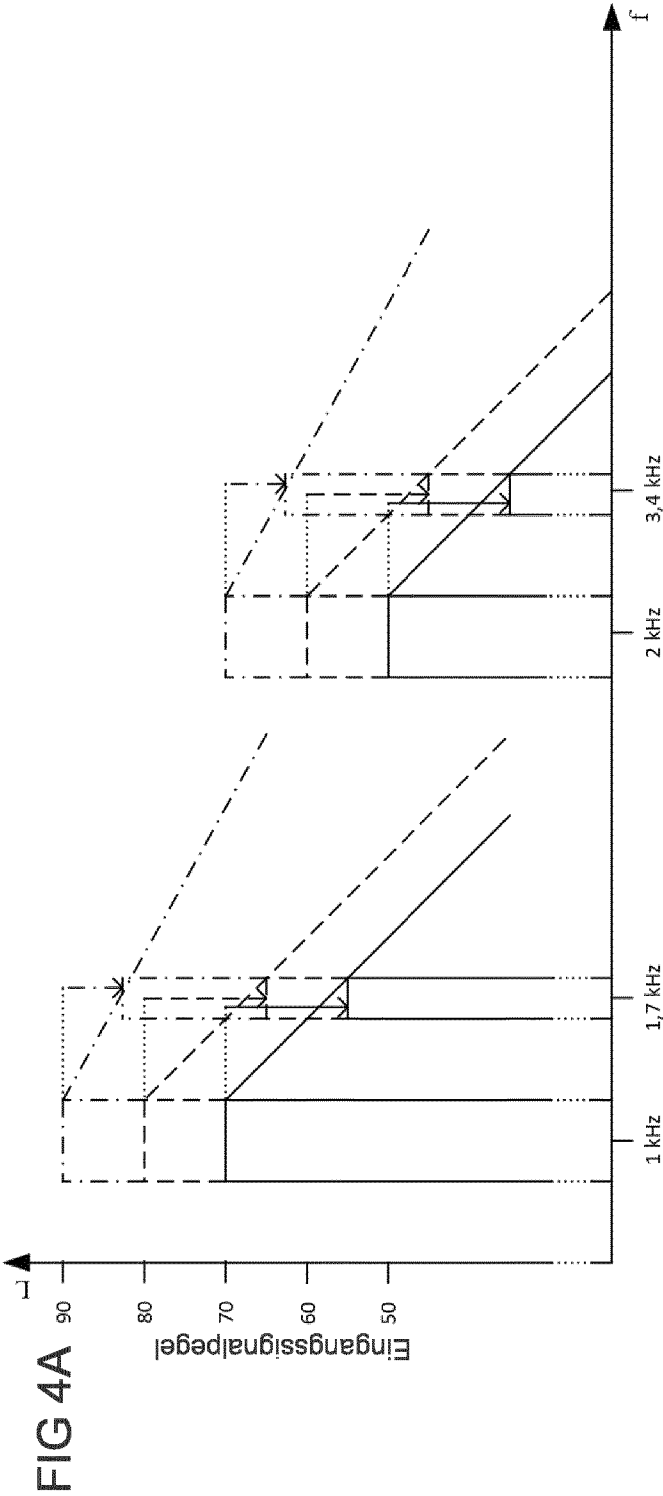


FIG 3B





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/057284

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H04R 29/00**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2003078515 A1 (MENZEL CHRISTOPH [US] ET AL) 24 April 2003 (2003-04-24) cited in the application paragraphs [0048], [0091] - [0120]; figure 1	1-10
A	PLACK CHRISTOPHER J ET AL. "Basilar-membrane nonlinearity and the growth of forward masking" <i>THE JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, 2 HUNTINGTON QUADRANGLE, MELVILLE, NY 11747</i> , Vol. 103, No. 3, 01 March 1998 (1998-03-01), pages 1598-1608 DOI: 10.1121/1.421294 ISSN: 0001-4966, XP012000163 section "Introduction"	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

06 June 2024

Date of mailing of the international search report

17 June 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Lörch, Dominik

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2024/057284

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	2003078515	A1	24 April 2003	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H04R29/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H04R		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2003/078515 A1 (MENZEL CHRISTOPH [US] ET AL) 24. April 2003 (2003-04-24) in der Anmeldung erwähnt Absätze [0048], [0091] - [0120]; Abbildung 1 -----	1 - 10
A	PLACK CHRISTOPHER J ET AL: "Basilar-membrane nonlinearity and the growth of forward masking", THE JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, 2 HUNTINGTON QUADRANGLE, MELVILLE, NY 11747, Bd. 103, Nr. 3, 1. März 1998 (1998-03-01), Seiten 1598-1608, XP012000163, ISSN: 0001-4966, DOI: 10.1121/1.421294 section "Introduction" -----	1 - 10
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 6. Juni 2024		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 17/06/2024
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Lörch, Dominik

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/057284

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2003078515 A1	24-04-2003	KEINE	