



(11) **EP 3 386 215 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**17.11.2021 Patentblatt 2021/46**

(51) Int Cl.:  
**G10L 25/81** <sup>(2013.01)</sup> **H04R 25/00** <sup>(2006.01)</sup>  
**G10L 25/84** <sup>(2013.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **18157220.7**

(22) Anmeldetag: **16.02.2018**

(54) **VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER HÖRVORRICHTUNG UND HÖRVORRICHTUNG**

HEARING AID AND METHOD FOR OPERATING A HEARING AID

PROCÉDÉ DE FONCTIONNEMENT D'UN DISPOSITIF D'AIDE AUDITIVE ET DISPOSITIF D'AIDE AUDITIVE

(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**

(30) Priorität: **03.04.2017 DE 102017205652**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**10.10.2018 Patentblatt 2018/41**

(73) Patentinhaber: **Sivantos Pte. Ltd. Singapore 539775 (SG)**

(72) Erfinder:  
• **AUBREVILLE, Marc 90443 Nürnberg (DE)**  
• **LUGGER, Marko 91365 Weilersbach (DE)**

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

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 1 858 291 EP-A1- 2 670 168**  
**WO-A2-2008/084116 DE-A1-102014 207 311**  
**US-A1- 2003 144 838**

**EP 3 386 215 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Hörvorrichtung sowie eine Hörvorrichtung, die insbesondere zur Durchführung des Verfahrens eingerichtet ist.

**[0002]** Hörvorrichtungen dienen üblicherweise zur Ausgabe eines Tonsignals an das Gehör des Trägers dieser Hörvorrichtung. Die Ausgabe erfolgt dabei mittels eines Ausgabewandlers, meist auf akustischem Weg über Luftschall mittels eines Lautsprechers (auch als "Hörer" oder "Receiver" bezeichnet). Häufig kommen derartige Hörvorrichtungen dabei als sogenannte Hörhilfegeräte (auch kurz: Hörgeräte) zum Einsatz. Dazu umfassen die Hörvorrichtungen normalerweise einen akustischen Eingangswandler (insbesondere ein Mikrofon) und einen Signalprozessor, der dazu eingerichtet ist, das von dem Eingangswandler aus dem Umgebungsschall erzeugte Eingangssignal (auch: Mikrophonsignal) unter Anwendung mindestens eines üblicherweise nutzerspezifisch hinterlegten Signalverarbeitungsalgorithmus derart zu verarbeiten, dass eine Hörminderung des Trägers der Hörvorrichtung zumindest teilweise kompensiert wird. Insbesondere im Fall eines Hörhilfegeräts kann es sich bei dem Ausgabewandler neben einem Lautsprecher auch alternativ um einen sogenannten Knochenleitungshörer oder ein Cochlea-Implantat handeln, die zur mechanischen oder elektrischen Einkopplung des Tonsignals in das Gehör des Trägers eingerichtet sind. Unter dem Begriff Hörvorrichtungen fallen zusätzlich insbesondere auch Geräte wie z.B. sogenannte Tinnitus-Masker, Headsets, Kopfhörer und dergleichen.

**[0003]** Moderne Hörvorrichtungen, insbesondere Hörhilfegeräte umfassen häufig einen sogenannten Klassifikator, der üblicherweise als Teil des Signalprozessors, der den oder den jeweiligen Signalverarbeitungsalgorithmus ausführt, ausgebildet ist. Bei einem solchen Klassifikator handelt es sich üblicherweise wiederum um einen Algorithmus, der dazu dient, anhand des mittels des Mikrophons erfassten Umgebungsschalls auf eine vorliegende Hörsituation zu schließen. Auf Basis der erkannten Hörsituation wird dann meist eine Anpassung des oder des jeweiligen Signalverarbeitungsalgorithmus an die charakteristischen Eigenschaften der vorliegenden Hörsituation vorgenommen. Insbesondere soll dadurch die Hörvorrichtung der Hörsituation entsprechend die für den Nutzer relevanten Informationen weitergeben. Zum Beispiel sind zur möglichst klaren Ausgabe von Musik andere Einstellungen (Parameterwerte unterschiedlicher Parameter) des oder eines der Signalverarbeitungsalgorithmen erforderlich, als zur verständlichen Ausgabe von Sprache bei lautem Umgebungsgeräusch. In Abhängigkeit von der erkannten Hörsituation werden die entsprechend zugeordneten Parameter dann verändert.

**[0004]** Übliche Hörsituationen sind z. B. Sprache in Ruhe, Sprache bei Störgeräuschen, Musik-Hören, (Fahren im) Fahrzeug. Zur Analyse des Umgebungsschalls (konkret des Mikrophonsignals) und zur Erkennung der jeweiligen Hörsituationen werden dabei zunächst aus dem Mikrophonsignal (oder einem daraus gebildeten Eingangssignal) verschiedene Merkmale (oft auch als "Features" bezeichnet) abgeleitet. Diese Merkmale werden dem Klassifikator zugeführt, der mit Hilfe von Analysemodellen wie z. B. einer sogenannten "Gauss'schen-Mischmoden-Analyse", einem "Hidden-Markov-Modell", einem neuronalen Netz oder dergleichen Wahrscheinlichkeiten für das Vorliegen bestimmter Hörsituationen ausgibt.

**[0005]** Häufig wird ein Klassifikator mittels Datenbanken, in denen für die jeweiligen Hörsituationen eine Vielzahl unterschiedlicher repräsentativer Hörproben abgelegt ist, auf die jeweilige Hörsituation "trainiert". Nachteilig hieran ist jedoch, dass in einer solchen Datenbank meist nicht alle im Alltag möglicherweise auftretenden Kombinationen von Geräuschen abgebildet sein können. Somit kann es bereits deshalb zu Fehlklassifikationen mancher Hörsituationen kommen.

**[0006]** EP1858291 A1 beschreibt ein Verfahren zum Betreiben eines Hörsystems, das eine Übertragungseinheit sowie damit verknüpfte Eingabe- Ausgabeeinheiten umfasst. Eine Übertragungsfunktion der Übertragungseinheit beschreibt, wie von der Eingabeeinheit erzeugte Audiosignale verarbeitet werden, um Audiosignale abzuleiten, die der Ausgabeeinheit zugeführt werden, und die durch einen oder mehrere Übertragungsparameter eingestellt werden können.

**[0007]** US 2003/0144838 A1 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Identifizieren einer akustischen Szene, wobei ein akustisches Eingangssignal in mindestens zwei Verarbeitungsstufen so verarbeitet wird, dass in mindestens einer der Verarbeitungsstufen eine Extraktionsphase vorgesehen ist, in der charakteristische Merkmale aus dem Eingangssignal extrahiert werden, und wobei in jeder Verarbeitungsstufe eine Identifikationsphase vorgesehen ist, in der die extrahierten charakteristischen Merkmale klassifiziert werden. Gemäß der Klassifizierung der Merkmale werden in mindestens einer der Verarbeitungsstufen Klasseninformationen erzeugt, die die akustische Szene charakterisieren oder identifizieren.

**[0008]** WO 2008/084116 A2 beschreibt ein Verfahren zum Betreiben einer Hörvorrichtung, die einen Eingangswandler, einen Ausgangswandler und eine Signalverarbeitungseinheit zum Verarbeiten eines Ausgangssignals des Eingangswandlers umfasst, um ein Eingangssignal für den Ausgangswandler zu erhalten, indem eine Übertragungsfunktion auf das Ausgangssignal des Eingangswandlers angewendet wird. Das Verfahren umfasst die Schritte: Extrahieren von Merkmalen des Ausgangssignals des Eingangswandlers, Klassifizieren der extrahierten Merkmale durch mindestens zwei Klassifizierungsexperten, Gewichten der Ausgänge der mindestens zwei Klassifizierungsexperten durch einen Gewichtsvektor, um eine Klassifizierungsausgabe zu erhalten, Einstellen mindestens einiger Parameter der Übertra-

gungsfunktion gemäß der Klassifizierungsausgabe, Überwachen einer von der Hörvorrichtung empfangenen Benutzer-rückmeldung und Aktualisieren des Gewichtsvektors und/oder eines der mindestens zwei Klassifizierungsexperten ge-mäß der Benutzerrückmeldung.

5 **[0009]** In EP 2 670 168 A1 werden unter anderem Systeme und Verfahren für adaptive Hörgeräte unter Verwendung mehrerer Umgebungsdetektions- und Klassifizierungsverfahren vorgestellt. Ein Aspekt des vorliegenden Themas be-inhaltet ein Verfahren zum Betreiben einer Hörhilfe für einen Träger. Akustische Eingänge werden empfangen und eine Vielzahl von akustischen Umgebungen durch parallele Signalverarbeitung basierend auf den empfangenen akustischen Eingängen bestimmt. Gemäß verschiedenen Ausführungsformen wird ein audiologischer Parameter der Hörhilfeein-richtung basierend auf der bestimmten Vielzahl von akustischen Umgebungen angepasst.

10 **[0010]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Hörvorrichtung zu ermöglichen.

**[0011]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zum Betrieb einer Hörvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Des Weiteren wird diese Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch eine Hörvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 13. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterentwicklungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen und in der nachfolgenden Beschreibung dargelegt.

15 **[0012]** Das erfindungsgemäße Verfahren dient zum Betrieb einer Hörvorrichtung, die wenigstens ein Mikrofon zur Wandlung von Umgebungsschall in ein Mikrophonsignal umfasst. Verfahrensgemäß wird dabei aus dem Mikrophonsignal oder einem daraus gebildeten Eingangssignal eine Anzahl von Merkmalen (auch als "Features" bezeichnet) abgeleitet. Wenigstens drei Klassifikatoren, die unabhängig voneinander zur Analyse jeweils einer (vorzugsweise fest) zugeordneten akustischen Dimension implementiert sind, wird jeweils eine spezifisch zugeordnete Auswahl aus diesen Merkmalen  
20 zugeführt. Mittels des jeweiligen Klassifikators wird anschließend jeweils eine Information über eine Ausprägung der diesem Klassifikator zugeordneten akustischen Dimension generiert. In Abhängigkeit von mindestens einer der wenigstens drei Informationen über die jeweilige Ausprägung der zugeordneten akustischen Dimension wird dann wenigstens ein Signalverarbeitungsalgorithmus, der zur Verarbeitung des Mikrophonsignals bzw. des Eingangssignals in ein Aus-gangssignal abgearbeitet (d. h. ausgeführt) wird, verändert.

25 **[0013]** Unter Veränderung des Signalverarbeitungsalgorithmus wird hier und im Folgenden insbesondere verstanden, dass wenigstens ein in dem Signalverarbeitungsalgorithmus enthaltener Parameter in Abhängigkeit von der Ausprägung der akustischen Dimension oder wenigstens einer der akustischen Dimensionen auf einen anderen Parameterwert gesetzt wird. Mit anderen Worten wird eine andere Einstellung des Signalverarbeitungsalgorithmus "angefahren" (d. h. bewirkt oder vorgenommen).

30 **[0014]** Unter dem Begriff "akustische Dimension" wird hier und im Folgenden eine Gruppe von Hörsituationen verstanden, die aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften zusammenhängen. Vorzugsweise werden die in einer solchen akustischen Dimension abgebildeten Hörsituationen jeweils durch die gleichen Merkmale (Features) beschrieben und unterscheiden sich dabei insbesondere aufgrund des aktuellen Werts der jeweiligen Merkmale.

35 **[0015]** Unter dem Begriff "Ausprägung" der jeweiligen akustischen Dimension wird hier und im Folgenden insbesondere verstanden, ob (im Sinne einer binären Unterscheidung) oder (in bevorzugter Variante) zu welchem Grad (beispielsweise zu welchem Prozentsatz) die oder die jeweilige in der jeweiligen akustischen Dimension abgebildete Hörsituation vorliegt. Ein solcher Grad bzw. Prozentsatz stellt dabei vorzugsweise einen Wahrscheinlichkeitswert für das Vorliegen der je-weiligen Hörsituation dar. Beispielsweise können hierbei in einer auf das Vorhandensein von Sprache gerichteten akus-tischen Dimension die Hörsituationen "Sprache in Ruhe", "Sprache im Störgeräusch" oder (insbesondere nur) "Störge-räusch" (d. h. es liegt keine Sprache vor) abgebildet sein, wobei die Information über die Ausprägung vorzugsweise  
40 wiederum jeweils Prozentangaben enthält (bspw. 30 % Wahrscheinlichkeit für Sprache im Störgeräusch und 70 % Wahrscheinlichkeit für nur Störgeräusch).

**[0016]** Die erfindungsgemäße Hörvorrichtung umfasst wie vorstehend beschrieben wenigstens das eine Mikrofon zur Wandlung des Umgebungsschalls in das Mikrophonsignal sowie einen Signalprozessor, in dem wenigstens die drei vorstehend beschriebenen Klassifikatoren unabhängig voneinander zur Analyse der jeweils (vorzugsweise fest) zuge-ordneten akustischen Dimension implementiert sind. Der Signalprozessor ist dabei dazu eingerichtet, das erfindungs-gemäße Verfahren vorzugsweise selbsttätig durchzuführen. Mit anderen Worten ist der Signalprozessor dazu einge-richtet, aus dem Mikrophonsignal oder dem daraus gebildeten Eingangssignal die Anzahl von Merkmalen abzuleiten, den drei Klassifikatoren jeweils eine spezifisch zugeordnete Auswahl aus den Merkmalen zuzuführen, mit Hilfe des  
45 jeweiligen Klassifikators eine Information über die Ausprägung der jeweils zugeordneten akustischen Dimension zu generieren und in der Abhängigkeit von mindestens einer der drei Informationen wenigstens einen (vorzugsweise der akustischen Dimension entsprechend zugeordneten) Signalverarbeitungsalgorithmus zu verändern und vorzugsweise auf das Mikrophonsignal bzw. das Eingangssignal anzuwenden.

50 **[0017]** In bevorzugter Ausgestaltung ist der Signalprozessor (auch als Signalverarbeitungseinheit bezeichnet) zumin-dest im Kern durch einen Mikrocontroller mit einem Prozessor und einem Datenspeicher gebildet, in dem die Funktionalität zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens in Form einer Betriebssoftware ("Firmware") programmtechnisch implementiert ist, so dass das Verfahren - gegebenenfalls in Interaktion mit einem Nutzer der Hörvorrichtung - bei Ausführung der Betriebssoftware in dem Mikrocontroller automatisch durchgeführt wird. Alternativ ist der Signalprozessor

durch ein nicht-programmierbares elektronisches Bauteil, z.B. einen ASIC, gebildet, in dem die Funktionalität zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit schaltungstechnischen Mitteln implementiert ist.

**[0018]** Dadurch, dass erfindungsgemäß mindestens drei Klassifikatoren zur Analyse jeweils einer zugeordneten akustischen Dimension und somit insbesondere zur Erkennung jeweils einer Hörsituation eingerichtet und vorgesehen sind, wird vorteilhafterweise ermöglicht, dass zumindest drei Hörsituationen unabhängig voneinander erkannt werden können. Dadurch wird die Flexibilität der Hörvorrichtung im Erkennen von Hörsituationen vorteilhaft erhöht. Die Erfindung geht dabei von der Erkenntnis aus, dass zumindest manche Hörsituationen auch vollständig unabhängig (d. h. sich insbesondere nicht oder lediglich in einem unerheblichen Maß gegenseitig beeinflussend) voneinander und parallel zueinander vorliegen können. Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie mittels der erfindungsgemäßen Hörvorrichtung kann somit das Risiko vermindert werden, dass es zumindest hinsichtlich der wenigstens drei mittels des jeweils zugeordneten Klassifikators analysierten akustischen Dimension zu sich gegenseitig ausschließenden und insbesondere widersprüchlichen Klassifikationen (d. h. Einschätzung der aktuell vorliegenden akustischen Situation) kommt. Insbesondere können auf einfache Weise (vollständig) parallel vorliegende Hörsituationen erkannt und in der Veränderung des Signalverarbeitungsalgorithmus berücksichtigt werden.

**[0019]** Der erfindungsgemäßen Hörvorrichtung kommen dabei die gleichen Vorteile zu wie dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Betrieb der Hörvorrichtung.

**[0020]** In einer bevorzugten Verfahrensvariante werden mehrere, d. h. wenigstens zwei oder mehr Signalverarbeitungsalgorithmen insbesondere parallel zur Verarbeitung des Mikrophonsignals bzw. des Eingangssignals herangezogen. Die Signalverarbeitungsalgorithmen "arbeiten" dabei vorzugsweise auf (wenigstens) jeweils einer zugeordneten akustischen Dimension, d. h. die Signalverarbeitungsalgorithmen dienen zur Verarbeitung (bspw. Filterung, Verstärkung, Dämpfung) von Signalanteilen, die für die in der jeweils zugeordneten akustischen Dimension enthaltenen oder abgebildeten Hörsituationen relevant sind. Zur Anpassung der Signalverarbeitung in Abhängigkeit von der Ausprägung der jeweiligen akustischen Dimension umfassen die Signalverarbeitungsalgorithmen wenigstens einen, vorzugsweise mehrere Parameter, die in ihren Parameterwerten verändert werden können. Vorzugsweise können die Parameterwerte dabei in Abhängigkeit von der jeweiligen Wahrscheinlichkeit der Ausprägung auch in mehreren Abstufungen (graduell oder kontinuierlich) verändert werden. Dadurch wird eine besonders flexible und vorteilhafterweise an eine Vielzahl von graduellen Unterschieden zwischen mehreren Hörsituationen anpassbare Signalverarbeitung ermöglicht.

**[0021]** Verfahrensgemäß wird außerdem mindestens zwei der mindestens drei Klassifikatoren jeweils eine unterschiedliche Auswahl aus den Merkmalen zugeführt. Darunter wird hier und im Folgenden insbesondere verstanden, dass für den jeweiligen Klassifikator eine unterschiedliche Anzahl und/oder unterschiedliche Merkmale ausgewählt und diesem zugeführt werden.

**[0022]** Die Konjunktion "und/oder" ist hier und im Folgenden derart zu verstehen, dass die mittels dieser Konjunktion verknüpften Merkmale sowohl gemeinsam als auch als Alternativen zueinander ausgebildet sein können.

**[0023]** In einer weiteren zweckmäßigen Verfahrensvariante werden jedem der Klassifikatoren mit der entsprechend zugeordneten Auswahl insbesondere nur für die Analyse der zugeordneten akustischen Dimension relevante Merkmale zugeführt. Mit anderen Worten werden für jeden Klassifikator vorzugsweise nur die Merkmale ausgewählt und zugeführt, die zur Bestimmung der in der jeweiligen akustischen Dimension abgebildeten Hörsituation auch tatsächlich erforderlich sind. Dadurch kann bei der Analyse der jeweiligen akustischen Dimension vorteilhafterweise Rechenaufwand sowie Aufwand bei der Implementierung des jeweiligen Klassifikators eingespart werden, da für die jeweilige akustische Dimension unerhebliche Merkmale von vornherein unberücksichtigt bleiben. Vorteilhafterweise kann hierdurch auch das Risiko einer Fehlklassifikation aufgrund einer irrtümlichen Berücksichtigung nicht relevanter Merkmale weiter verringert werden.

**[0024]** In einer vorteilhaften Verfahrensvariante wird, insbesondere für den Fall, dass in jedem Klassifikator nur die jeweils relevanten Merkmale herangezogen werden, für jeden der Klassifikatoren ein spezifischer Analysealgorithmus zur Auswertung der (jeweils spezifisch) zugeführten Merkmale herangezogen. Auch hierdurch lässt sich wiederum vorteilhafterweise Rechenaufwand einsparen. Des Weiteren können vergleichsweise komplizierte Algorithmen oder Analysemodelle wie z. B. Gauss'sche Mischmoden, neuronale Netze oder Hidden-Markov-Modelle, die insbesondere zur Analyse einer Vielzahl von verschiedenen, voneinander unabhängigen Merkmalen herangezogen werden, entfallen. Vielmehr ist insbesondere jeder der Klassifikatoren somit auf ein konkretes "Problem", d. h. hinsichtlich seines Analysealgorithmus auf die diesem Klassifikator konkret zugeordnete akustische Dimension "zugeschnitten" (d. h. angepasst oder ausgelegt). Die vorstehend beschriebenen, vergleichsweise komplexen Analysemodelle können im Rahmen der Erfindung dennoch für spezifische akustische Dimensionen zum Einsatz kommen, wobei auch hierbei aufgrund der Ausrichtung des entsprechenden Klassifikators auf eine oder wenige von der spezifischen akustischen Dimension umfassten Hörsituationen Aufwand bei der Implementierung eines solchen vergleichsweise aufwendigen Modells eingespart werden kann.

**[0025]** In einer bevorzugten Verfahrensvariante werden als die wenigstens drei akustischen Dimensionen insbesondere die Dimensionen "Fahrzeug", "Musik" und "Sprache" herangezogen. Insbesondere wird innerhalb der jeweiligen akustischen Dimension somit ermittelt, ob der Nutzer der Hörvorrichtung sich in einem Fahrzeug befindet, konkret mit

diesem Fahrzeug fährt, Musik hört bzw. ob Sprache vorliegt. In letzterem Fall wird vorzugsweise im Rahmen dieser akustischen Dimension ermittelt, ob Sprache in Ruhe, Sprache im Störgeräusch oder keine Sprache und dabei vorzugsweise nur Störgeräusch vorliegt. Bei diesen drei akustischen Dimensionen handelt es sich insbesondere um die Dimensionen, die im Alltag eines Nutzers der Hörvorrichtung üblicherweise besonders häufig auftreten und dabei auch unabhängig voneinander sind. In einer optionalen Weiterbildung dieser Verfahrensvariante wird ein vierter Klassifikator zur Analyse einer vierten akustischen Dimension herangezogen, bei der es sich insbesondere um die Lautheit (auch: "Lautstärke") von Umgebungsgeräuschen (auch als "Störgeräusche" bezeichnet) handelt. Die Ausprägungen dieser akustischen Dimension erstrecken sich dabei vorzugsweise graduell oder kontinuierlich über mehrere Zwischenstufen von sehr leise bis sehr laut. Die Informationen zu den Ausprägungen insbesondere der akustischen Dimensionen Fahrzeug und Musik können im Gegensatz dazu optional "binär" sein, d. h. es wird nur erkannt, ob Fahren im Fahrzeug vorliegt oder nicht, bzw. ob Musik gehört wird oder nicht. Vorzugsweise liegen aber alle Informationen der anderen drei akustischen Dimensionen als eine Art Wahrscheinlichkeitswert kontinuierlich vor. Dies ist insbesondere vorteilhaft, da Fehler bei der Analyse der jeweiligen akustischen Dimension nicht ausgeschlossen werden können, sowie da dadurch auch im Gegensatz zu binären Informationen auf einfache Weise "weichere" Übergänge zwischen verschiedenen Einstellungen bewirkt werden können.

**[0026]** In zusätzlichen oder optional alternativen Weiterbildungen werden jeweils weitere Klassifikatoren zur Wind- und/oder Nachhallschätzung sowie zur Detektion der eigenen Stimme des Trägers der Hörvorrichtung herangezogen.

**[0027]** In einer zweckmäßigen Verfahrensvariante werden aus dem Mikrophonsignal bzw. dem Eingangssignal Merkmale abgeleitet, die aus einer (insbesondere nichtabschließenden) Gruppe ausgewählt sind, die insbesondere die Merkmale Signalpegel, 4-Hz-Einhüllenden-Modulation, Onset-Gehalt, Pegel eines Hintergrundgeräusches (auch als "Noise Floor Level" bezeichnet, optional bei einer vorgegebenen Frequenz), spektraler Schwerpunkt des Hintergrundgeräusches, Stationarität (insbesondere bei einer vorgegebenen Frequenz), Tonalität und Windaktivität umfasst.

**[0028]** In einer weiteren zweckmäßigen Verfahrensvariante werden der akustischen Dimension Fahrzeug zumindest die Merkmale Pegel des Hintergrundgeräusches, spektraler Schwerpunkt des Hintergrundgeräusches und Stationarität (sowie optional auch das Merkmal der Windaktivität) zugeordnet. Der akustischen Dimension Musik werden vorzugsweise die Merkmale Onset-Gehalt, Tonalität und Pegel des Hintergrundgeräusches zugeordnet. Der akustischen Dimension Sprache werden insbesondere die Merkmale Onset-Gehalt und 4-Hz-Einhüllenden-Modulation zugeordnet. Der gegebenenfalls vorhandenen Dimension Lautheit des Umgebungsgeräusches werden insbesondere die Merkmale Pegel des Hintergrundgeräusches, Signalpegel und spektraler Schwerpunkt des Hintergrundgeräusches zugeordnet.

**[0029]** In einer weiteren zweckmäßigen Verfahrensvariante wird für jeden Klassifikator eine spezifisch zugeordnete zeitliche Stabilisierung berücksichtigt. Insbesondere wird hierbei bei manchen der Klassifikatoren vorzugsweise bei bereits in der Vergangenheit (bspw. in einem vorangegangenen Zeitabschnitt von vorgegebener Dauer) erkanntem Vorliegen einer Hörsituation (d. h. insbesondere bei einer bestimmten Ausprägung der akustischen Dimension) angenommen, dass dieser Zustand (die Ausprägung) dann auch mit hoher Wahrscheinlichkeit zum aktuellen Zeitpunkt noch vorliegt. Beispielsweise wird hierzu ein gleitender Mittelwert über (insbesondere eine vorgegebene Anzahl von) vorangegangenen Zeitabschnitten gebildet. Alternativ kann auch eine Art "Totzeitglied" vorgesehen werden, mittels dessen in einem nachfolgenden Zeitabschnitt die Wahrscheinlichkeit erhöht wird, dass die im vorangegangenen Zeitabschnitt vorliegende Ausprägung immer noch vorliegt. Beispielsweise wird angenommen, wenn Fahren im Fahrzeug in den vorausgegangenen fünf Minuten erkannt wurde, dass diese Situation weiterhin vorliegt. Vorzugsweise für die Dimensionen Fahrzeug und Musik werden vergleichsweise "starke" Stabilisierungen herangezogen, d. h. es werden nur vergleichsweise langsame oder seltene Veränderungen der entsprechend zugeordneten Hörsituationen angenommen. Für die Dimension Sprache wird hingegen zweckmäßigerweise keine oder nur eine "schwache" Stabilisierung vorgenommen, da hier schnelle und/oder häufige Veränderungen der Hörsituationen angenommen werden. Sprachsituationen können oft nur wenige Sekunden (bspw. etwa 5 Sekunden) oder wenige Minuten andauern, wohingegen Fahren im Fahrzeug meist für mehrere Minuten (bspw. mehr als 3 bis 30 Minuten oder sogar Stunden) vorliegt. Eine weitere optionale Variante zur Stabilisierung kann auch über ein Zählprinzip erfolgen, bei dem bei einer vergleichsweise schnellen (bspw. 100 Millisekunden bis wenige Sekunden) Detektionstaktung ein Zähler ("counter") inkrementiert wird und erst bei Überschreiten eines Grenzwerts für diesen Zähler die "Erkennung" der jeweiligen Hörsituation ausgelöst wird. Dies ist bspw. als Kurzzeitstabilisierung bei einem gemeinsamen Klassifikator für "alle" Hörsituationen zweckmäßig. Als Abwandlung zur Stabilisierung im vorliegenden Fall ist es dabei bspw. denkbar, jeder Hörsituation einen eigenen Grenzwert zuzuweisen und diesen insbesondere für die Hörsituation "Fahren im Fahrzeug" und/oder "Musik-Hören" herabzusetzen, wenn bereits für eine vorgegebene vorausgehende Zeitspanne die jeweilige Hörsituation erkannt wurde.

**[0030]** In einer weiteren zweckmäßigen Verfahrensvariante wird der oder der jeweilige Signalverarbeitungsalgorithmus in Abhängigkeit von mindestens zwei der wenigstens drei Informationen über die Ausprägung der jeweils zugeordneten akustischen Dimension angepasst. In zumindest einem Signalverarbeitungsalgorithmus werden also die Informationen mehrerer Klassifikatoren berücksichtigt.

**[0031]** In einer zweckmäßigen Verfahrensvariante werden die jeweiligen Informationen der einzelnen Klassifikatoren insbesondere zunächst einem Fusionsglied zu einer gemeinsamen Auswertung zugeführt ("fusioniert"). Anhand dieser

gemeinsamen Auswertung aller Informationen wird insbesondere eine Gesamtinformation über die vorliegenden Hörsituationen erstellt. Vorzugsweise wird dabei eine dominante Hörsituation ermittelt - insbesondere anhand der die Wahrscheinlichkeit wiedergebenden Grads der Ausprägung. Der oder der jeweilige Signalverarbeitungsalgorithmus wird dabei an diese dominante Hörsituation angepasst. Optional erfolgt hierbei eine Priorisierung einer Hörsituation (nämlich er dominanten), indem der oder der jeweilige Signalverarbeitungsalgorithmus nur in Abhängigkeit von der dominanten Hörsituation verändert wird, während andere Signalverarbeitungsalgorithmen und/oder die von anderen Hörsituationen abhängigen Parameter unverändert bleiben oder auf einen Parameterwert, der keinen Einfluss auf die Signalverarbeitung hat, gesetzt werden.

**[0032]** In einer Weiterbildung der vorstehend beschriebenen Verfahrensvariante wird anhand der gemeinsamen Auswertung aller Informationen insbesondere eine als Subsituation bezeichnete Hörsituation ermittelt, die gegenüber der dominanten Hörsituation eine geringere Dominanz aufweist. Diese oder die jeweilige Subsituation wird dabei zusätzlich bei der vorgenannten Anpassung des oder des jeweiligen Signalverarbeitungsalgorithmus an die dominante Hörsituation und/oder zur Anpassung eines spezifisch der akustischen Dimension dieser Subsituation zugeordneten Signalverarbeitungsalgorithmus berücksichtigt. Insbesondere führt hierbei diese Subsituation zu einer im Vergleich zu der dominanten Hörsituation geringeren Veränderung des oder des jeweils zugeordneten Parameters. Für den Fall, dass beispielsweise als dominante Hörsituation Sprache im Störgeräusch ermittelt und als Subsituation Musik werden, wird daraufhin ein zur möglichst klaren Sprachverständlichkeit bei Störgeräusch dienender Signalverarbeitungsalgorithmus in einem oder mehreren Parametern vergleichsweise stark verändert, um eine möglichst hohe Sprachverständlichkeit zu erreichen. Da aber auch Musik vorliegt, werden Parameter, die zur Dämpfung von Umgebungsgerauschen dienen, weniger stark eingestellt (als wenn nur ein Störgeräusch vorliegt), um die Töne der Musik nicht völlig abzdämpfen. Ein (insbesondere zusätzlicher) zur klaren Klangwiedergabe von Musik dienender Signalverarbeitungsalgorithmus wird dabei außerdem weniger stark eingestellt als bei Musik als dominanter Hörsituation (aber stärker als bei keiner Musik), um die Sprachanteile nicht zu überdecken. Somit kann, insbesondere aufgrund der voneinander unabhängigen Detektion von unterschiedlichen Hörsituationen sowie aufgrund der dadurch ermöglichten feineren Anpassung der Signalverarbeitungsalgorithmen eine besonders präzise Anpassung der Signalverarbeitung der Hörvorrichtung an die tatsächlich vorliegende Hörsituation erfolgen.

**[0033]** Wie bereits vorstehend beschrieben wird vorzugsweise in wenigstens einem der gegebenenfalls mehreren Signalverarbeitungsalgorithmen das parallele Vorliegen mehrerer Hörsituationen berücksichtigt.

**[0034]** In einer alternativen Verfahrensvariante wird der oder vorzugsweise jeder Signalverarbeitungsalgorithmus wenigstens einem der Klassifikatoren zugeordnet. In diesem Fall wird vorzugsweise wenigstens ein Parameter eines jeden Signalverarbeitungsalgorithmus (insbesondere unmittelbar) in Abhängigkeit von der von dem jeweiligen Klassifikator ausgegebenen Information über die Ausprägung der zugeordneten akustischen Dimension verändert. Vorzugsweise ist dieser Parameter bzw. dessen Parameterwert als eine Funktion der jeweiligen Information ausgebildet. Somit wird die Information über die Ausprägung der jeweiligen akustischen Dimension insbesondere direkt für eine Anpassung der Signalverarbeitung genutzt. Mit anderen Worten "steuert" jeder Klassifikator wenigstens einen Parameter wenigstens eines Signalverarbeitungsalgorithmus. Eine gemeinsame Auswertung aller Informationen kann hierbei ausbleiben. Insbesondere werden in diesem Fall besonders viele Informationen über die Verteilung der voneinander unabhängigen Hörsituationen im aktuell vorliegenden, vom Umgebungsschalls beschriebenen "Bild" berücksichtigt, so dass wiederum eine besonders feine Anpassung der Signalverarbeitung gefördert wird. Insbesondere können hierbei auch vollständig parallele Hörsituationen - bspw. 100 % Sprache im Störgeräusch bei 100 % Fahren im Fahrzeug, oder 100 % Musik bei 100 % Fahren im Fahrzeug - auf einfache Weise und mit geringem Informationsverlust berücksichtigt werden.

**[0035]** In einer weiteren zweckmäßigen Verfahrensvariante wird wenigstens einem der Klassifikatoren eine Zustandinformation zugeführt, die unabhängig von dem Mikrophonsignal oder dem Eingangssignal erzeugt wird. Diese Zustandinformation wird dabei insbesondere zusätzlich zur Auswertung der jeweiligen akustischen Dimension berücksichtigt. Beispielsweise handelt es sich dabei um eine Bewegungs- und/oder Ortsinformation die beispielsweise zur Auswertung der akustischen Dimension Fahrzeug herangezogen wird. Diese Bewegungs- und/oder Ortsinformation wird beispielsweise mit einem in der Hörvorrichtung selbst oder in einem signalübertragungstechnisch mit dieser verbundenen System (bspw. einem Smartphone) angeordneten Beschleunigungs- oder (globalen) Positionssensor erzeugt. Beispielsweise lässt sich dabei anhand einer vorliegenden (einen vorgegebenen Wert aufweisenden) Bewegungsgeschwindigkeit bei der Auswertung der akustischen Dimension Fahrzeug die Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen der Hörsituation Fahren im Fahrzeug auf einfache Weise zusätzlich zu der akustischen Auswertung erhöhen. Man spricht hier auch von "Augmentierung" eines Klassifikators.

**[0036]** Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 in einer schematischen Übersichtsdarstellung eine Hörvorrichtung,

Fig. 2 in einem schematischen Blockschaltbild einen Signallaufplan der Hörvorrichtung gemäß Fig. 1,

Fig. 3 in einem schematischen Ablaufplan ein Verfahren zum Betrieb der Hörvorrichtung gemäß Fig. 1, und

Fig. 4 in Ansicht gemäß Fig. 2 ein alternatives Ausführungsbeispiel des Signallaufplans.

**[0037]** Einander entsprechende Teile und Größen sind in allen Figuren stets mit gleichen Bezugszeichen versehen.

**[0038]** In Figur 1 ist als Hörvorrichtung ein Hörhilfegerät, kurz als "Hörgerät 1" bezeichnet, dargestellt. Das Hörgerät 1 umfasst als elektrische Komponenten, die in einem Gehäuse 2 eingehaust sind, zwei Mikrophone 3, einen Signalprozessor 4 und einen Lautsprecher 5. Zur Energieversorgung der elektrischen Komponenten umfasst das Hörgerät 1 außerdem eine Batterie 6, die alternativ als Primärzelle (beispielsweise als Knopfzelle) oder als Sekundärzelle (d. h. als wiederaufladbare Batterie) ausgestaltet sein kann. Mittels der Mikrophone 3 wird im Betrieb des Hörgeräts 1 Umgebungsschall erfasst und daraus jeweils ein Mikrophonsignal  $S_M$  erzeugt. Diese beiden Mikrophonsignale  $S_M$  werden dem Signalprozessor 4 zugeführt, der unter Abarbeitung von vier Signalverarbeitungsalgorithmen  $A_1, A_2, A_3$  und  $A_4$  aus diesen Mikrophonsignalen  $S_M$  ein Ausgabesignal  $S_A$  generiert und dieses an einen Lautsprecher 5, der einen Ausgabewandler darstellt, ausgibt. Der Lautsprecher 5 wandelt das Ausgabesignal  $S_A$  in Luftschall, der über einen an das Gehäuse 2 anschließenden Schallschlauch 7 und ein damit endseitig verbundenes Ohrstück 8 (im bestimmungsgemäßen Tragezustand des Hörgeräts 1) an das Gehör eines Nutzers oder Trägers (kurz: Hörgeräteträger) des Hörgeräts 1 ausgegeben wird.

**[0039]** Zur Erkennung unterschiedlicher Hörsituationen und zur darauffolgenden Anpassung der Signalverarbeitung ist das Hörgerät 1, konkret dessen Signalprozessor 4, dazu eingerichtet, ein im Folgenden anhand von Figur 2 und Figur 3 näher beschriebenes Verfahren automatisch durchzuführen. Wie in Figur 2 näher dargestellt umfasst das Hörgerät 1, konkret dessen Signalprozessor 4, wenigstens drei Klassifikatoren  $K_S, K_M$  und  $K_F$ . Diese drei Klassifikatoren  $K_S, K_M$  und  $K_F$  sind dabei jeweils zur Analyse einer spezifisch zugeordneten akustischen Dimension eingerichtet und ausgebildet. Der Klassifikator  $K_S$  ist konkret zur Auswertung der akustischen Dimension "Sprache", d. h. ob Sprache, Sprache im Störgeräusch oder nur ein Störgeräusch vorliegt, ausgebildet. Der Klassifikator  $K_M$  ist konkret zur Auswertung der akustischen Dimension "Musik", d. h. ob der Umgebungsschall von Musik dominiert wird, ausgebildet. Der Klassifikator  $K_F$  ist konkret zur Auswertung der akustischen Dimension "Fahrzeug" ausgebildet, d. h. zu bestimmen, ob der Hörgeräteträger in einem Fahrzeug fährt. Der Signalprozessor 4 umfasst des Weiteren ein Merkmalsanalysemodul 10 (auch als "feature extraction module" bezeichnet), das dazu eingerichtet ist, aus den Mikrophonsignalen  $S_M$ , konkret aus einem aus diesen Mikrophonsignalen  $S_M$  gebildeten Eingangssignal  $S_E$  eine Anzahl von (Signal-)Merkmalen abzuleiten. Den Klassifikatoren  $K_S, K_M$  und  $K_F$  wird dabei jeweils eine unterschiedliche und spezifisch zugeordnete Auswahl aus diesen Merkmalen zugeführt. Anhand dieser spezifisch zugeführten Merkmale ermittelt der jeweilige Klassifikator  $K_S, K_M$  bzw.  $K_F$  eine Ausprägung der jeweiligen zugeordneten akustischen Dimension, d. h. zu welchem Grad eine der akustischen Dimension spezifisch zugeordnete Hörsituation vorliegt, und gibt diese Ausprägung als jeweilige Information aus.

**[0040]** Konkret werden, wie aus Figur 3 zu entnehmen ist, in einem ersten Verfahrensschritt 20 die Mikrophonsignale  $S_M$  aus dem erfassten Umgebungsschall erzeugt und von dem Signalprozessor 4 zu dem Eingangssignal  $S_E$  zusammengeführt (konkret zu einem Richtmikrophonsignal gemischt). In einem zweiten Verfahrensschritt 30 wird das aus den Mikrophonsignalen  $S_M$  gebildete Eingangssignal  $S_E$  dem Merkmalsanalysemodul 10 zugeführt und von diesem die Anzahl der Merkmale abgeleitet. Als Merkmale werden dabei konkret (aber nicht abschließend) der Pegel eines Hintergrundgeräuschs (Merkmal " $M_P$ "), ein spektraler Schwerpunkt des Hintergrundgeräuschs (Merkmal " $M_Z$ "), eine Stationarität des Signals (Merkmal " $M_M$ "), eine Windaktivität (Merkmal " $M_W$ "), ein Onset-Gehalt des Signals (Merkmal " $M_O$ "), eine Tonalität (Merkmal " $M_T$ ") und eine 4-Hertz-Einhüllenden Modulation (Merkmal " $M_E$ ") ermittelt. In einem Verfahrensschritt 40 werden dem Klassifikator  $K_S$  die Merkmale  $M_E$  und  $M_O$  zur Analyse der akustischen Dimension Sprache zugeführt. Dem Klassifikator  $K_M$  werden die Merkmale  $M_O, M_T$  und  $M_P$  zur Analyse der akustischen Dimension Musik zugeführt. Dem Klassifikator  $K_F$  werden zur Analyse der akustischen Dimension Fahren im Fahrzeug die Merkmale  $M_P, M_W, M_Z$  und  $M_M$  zugeführt. Die Klassifikatoren  $K_S, K_M$  und  $K_F$  ermitteln daraufhin anhand der jeweils zugeführten Merkmale mittels spezifisch angepasster Analysealgorithmen inwiefern, d. h. zu welchem Grad die jeweilige akustische Dimension ausgeprägt ist. Konkret wird mittels des Klassifikators  $K_S$  ermittelt, mit welcher Wahrscheinlichkeit Sprache in Ruhe, Sprache im Störgeräusch oder nur ein Störgeräusch vorliegt. Mittels des Klassifikators  $K_M$  wird entsprechend ermittelt, mit welcher Wahrscheinlichkeit Musik vorliegt. Mittels des Klassifikators  $K_F$  wird ermittelt, mit welcher Wahrscheinlichkeit der Hörgeräteträger in einem Fahrzeug fährt oder nicht.

**[0041]** In einem alternativen Ausführungsbeispiel wird lediglich "binär" ermittelt, ob Sprache, ggf. im Störgeräusch oder nur Störgeräusch, bzw. ob Musik oder Fahren im Fahrzeug vorliegt oder nicht.

**[0042]** Die jeweilige Ausprägung der akustischen Dimensionen wird in einem Verfahrensschritt 50 an ein Fusionsmodul 60 ausgegeben (siehe Figur 2), indem die jeweiligen Informationen zusammengeführt und miteinander verglichen werden. In dem Fusionsmodul 60 wird außerdem eine Entscheidung getroffen, welche Dimension, konkret welche darin abgebildete Hörsituation aktuell als dominant aufzufassen ist und welche Hörsituationen derzeit von untergeordneter Bedeutung sind oder ganz ausgeschlossen werden können. Anschließend wird von dem Fusionsmodul bei einer Anzahl der hinterlegten Signalverarbeitungsalgorithmen  $A_1$  bis  $A_4$  jeweils eine Anzahl von die dominante und die weniger relevanten Hörsituationen betreffenden Parametern verändert, so dass die Signalverarbeitung vornehmlich an die dominante Hörsituation und geringfügiger an die weniger relevante Hörsituation angepasst wird. Jeder der Signalver-

beitungsalgorithmen  $A_1$  bis  $A_4$  ist dabei jeweils auf das Vorliegen einer Hörsituation, ggf. auch parallel zu anderen Hörsituationen angepasst.

**[0043]** Der Klassifikator  $K_F$  umfasst dabei in nicht näher dargestellter Art und Weise eine zeitliche Stabilisierung. Diese ist insbesondere darauf ausgerichtet, dass eine Fahrt im Fahrzeug üblicherweise längere Zeit andauert, und somit für den Fall, dass bereits in vorausgegangenen Zeitabschnitten, von beispielsweise jeweils 30 Sekunden bis zu fünf Minuten Dauer, Fahren im Fahrzeug erkannt wurde und unter der Annahme, dass die Situation Fahren im Fahrzeug immer noch andauert die Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen dieser Hörsituation bereits vorab erhöht ist. Entsprechendes ist auch in dem Klassifikator  $K_M$  eingerichtet und vorgesehen.

**[0044]** In einem alternativen Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4 fehlt in dem dargestellten Signallaufplan das Fusionsmodul 60. Einem jedem der Klassifikatoren  $K_S$ ,  $K_M$  und  $K_F$  ist dabei wenigstens einer der Signalverarbeitungsalgorithmen  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  und  $A_4$  derart zugeordnet, dass mehrere in dem jeweiligen Signalverarbeitungsalgorithmus  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  bzw.  $A_4$  enthaltenen Parameter als Funktion der Ausprägungen der jeweiligen akustischen Dimension veränderbar ausgelegt sind. Das heißt, dass aufgrund der jeweiligen Information über die jeweilige Ausprägung wenigstens ein Parameter unmittelbar - d. h. ohne zwischengeschaltete Fusionierung — verändert wird. Konkret ist im dargestellten Ausführungsbeispiel der Signalverarbeitungsalgorithmus  $A_1$  nur von der Information des Klassifikators  $K_S$  abhängig. In den Signalverarbeitungsalgorithmus  $A_3$  fließen hingegen die Informationen aller Klassifikatoren  $K_S$ ,  $K_M$  und  $K_F$  ein und führen dort zur Veränderung mehrerer Parameter.

**[0045]** Der Gegenstand der Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr können weitere Ausführungsformen der Erfindung von dem Fachmann aus der vorstehenden Beschreibung abgeleitet werden. Insbesondere können die anhand der verschiedenen Ausführungsbeispiele beschriebenen Einzelmerkmale der Erfindung und deren Ausgestaltungsvarianten auch in anderer Weise miteinander kombiniert werden. So kann bspw. das Hörgerät 1 anstelle des dargestellten hinter-dem-Ohr-Hörgeräts auch als in-dem-Ohr-Hörgerät ausgebildet sein. Der Gegenstand der Erfindung ist in den nachfolgenden Ansprüchen definiert.

Bezugszeichenliste

**[0046]**

- 1 Hörgerät
- 2 Gehäuse
- 3 Mikrophon
- 4 Signalprozessor
- 5 Lautsprecher
- 6 Batterie
- 7 Schallschlauch
- 8 Ohrstück
- 10 Merkmalsanalysemodul
- 20 Verfahrensschritt
- 30 Verfahrensschritt
- 40 Verfahrensschritt
- 50 Verfahrensschritt
- 60 Fusionsmodul

- $A_1$ - $A_4$  Signalverarbeitungsalgorithmus
- $K_S$ ,  $K_M$ ,  $K_F$  Klassifikator
- $M_E$ ,  $M_O$ ,  $M_T$ ,  $M_P$ ,  $M_W$ ,  $M_Z$ ,  $M_M$  Merkmal
- $S_A$  Ausgangssignal
- $S_E$  Eingangssignal
- $S_M$  Mikrophonsignal

**Patentansprüche**

1. Verfahren zum Betrieb einer Hörvorrichtung (1), die wenigstens ein Mikrophon (3) zur Wandlung von Umgebungsschall in ein Mikrophonsignal ( $S_M$ ) umfasst, wobei verfahrensgemäß
  - aus dem Mikrophonsignal ( $S_M$ ) oder einem daraus gebildeten Eingangssignal ( $S_E$ ) eine Anzahl von Merkmalen ( $M_E$ ,  $M_O$ ,  $M_T$ ,  $M_P$ ,  $M_W$ ,  $M_Z$ ,  $M_M$ ) abgeleitet wird,

## EP 3 386 215 B1

- wenigstens drei Klassifikatoren ( $K_S, K_M, K_F$ ), die unabhängig voneinander zur Analyse jeweils einer zugeordneten akustischen Dimension - d. h. einer Gruppe von Hörsituationen, die aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften zusammenhängen - implementiert sind, jeweils eine spezifisch zugeordnete Auswahl aus diesen Merkmalen ( $M_E, M_O, M_T, M_P, M_W, M_Z, M_M$ ) zugeführt wird, wobei mindestens zwei der wenigstens drei Klassifikatoren ( $K_S, K_M, K_F$ ) jeweils eine unterschiedliche Auswahl aus den Merkmalen ( $M_E, M_O, M_T, M_P, M_W, M_Z, M_M$ ) zugeführt wird,
- mittels des jeweiligen Klassifikators ( $K_S, K_M, K_F$ ) jeweils eine Information über eine Ausprägung der diesem Klassifikator ( $K_S, K_M, K_F$ ) zugeordneten akustischen Dimension generiert wird, und
- in Abhängigkeit von mindestens einer der wenigstens drei Informationen über die jeweilige Ausprägung der zugeordneten akustischen Dimension wenigstens ein Signalverarbeitungsalgorithmus ( $A_1, A_2, A_3, A_4$ ), der zur Verarbeitung des Mikrophonsignals ( $S_M$ ) oder des Eingangssignals ( $S_E$ ) in ein Ausgangssignal ( $S_A$ ) abgearbeitet wird, verändert wird.
- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- Verfahren nach Anspruch 1, wobei jedem der Klassifikatoren ( $K_S, K_M, K_F$ ) mit der entsprechend zugeordneten Auswahl nur für die Analyse der jeweils zugeordneten akustischen Dimension relevante Merkmale ( $M_E, M_O, M_T, M_P, M_W, M_Z, M_M$ ) zugeführt werden.
  - Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, wobei für jeden der Klassifikatoren ( $K_S, K_M, K_F$ ) ein spezifischer Analysealgorithmus zur Auswertung der jeweiligen zugeführten Merkmale ( $M_E, M_O, M_T, M_P, M_W, M_Z, M_M$ ) herangezogen wird.
  - Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei als die wenigstens drei akustischen Dimensionen Fahrzeug, Musik und Sprache herangezogen werden.
  - Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei aus dem Mikrophonsignal ( $S_M$ ) bzw. dem Eingangssignal ( $S_E$ ) Merkmale ausgewählt aus Signalpegel, 4-Hertz-Einhüllenden-Modulation ( $M_E$ ), Onset-Gehalt ( $M_O$ ), Pegel eines Hintergrundgeräuschs ( $M_P$ ), spektraler Schwerpunkt des Hintergrundgeräuschs ( $M_Z$ ), Stationarität ( $M_M$ ), Tonalität ( $M_T$ ), Windaktivität ( $M_W$ ) abgeleitet werden.
  - Verfahren nach einem der Ansprüche 4 und 5, wobei der akustischen Dimension Fahrzeug zumindest die Merkmale Pegel des Hintergrundgeräuschs ( $M_P$ ), spektraler Schwerpunkt des Hintergrundgeräuschs ( $M_Z$ ) und Stationarität ( $M_M$ ) zugeordnet werden, wobei der akustischen Dimension Musik die Merkmale Onset-Gehalt ( $M_O$ ), Tonalität ( $M_T$ ) und Pegel des Hintergrundgeräuschs ( $M_P$ ) zugeordnet werden, und wobei der akustischen Dimension Sprache die Merkmale Onset-Gehalt ( $M_O$ ) und 4-Hertz-Einhüllenden-Modulation ( $M_E$ ) zugeordnet werden.
  - Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei für jeden Klassifikator ( $K_S, K_M, K_F$ ) eine spezifisch zugeordnete zeitliche Stabilisierung berücksichtigt wird.
  - Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der oder der jeweilige Signalverarbeitungsalgorithmus ( $A_1, A_2, A_3, A_4$ ) in Abhängigkeit von mindestens zwei der wenigstens drei Informationen über die Ausprägung der jeweils zugeordneten akustischen Dimension verändert wird.
  - Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Informationen der jeweiligen Klassifikatoren ( $K_S, K_M, K_F$ ) einer gemeinsamen Auswertung zugeführt werden, wobei aufgrund dieser gemeinsamen Auswertung eine dominante Hörsituation ermittelt wird, und wobei der oder der jeweilige Signalverarbeitungsalgorithmus ( $A_1, A_2, A_3, A_4$ ) an diese dominante Hörsituation angepasst wird.
  - Verfahren nach Anspruch 9, wobei wenigstens eine Subsituation mit gegenüber der dominanten Hörsituation geringerer Dominanz ermittelt wird, und wobei diese oder die jeweilige Subsituation bei der Veränderung des Signalverarbeitungsalgorithmus ( $A_1, A_2, A_3, A_4$ ) oder wenigstens eines der Signalverarbeitungsalgorithmen ( $A_1, A_2, A_3, A_4$ ) berücksichtigt wird.
  - Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei jeder Signalverarbeitungsalgorithmus ( $A_1, A_2, A_3, A_4$ ) wenigstens einem der Klassifikatoren ( $K_S, K_M, K_F$ )

zugeordnet ist, und wobei wenigstens ein Parameter eines jeden Signalverarbeitungsalgorithmus ( $A_1, A_2, A_3, A_4$ ) in Abhängigkeit von der von dem zugeordneten Klassifikator ( $K_S, K_M, K_F$ ) ausgegebenen Information über die Ausprägung der entsprechenden akustischen Dimension verändert wird.

5 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei wenigstens einem der Klassifikatoren ( $K_S, K_M, K_F$ ) eine unabhängig von dem Mikrophonsignal ( $S_M$ ) oder dem Eingangssignal ( $S_E$ ) erzeugte Zustandsinformation zugeführt, die zusätzlich zur Auswertung der jeweiligen akustischen Dimension berücksichtigt wird.

10 13. Hörvorrichtung (1),

- mit wenigstens einem Mikrophon (3) zur Wandlung von Umgebungsschall in ein Mikrophonsignal ( $S_M$ ), und  
 - mit einem Signalprozessor (4), in dem wenigstens drei Klassifikatoren ( $K_S, K_M, K_F$ ) unabhängig voneinander zur Analyse jeweils einer zugeordneten akustischen Dimension - d. h. einer Gruppe von Hörsituationen, die aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften zusammenhängen - implementiert sind, und wobei der Signalprozessor (4) dazu eingerichtet ist, das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12 durchzuführen.

### Claims

20 1. Method for operating a hearing device (1), which comprises at least one microphone (3) for converting ambient sound into a microphone signal ( $S_M$ ), wherein according to the method

- a plurality of features ( $M_E, M_O, M_T, M_P, M_W, M_Z, M_M$ ) are derived from the microphone signal ( $S_M$ ) or from an input signal ( $S_E$ ) formed therefrom,  
 - at least three classifiers ( $K_S, K_M, K_F$ ), which are implemented independently of each other for respectively analyzing an assigned acoustic dimension - i.e. a group of hearing situations, which are related on the basis of their specific properties - are each supplied with a specifically assigned selection from these features ( $M_E, M_O, M_T, M_P, M_W, M_Z, M_M$ ), wherein at least two of the at least three classifiers ( $K_S, K_M, K_F$ ) each are supplied with a different selection from the features ( $M_E, M_O, M_T, M_P, M_W, M_Z, M_M$ ),  
 - by means of the respective classifier ( $K_S, K_M, K_F$ ), in each case an information is generated about a characteristic of the acoustic dimension assigned to this classifier ( $K_S, K_M, K_F$ ), and  
 - at least one signal processing algorithm ( $A_1, A_2, A_3, A_4$ ), which is executed in order to process the microphone signal ( $S_M$ ) or the input signal ( $S_E$ ) into an output signal ( $S_A$ ), is modified as a function of at least one of the at least three pieces of information about the respective characteristic of the assigned acoustic dimension.

2. Method according to claim 1, wherein only features ( $M_E, M_O, M_T, M_P, M_W, M_Z, M_M$ ) relevant for analyzing the respectively assigned acoustic dimension are supplied to each of the classifiers ( $K_S, K_M, K_F$ ) with the correspondingly assigned selection.

3. Method according to one of claims 1 to 2, wherein for each of the classifiers ( $K_S, K_M, K_F$ ) a specific analysis algorithm is used for evaluating the respective supplied features ( $M_E, M_O, M_T, M_P, M_W, M_Z, M_M$ ).

4. Method according to one of claims 1 to 3, wherein vehicle, music and speech are used as the at least three acoustic dimensions.

5. Method according to one of claims 1 to 4, wherein characteristics selected from signal level, 4-hertz envelope modulation ( $M_E$ ), onset content ( $M_O$ ), level of a background noise ( $M_P$ ), spectral center of gravity of the background noise ( $M_Z$ ), stationarity ( $M_M$ ), tonality ( $M_T$ ), wind activity ( $M_W$ ) are derived from the microphone signal ( $S_M$ ) or respectively the input signal ( $S_E$ ).

6. Method according to one of claims 4 and 5, wherein at least the features level of background noise ( $M_P$ ), spectral center of gravity of background noise ( $M_Z$ ) and stationarity ( $M_M$ ) are assigned to the acoustic dimension vehicle, wherein the features onset content ( $M_O$ ), tonality ( $M_T$ ) and level of background noise ( $M_P$ ) are assigned to the acoustic dimension music, and wherein the features onset content ( $M_O$ ) and 4-hertz envelope modulation ( $M_E$ ) are assigned to the acoustic dimension speech.

7. Method according to one of claims 1 to 6,  
wherein for each classifier ( $K_S$ ,  $K_M$ ,  $K_F$ ) a specifically assigned temporal stabilization is taken into consideration.
8. Method according to one of claims 1 to 7,  
wherein the or the respective signal processing algorithm ( $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4$ ) is modified as a function of at least two of the at least three pieces of information about the manifestation of the respectively assigned acoustic dimension.
9. Method according to one of claims 1 to 8,  
wherein the information of the respective classifiers ( $K_S$ ,  $K_M$ ,  $K_F$ ) are supplied to a joint evaluation, wherein a dominant hearing situation is determined on the basis of this joint evaluation, and wherein the or the respective signal processing algorithm ( $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4$ ) is adapted to this dominant hearing situation.
10. Method according to claim 9,  
wherein at least one subsituation with lower dominance in comparison to the dominant listening situation is determined, and wherein this or the respective subsituation is taken into account in the modification of the signal processing algorithm ( $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4$ ) or at least one of the signal processing algorithms ( $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4$ ).
11. Method according to one of claims 1 to 7,  
wherein each signal processing algorithm ( $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4$ ) is assigned to at least one of the classifiers ( $K_S$ ,  $K_M$ ,  $K_F$ ), and wherein at least one parameter of each signal processing algorithm ( $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4$ ) is modified as a function of the information about the manifestation of the corresponding acoustic dimension output by the assigned classifier ( $K_S$ ,  $K_M$ ,  $K_F$ ).
12. Method according to one of claims 1 to 11,  
wherein at least one of the classifiers ( $K_S$ ,  $K_M$ ,  $K_F$ ) is supplied with a status information generated independently of the microphone signal ( $S_M$ ) or the input signal ( $S_E$ ), which status information is taken into account in addition to the evaluation of the respective acoustic dimension.
13. Hearing device (1),
- with at least one microphone (3) for the conversion for converting ambient sound into a microphone signal ( $S_M$ ), and
  - with a signal processor (4), in which at least three classifiers ( $K_S$ ,  $K_M$ ,  $K_F$ ) are implemented independently of each other for respectively analyzing an assigned acoustic dimension - i.e. a group of hearing situations, which are related on the basis of their specific properties - and wherein the signal processor (4) is configured to perform the method according to one of claims 1 to 12.

## Revendications

1. Procédé pour faire fonctionner un dispositif auditif (1), qui comprend au moins un microphone (3) pour convertir du son ambiant en un signal de microphone ( $S_M$ ), dans lequel selon le procédé
- un certain nombre de caractéristiques ( $M_E$ ,  $M_O$ ,  $M_T$ ,  $M_P$ ,  $M_W$ ,  $M_Z$ ,  $M_M$ ) est dérivé du signal du microphone ( $S_M$ ) ou d'un signal d'entrée ( $S_E$ ) formé à partir de celui-ci,
  - à au moins trois classificateurs ( $K_S$ ,  $K_M$ ,  $K_F$ ), qui sont mis en œuvre indépendamment les uns des autres pour l'analyse respective d'une dimension acoustique attribuée - c'est-à-dire un groupe de situations auditives, qui sont liées sur la base de leurs propriétés spécifiques - respectivement une sélection spécifiquement attribuée de ces caractéristiques ( $M_E$ ,  $M_O$ ,  $M_T$ ,  $M_P$ ,  $M_W$ ,  $M_Z$ ,  $M_M$ ) est fournie, dans lequel à au moins deux des au moins trois classificateurs ( $K_S$ ,  $K_M$ ,  $K_F$ ) respectivement une sélection différente des caractéristiques ( $M_E$ ,  $M_O$ ,  $M_T$ ,  $M_P$ ,  $M_W$ ,  $M_Z$ ,  $M_M$ ) est fournie,
  - au moyen du classificateur respectif ( $K_S$ ,  $K_M$ ,  $K_F$ ), dans chaque cas des informations sur une caractéristique de la dimension acoustique attribuée à ce classificateur ( $K_S$ ,  $K_M$ ,  $K_F$ ) sont générées, et
  - au moins un algorithme de traitement de signal ( $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4$ ), qui est traité pour transformer le signal de microphone ( $S_M$ ) ou le signal d'entrée ( $S_E$ ) en un signal de sortie ( $S_A$ ), est modifié en fonction d'au moins une des au moins trois informations sur la caractéristique respective de la dimension acoustique attribuée.
2. Procédé selon la revendication 1,

## EP 3 386 215 B1

dans lequel seules les caractéristiques ( $M_E$ ,  $M_O$ ,  $M_T$ ,  $M_P$ ,  $M_W$ ,  $M_Z$ ,  $M_M$ ) pertinentes pour l'analyse de la dimension acoustique attribuée respective sont fournies à chacun des classificateurs ( $K_S$ ,  $K_M$ ,  $K_F$ ) avec la sélection attribuée de manière correspondante.

- 5    **3.** Procédé selon l'une des revendications 1 à 2,  
dans lequel, pour chacun des classificateurs ( $K_S$ ,  $K_M$ ,  $K_F$ ), un algorithme d'analyse spécifique est utilisé pour l'évaluation des caractéristiques fournies respectives ( $M_E$ ,  $M_O$ ,  $M_T$ ,  $M_P$ ,  $M_W$ ,  $M_Z$ ,  $M_M$ ).
- 10    **4.** Procédé selon l'une des revendications 1 à 3,  
dans lequel le véhicule, la musique et la parole sont utilisés comme les au moins trois dimensions acoustiques.
- 15    **5.** Procédé selon l'une des revendications 1 à 4,  
dans lequel des caractéristiques choisies parmi le niveau de signal, la modulation d'enveloppe à 4 hertz ( $M_E$ ), le contenu du début ( $M_O$ ), le niveau d'un bruit de fond ( $M_P$ ), le centre de gravité spectral du bruit de fond ( $M_Z$ ), la stationnarité ( $M_M$ ), la tonalité ( $M_T$ ), l'activité du vent ( $M_W$ ) sont dérivées du signal du microphone ( $S_M$ ) ou respectivement du signal d'entrée ( $S_E$ ).
- 20    **6.** Procédé selon l'une des revendications 4 et 5,  
dans lequel au moins les caractéristiques niveau du bruit de fond ( $M_P$ ), centre de gravité spectral du bruit de fond ( $M_Z$ ) et stationnarité ( $M_M$ ) sont attribués à la dimension acoustique véhicule, dans lequel les caractéristiques contenu du début ( $M_O$ ), tonalité ( $M_T$ ) et niveau du bruit de fond ( $M_P$ ) sont attribués à la dimension acoustique musique, et dans lequel les caractéristiques contenu du début ( $M_O$ ) et modulation d'enveloppe à 4 hertz ( $M_E$ ) sont attribués à la dimension acoustique parole.
- 25    **7.** Procédé selon l'une des revendications 1 à 6,  
dans lequel pour chaque classificateur ( $K_S$ ,  $K_M$ ,  $K_F$ ), une stabilisation temporelle spécifiquement attribuée est prise en compte.
- 30    **8.** Procédé selon l'une des revendications 1 à 7,  
dans lequel le ou l'algorithme de traitement de signal respectif ( $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4$ ) est modifié en fonction d'au moins deux des au moins trois informations concernant l'expression de la dimension acoustique attribuée respective.
- 35    **9.** Procédé selon l'une des revendications 1 à 8,  
dans lequel les informations des classificateurs respectifs ( $K_S$ ,  $K_M$ ,  $K_F$ ) sont fournies à une évaluation commune, dans lequel une situation auditive dominante est déterminée sur la base de cette évaluation commune, et dans lequel l'algorithme ou l'algorithme de traitement de signal ( $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4$ ) est adapté à cette situation auditive dominante.
- 40    **10.** Procédé selon la revendication 9,  
dans lequel au moins une sous-situation avec une dominance plus faible par rapport à la situation d'écoute dominante est déterminée, et dans lequel cette ou la sous-situation respective est prise en compte dans la modification de l'algorithme de traitement de signal ( $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4$ ) ou d'au moins un des algorithmes de traitement de signal ( $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4$ ).
- 45    **11.** Procédé selon l'une des revendications 1 à 7,  
dans lequel chaque algorithme de traitement de signal ( $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4$ ) est attribué à au moins un des classificateurs ( $K_S$ ,  $K_M$ ,  $K_F$ ), et dans lequel au moins un paramètre de chaque algorithme de traitement de ( $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4$ ) est modifié en fonction de l'information sur l'expression de la dimension acoustique correspondante fournie par le classificateur attribué ( $K_S$ ,  $K_M$ ,  $K_F$ ).
- 50    **12.** Procédé selon l'une des revendications 1 à 11,  
dans lequel au moins l'un des classificateurs ( $K_S$ ,  $K_M$ ,  $K_F$ ) une information d'état générée indépendamment du signal du microphone ( $S_M$ ) ou du signal d'entrée ( $S_E$ ) est fournie à au moins un des classificateurs ( $K_S$ ,  $K_M$ ,  $K_F$ ), laquelle information d'état est en outre prise en compte pour l'évaluation de la dimension acoustique respective.
- 55    **13.** Dispositif auditif (1),

avec au moins un microphone (3) pour la conversion du son ambiant en un signal de microphone ( $S_M$ ), et

### EP 3 386 215 B1

- avec un processeur de signaux (4), dans lequel au moins trois classificateurs ( $K_S$ ,  $K_M$ ,  $K_F$ ) sont mis en œuvre indépendamment les uns des autres pour l'analyse respective d'une dimension acoustique attribuée, et

5 dans lequel le processeur de signaux (4) est configuré pour exécuter le procédé selon l'une des revendications 1 à 12.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

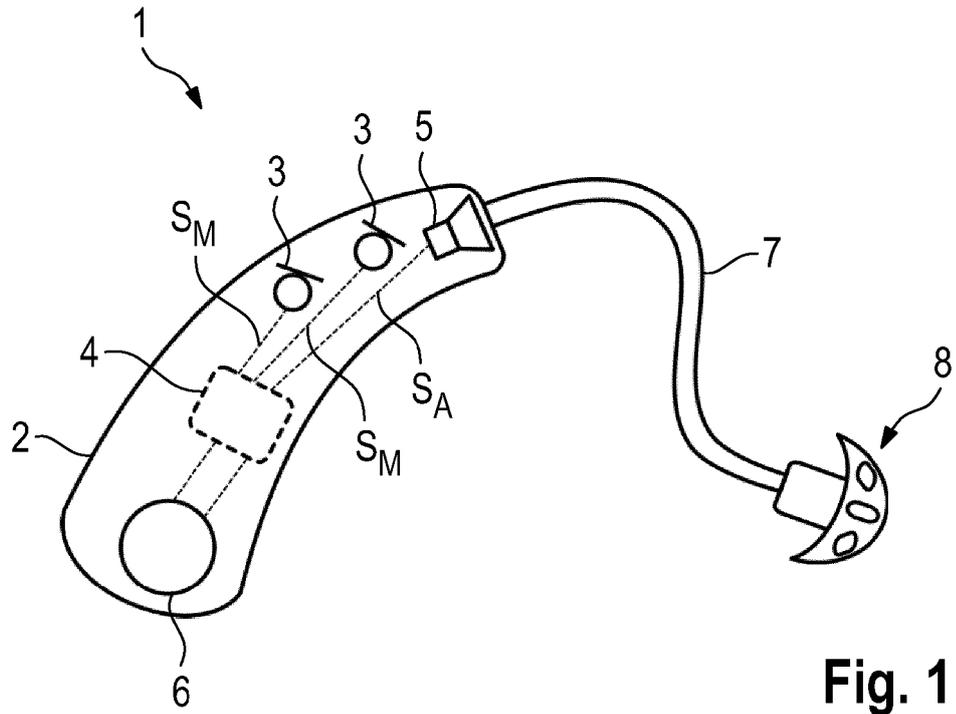


Fig. 1

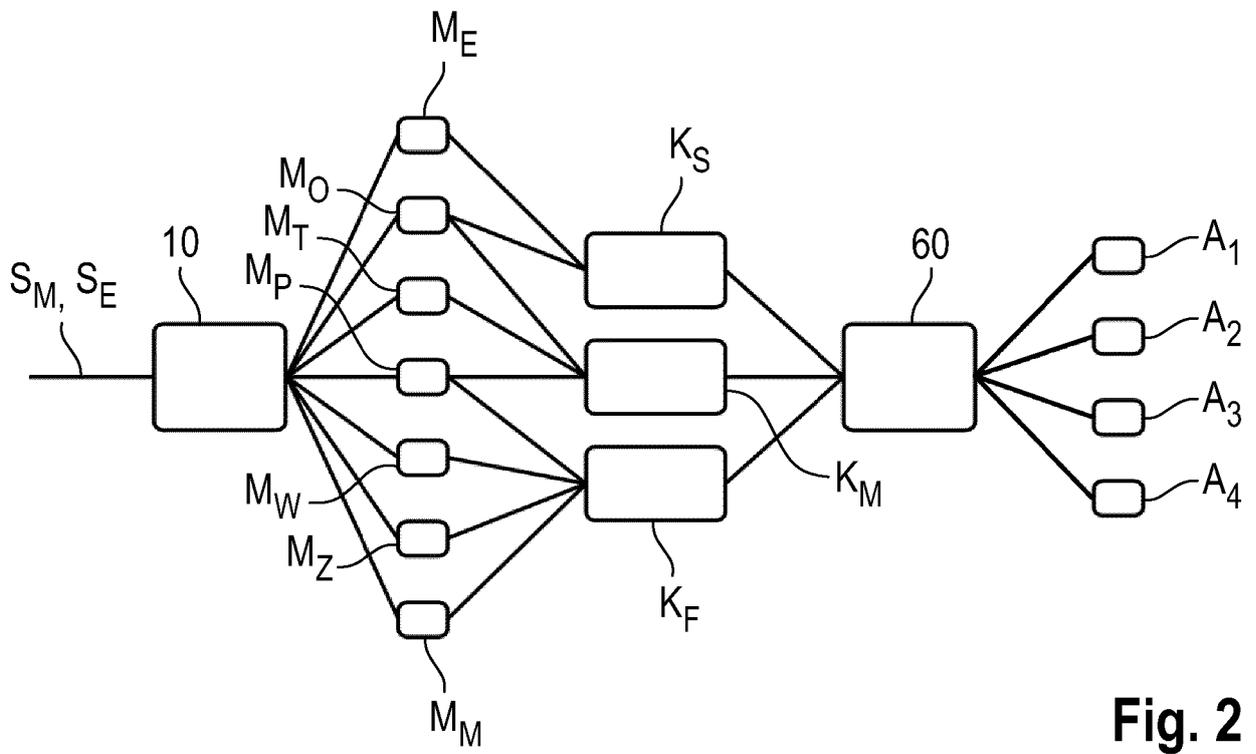


Fig. 2

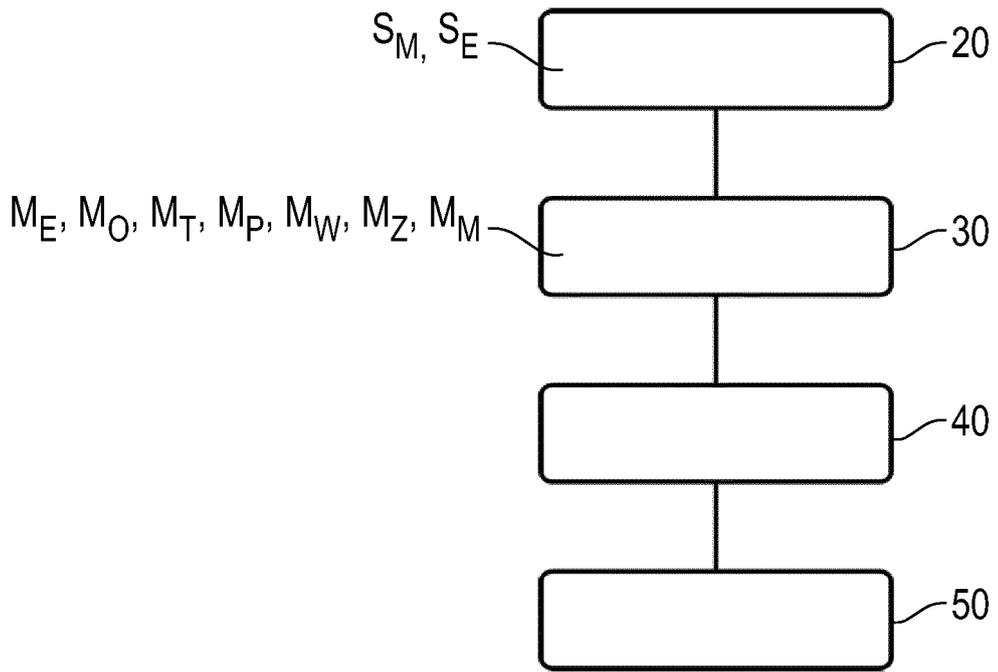


Fig. 3

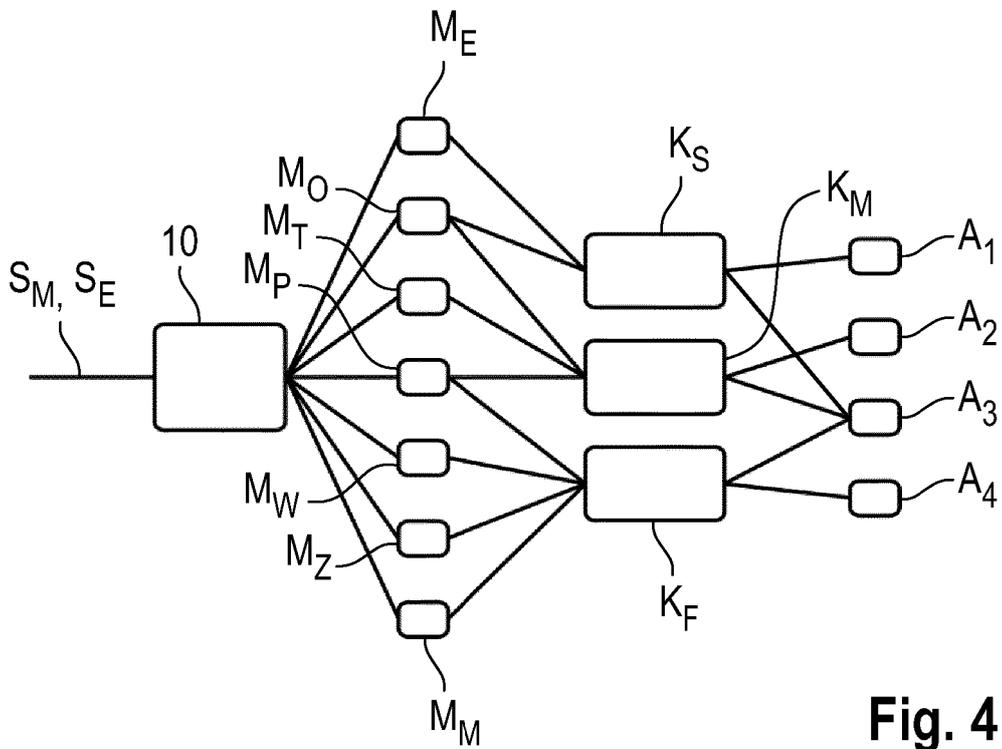


Fig. 4

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 1858291 A1 [0006]
- US 20030144838 A1 [0007]
- WO 2008084116 A2 [0008]
- EP 2670168 A1 [0009]