

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 765 103 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**26.03.1997 Patentblatt 1997/13**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **H04R 25/00**, G06F 7/00

(21) Anmeldenummer: **96112021.9**

(22) Anmeldetag: **25.07.1996**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE**

(30) Priorität: **20.09.1995 DE 19534981**

(71) Anmelder: **Geers Hörakustik GmbH & Co. KG  
D-44137 Dortmund (DE)**

(72) Erfinder: **Geers, Wolfgang, Dr.  
44229 Dortmund (DE)**

(74) Vertreter: **Finsterwald, Martin, Dr. et al  
Robert-Koch-Strasse 1  
80538 München (DE)**

### (54) **Verfahren zur Hörgeräteanpassung mit Fuzzy-Logik**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Anpassung, insbesondere Feinanpassung von Hörgeräten, bei dem zuerst in einem Bewertungsschritt eine Bewertung des Optimierungsgrads am Hörgerät eingestellter Parameter beispielsweise mittels psychoakustischen Größen und in einem nachfolgenden Optimierungsschritt eine Justierung verbesserungsbedürftiger Parameter erfolgt, und bei dem der zu bewertende Optimierungsgrad oder hierfür maßgebliche Größen im Rahmen des Bewertungsschritts und/oder der für den Optimierungsschritt maßgebliche Grad der Justierung des verbesserungsbedürftigen Parameters durch auf Fuzzy-Logik basierende Algorithmen bzw. Regelsätze ermittelt wird.

**EP 0 765 103 A2**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Anpassung, insbesondere Feinanpassung von Hörgeräten, bei dem zuerst in einem Bewertungsschritt eine Bewertung des Optimierungsgrads am Hörgerät eingestellter Parameter insbesondere mittels psychoakustischer Größen und in einem nachfolgenden Optimierungsschritt eine Justierung verbesserungsbedürftiger Parameter erfolgt.

Es ist bekannt, daß es für den Versorgungserfolg von Hörgeräteträgern von entscheidender Bedeutung ist, ein Hörgerät auszuwählen, das den individuellen Gegebenheiten bestmöglich genügt und die erforderliche Übertragung im Frequenz-, Schallpegel- und Zeitbereich so einzustellen, daß der jeweilige Hörverlust optimal rehabilitiert wird.

Obwohl sich mit bekannten Verfahren zur Anpassung von Hörgeräten insbesondere unter Verwendung natürlicher Klangbilder teilweise bereits zufriedenstellende Ergebnisse erzielen lassen, ist die Akzeptanz von mit diesen bekannten Verfahren angepaßten Hörgeräten aufgrund nicht optimaler Einstellungen durch nicht vorhandene oder ineffiziente Rückkopplungen zwischen Einstellung und Höreindruck oftmals noch beeinträchtigt.

Eine Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren der eingangs genannten Art so auszubilden, daß die individuelle Anpassung von Hörgeräten weiter verbessert und deren Akzeptanz erhöht wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der zu bewertende Optimierungsgrad oder hierfür maßgebliche Größen im Rahmen des Bewertungsschritts und/oder der für den Optimierungsschritt maßgebliche Grad der Justierung des verbesserungsbedürftigen Parameters durch auf Fuzzy-Logik basierende Algorithmen bzw. Regelsätze ermittelt wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird in der Regel im Anschluß an eine Voreinstellung durchgeführt, wobei die Voreinstellung bevorzugt in Abhängigkeit von den Daten des jeweiligen Hörschadens, des ausgewählten Hörgeräts und/oder der vom Hörgeschädigten als relevant erachteten Hörumgebungen vorgenommen wird. Aufgrund der genannten Daten können beispielsweise mittels eines festgelegten Algorithmus die im Rahmen der Voreinstellung auszuwählenden Parameterwerte festgelegt werden.

Im Anschluß an die genannte Voreinstellung kann dann das erfindungsgemäße Verfahren zum Zweck der Feinanpassung ausgeführt werden, welches im wesentlichen zumindest aus einem Bewertungsschritt und einem nachfolgenden Optimierungsschritt besteht.

Während des Bewertungsschritts wird die jeweils aktuelle Hörgeräteeinstellung vom Hörgeschädigten hinsichtlich unterschiedlicher Kriterien beurteilt. Um dem Hörgeschädigten diese Beurteilung zu ermöglichen, werden ihm bevorzugt Klangbilder akustisch dargeboten, wobei der individuell beim Hörgeschädigten hervorgerufene Klangeindruck entsprechend bewertet wird.

Aufgrund dieser Bewertung wird dann entschieden, ob die aktuelle Hörgeräteeinstellung bereits den gestellten Anforderungen genügt oder ob eine weitere Verbesserung nötig ist.

In letztgenanntem Fall wird im Rahmen des Optimierungsschritts der jeweils erforderliche Grad einer weiteren Justierung bzw. Verstellung verbesserungsbedürftiger Parameter berechnet.

Nachdem das Hörgerät entsprechend diesen Berechnungen nachjustiert wurde, wird erneut ein Bewertungsschritt ausgeführt, wobei es zur Erzielung einer iterativen Verbesserung des Optimierungsgrads eines oder mehrerer am Hörgerät eingestellter Parameter sinnvoll ist, die beschriebenen Schritte mehrmals zu wiederholen, insbesondere so lange, bis ein bestimmtes Abbruchkriterium erfüllt ist.

Der wesentliche Grundgedanke der Erfindung besteht darin, daß das im Rahmen des Bewertungsschritts zu erzielende Bewertungsergebnis und/oder der im Rahmen des Optimierungsschritts zu ermittelnde Grad der Justierung verbesserungsbedürftiger Parameter auf der Basis von Fuzzy-Regelsätzen berechnet wird.

Eine Verbesserung gegenüber bekannten Verfahren läßt sich bereits dadurch erreichen, daß Fuzzy-Regelsätze entweder nur bei den für den Bewertungsschritt oder nur bei den für den Optimierungsschritt erforderlichen Berechnungen eingesetzt werden. Es ist allerdings von Vorteil, wenn Fuzzy-Regelsätze sowohl für den Bewertungs- als auch für den Optimierungsschritt eingesetzt werden, da auf diese Weise eine optimale Anpassung des Hörgeräts erreicht werden kann.

Durch den erfindungsgemäßen Einsatz von Fuzzy-Regelsätzen wird es möglich, unscharfe, oftmals nur in sprachlicher Form vorliegende Information auf eine fest vorgegebene Art und Weise zu verarbeiten und dabei die Vorgehensweise bei der Anpassung von Hörgeräten zu vereinheitlichen und zu systematisieren. Dabei können nicht nur die während eines individuellen Anpassvorgangs anfallenden und unscharf vorliegenden Eingangsdaten der entsprechenden Algorithmen bzw. Regelsätze, sondern auch in sprachlicher Form vorliegende Erfahrungen von Hörgeräteakustikern berücksichtigt werden, so daß diese Erfahrungen allgemein verfügbar und automatisch berücksichtigt werden.

Ein besonderer Vorteil des Einsatzes von Fuzzy-Regelsätzen ist darin zu sehen, daß unscharf anfallende Eingangsdaten für die im Rahmen der Anpassung anzuwendenden Algorithmen (z.B. Beschreibung von Klangbildeigenschaften, Bewertung von Klangbildern durch Normalhörende, Bewertung von Klangbildern durch den Hörgeschädigten, Daten des Hörschadens, etc.) nicht mehr wie bisher unter Inkaufnahme eines Informationsverlustes auf scharfe Werte abgebildet werden müssen, sondern direkt als unscharfe Größen - ohne jeglichen Informationsverlust - verarbeitet werden können.

Nachfolgend werden bevorzugte, jedoch für die Realisierung der Erfindung nicht unbedingt zwingend

erforderliche Ausführungsformen des unter Einbeziehung von Fuzzy-Regelsätzen ablaufenden Bewertungsschritts erläutert.

Während des Bewertungsschritts wird vom Hörgeschädigten der subjektive Klangeindruck verschiedener akustisch dargebotener Klangbilder beurteilt. Bei der Darbietung von Klangbildern werden insbesondere natürliche, alltäglichen Hörsituationen entsprechende Klangbilder berücksichtigt, wobei dem Hörgeschädigten bevorzugt die Hörumgebungen Wohnbereich, Freizeit und Kultur, Verkehr, Arbeit, Natur, Sprecher in ungestörter Umgebung und/oder Sprecher in gestörter Umgebung angeboten werden.

Aus den angebotenen Klangbildern bzw. Klangbildgruppen trifft der Hörgeschädigte eine Auswahl, die seinem individuellen Lebensraum entspricht.

Das erfindungsgemäße, aus Bewertungs- und Optimierungsschritten bestehende Anpaß-Verfahren wird dann separat für alle ausgewählten Klangbilder bzw. Klangbildgruppen durchgeführt.

Bei der Beurteilung der dargebotenen Klangbilder durch den Hörgeschädigten können bezüglich des individuellen Klangeindrucks beispielsweise folgende Bewertungsmerkmale berücksichtigt werden: Qualität, Sprachverständlichkeit, Angenehmheit, Natürlichkeit, Lautstärke, Klangfarbe, Rauschen und/oder Verzerrungen.

Einige der vorstehend genannten Bewertungsmerkmale können vom Hörgeschädigten direkt beurteilt werden. Bestimmte Merkmale werden jedoch aus der Beurteilung anderer Bewertungsmerkmale mittels Fuzzy-Regelsätzen berechnet, worauf nachfolgend noch eingegangen wird.

Die Beurteilung der Bewertungsmerkmale erfolgt beispielsweise durch Zuordnung des jeweils wahrgenommenen Klangeindrucks zu einer normierten, unscharfen und lediglich sprachlich definierten Bewertungsskala. Diese Skala könnte beispielsweise bei der Bewertung der Qualität die Stufen extrem schlecht, sehr schlecht, schlecht, mittel, gut, sehr gut und extrem gut umfassen.

An dem Umstand, daß die letztgenannte Skala nicht für alle Bewertungsmerkmale, insbesondere zum Beispiel nicht für die Bewertungsmerkmale Lautstärke und Klangfarbe eingesetzt werden kann, ist ersichtlich, daß den unterschiedlichen Bewertungsmerkmalen vorzugsweise jeweils auch eigene und voneinander verschiedene Bewertungsskalen zugeordnet werden.

Diese Bewertungsskalen umfassen bevorzugt ungefähr 7 Stufen, wobei hier jedoch auch andere Werte realisierbar sind.

Durch die Zuordnung des subjektiven Höreindrucks des Hörgeschädigten zu den Bewertungsskalen der einzelnen Bewertungsmerkmale erhält man eine auf Fuzzy-Größen basierende Beurteilung.

Wie vorstehend bereits erwähnt, ist es nicht unbedingt nötig, sämtliche der genannten Bewertungsmerkmale vom Hörgeschädigten beurteilen zu lassen.

So läßt sich beispielsweise das Bewertungsmerk-

mal "Qualität" aus den in Form von Fuzzy-Größen vorliegenden Beurteilungen von Sprachverständlichkeit und/oder Angenehmheit und/oder Natürlichkeit durch einen Fuzzy-Regelsatz berechnen. Für die Beurteilung von Klangbildern, die keine Sprachsignale beinhalten, gehen in die Berechnung der Qualität bevorzugt nur die Beurteilung der Angenehmheit und der Natürlichkeit ein. Falls das Klangbild zusätzlich oder ausschließlich Sprachsignale beinhaltet, sollte zusätzlich zu den genannten Größen auch die Beurteilung der Sprachverständlichkeit einbezogen werden.

Das genannte Bewertungsmerkmal "Natürlichkeit" muß auch nicht direkt vom Hörgeschädigten beurteilt werden, sondern läßt sich aus den in Form von Fuzzy-Größen vorliegenden Beurteilungen beispielsweise von Lautstärke, Klangfarbe, Rauschen und Verzerrungen durch einen Fuzzy-Regelsatz berechnen.

Das Ergebnis der Fuzzy-Regelsätze zur Berechnung der Qualität und der Natürlichkeit liefern als Ergebnis wiederum Fuzzy-Größen, welche sich beispielsweise als Eingangsgrößen der Fuzzy-Regelsätze des Optimierungsschritts verwenden lassen.

Durch den erfindungsgemäßen Bewertungsschritt lassen sich die vom Hörgeschädigten gelieferten Informationen bezüglich des wahrgenommenen Klangeindrucks auf eine kleine Anzahl interpretierbarer Merkmale verdichten, die einerseits für den Hörgeräteakustiker gut verständlich und andererseits im Rahmen des Optimierungsschritts weiterverwertbar sind.

Der Bewertungsschritt kann also dazu dienen, eine Information über den bereits erreichten Optimierungsgrad der Hörgeräte-Einstellung zu liefern und andererseits Wissen darüber zur Verfügung zu stellen, welche Übertragungseigenschaften des Hörgeräts bzw. welche Bewertungsmerkmale in einem nachfolgenden Optimierungsschritt noch verbessert werden müssen.

Auf der Basis der mittels des Bewertungsschritts erhaltenen Ergebnisse wird dann im Rahmen des Optimierungsschritts zur Erzielung eines verbesserten Übertragungsverhaltens des Hörgeräts der Justierungsgrad eines oder mehrerer einstellbarer Parameter des Hörgeräts berechnet.

Nachfolgend werden bevorzugte, jedoch zur Realisierung der Erfindung nicht zwingend nötige Ausführungsformen des auf Fuzzy-Regelsätzen basierenden Optimierungsschritts beschrieben:

Die Eingangsgrößen für die Fuzzy-Regelsätze des Optimierungsschritts können von einer oder mehreren der nachfolgend genannten Größen gebildet sein:

- Ergebnis des (der) vom Hörgeschädigten vollzogenen Bewertungsschritt(e),
- durch Normalhörende erfolgte Bewertung der im Rahmen des Bewertungsschritts dargebotenen Klangbilder,
- Daten des Hörschadens, insbesondere Hörverlust und Unbehaglichkeitsschwelle,
- physikalische und/oder psychoakustische Daten der jeweiligen Hörumgebung bzw. der während des

Bewertungsschritts dargebotenen Klangbilder,

- Daten des vor dem Optimierungsschritt vorliegenden Übertragungsverhalten des Hörgeräts,
- Art der am Hörgerät einstellbaren Parameter und deren Einstellbereiche, und/oder
- Daten des nach der Voreinstellung vorliegenden Übertragungsverhalten des Hörgeräts.

Nicht als Fuzzy-Größen vorliegende Eingangsgrößen der Regelsätze des Optimierungsschritts, wie zum Beispiel physikalische Daten von Klangbildern oder Einstellbereiche von Hörgeräteparametern werden vor Anwendung der Regelsätze fuzzifiziert, um so auch eine Verarbeitung dieser scharfen Daten zu ermöglichen. Dies gilt in gleicher Weise für entsprechende Eingangsdaten des Bewertungsschritts.

Die eine oder mehrere der vorstehend genannten Größen verarbeitenden Regelsätze des Optimierungsschritts setzen sich bevorzugt aus mehreren Teil-Regelsätzen zusammen.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird zu Beginn des Optimierungsschritts ein Teil-Regelsatz "Zielformulierung" angewandt, welcher auf der Basis der zuvor erfolgten Hörgeschädigtenbewertung und einer im System gespeicherten Normalhörendenbewertung zumindest ein Bewertungsmerkmal ermittelt, welches hinsichtlich seines Optimierungsgrads verbesserungsbedürftig ist.

Ein anschließend angewandter Teil-Regelsatz "Grundregeln" berechnet den zu ermittelnden Justierungsgrad in erster Näherung unter Berücksichtigung der Eingangsgrößen "Ergebnis des Teil-Regelsatzes Zielformulierung" und "Ergebnis des (der) vom Hörgeschädigten vollzogenen Bewertungsschritt(e)". In diesem Algorithmus sind Erfahrungen von Hörgeräteakustikern gespeichert, welche Informationen darüber beinhalten, in welcher Weise durch eine Verstellung bzw. Justierung von Hörgeräteparametern die vom Hörgeschädigten im Rahmen des Bewertungsschritts gelieferten Beurteilungen beeinflusst werden können.

Ein einfaches Beispiel hierfür ist ein Regelsatz, welcher besagt, daß zur Erzielung eines helleren Klangeindrucks die Verstärkung der höheren Frequenzen durch das Hörgerät angehoben werden muß, wobei sich der Gesamtlautheitseindruck nicht gravierend ändern darf. Weiterhin könnte in einem Regelsatz beispielsweise das Wissen gespeichert sein, gemäß dem zur Verbesserung des Bewertungsmerkmals "Angenehmheit" die Merkmale Lautstärke, Klangfarbe, Rauschen und Verzerrungen verbessert werden müssen.

Durch einen Teilregelsatz "Klangbildspezifik" kann der zu ermittelnde Justierungsgrad in einer weiteren Näherung unter Berücksichtigung der Eingangsgrößen "Ergebnis(se) bereits angewandter Teil-Regelsätze" und "Physikalische und/oder psychoakustische Daten der jeweiligen Hörumgebung bzw. der während des Bewertungsschritts dargebotenen Klangbilder" berechnet werden, wobei hier insbesondere eine zu fordernde

Störgeräuschunterdrückung berücksichtigt wird. Bei diesem Regelsatz werden insbesondere die Ergebnisse der Teil-Regelsätze "Zielformulierung" und "Grundregeln" berücksichtigt.

Der zu ermittelnde Justierungsgrad kann in weiterer Näherung durch einen Teil-Regelsatz "Hörschaden" berechnet werden, wobei hier insbesondere die Eingangsgrößen "Ergebnis(se) bereits angewandter Teil-Regelsätze" und "Daten des Hörschadens" zu berücksichtigen sind.

Entsprechendes läßt sich durch einen Teil-Regelsatz "Voreinstellung" erreichen, dem als Eingangsgrößen ebenfalls die Ergebnisse bereits angewandter Teil-Regelsätze und zudem die Daten des nach der Voreinstellung vorliegenden Übertragungsverhaltens des Hörgeräts zugrundegelegt werden. Dieser Teil-Regelsatz trägt dem Umstand Rechnung, daß im Rahmen einer erfindungsgemäßen Feineinstellung ermittelte Parameter, die zu stark von den voreingestellten Parametern abweichen, in der Regel wenig Erfolg versprechen.

Schließlich kann der zu ermittelnde Justierungsgrad in weiterer Näherung durch einen Teil-Regelsatz "Hörgeräteeigenschaften" berechnet werden, dessen Eingangsgrößen insbesondere durch die "Ergebnis(se) bereits angewandter Teil-Regelsätze", die "Daten des vor dem Optimierungsschritt vorliegenden Übertragungsverhaltens des Hörgeräts" und die "Art der am Hörgerät einstellbaren Parameter und deren Einstellbereiche" gebildet sind.

Mit diesem Teil-Regelsatz wird sichergestellt, daß mit dem durch den Optimierungsschritt berechneten Justierungsgrad keine nicht realisierbaren Einstellungen des Hörgeräts, wie zum Beispiel zu hohe Verstärkungen, gefordert werden.

Die beschriebenen Teil-Regelsätze können nacheinander angewendet werden, wobei nachfolgende Teil-Regelsätze immer die Ergebnisse eines oder mehrerer zuvor angewandter Teil-Regelsätze berücksichtigen, oder es werden nach Anwendung der Teil-Regelsätze deren Teilergebnisse mittels geeigneter Algorithmen akkumuliert und verdichtet, so daß man letztendlich eine Aussage darüber erhält, in welcher Weise bestimmte Parameter des Hörgeräts justiert bzw. nachgestellt werden müssen.

Die Justierung des Hörgeräts kann dann entweder automatisch vom System oder aber auch manuell vorgenommen werden. Bei einer manuellen Justierung des Hörgeräts bietet es sich an, das Ergebnis des Optimierungsschritts nicht zu defuzzifizieren, sondern dem Hörgeräteakustiker beispielsweise eine Aussage der Form "Bitte Verstärkung im tieffrequenten Bereich verringern" zur Verfügung zu stellen. Für eine automatische Verstellung der Hörgeräteparameter bietet sich jedoch eine Defuzzifizierung an, da das System dann die Verstellung aufgrund des defuzzifizierten, scharfen Werts vornehmen kann.

Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich in jeder beliebigen Abwandlung einsetzen, wobei es zur Erzielung der mit der Erfindung bezweckten Verbesserung

der bekannten Abpaßverfahren lediglich nötig ist, im Rahmen des Bewertungs- und/oder Optimierungsschritts Fuzzy-Regelsätze einzusetzen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Anpassung, insbesondere Feinanpassung von Hörgeräten, bei dem zuerst in einem Bewertungsschritt eine Bewertung des Optimierungsgrads am Hörgerät eingestellter Parameter insbesondere mittels psychoakustischer Größen und in einem nachfolgenden Optimierungsschritt eine Justierung verbesserungsbedürftiger Parameter erfolgt,

dadurch **gekennzeichnet**,

daß der zu bewertende Optimierungsgrad oder hierfür maßgebliche Größen im Rahmen des Bewertungsschritts und/oder der für den Optimierungsschritt maßgebliche Grad der Justierung des verbesserungsbedürftigen Parameters durch auf Fuzzy-Logik basierende Algorithmen bzw. Regelsätze ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch **gekennzeichnet**,

daß während des Bewertungsschritts der Klangeindruck verschiedener akustisch dargebotener Klangbilder beurteilt wird, wobei insbesondere während des Bewertungsschritts natürliche, alltäglichen Hörsituationen entsprechende Klangbilder akustisch dargeboten werden, die insbesondere einer Klassifizierung nach individuellen Lebensräumen und/oder physikalischen Eigenschaften unterliegen, wobei vorzugsweise die Lebensräume Wohnbereich, Freizeit und Kultur, Verkehr, Arbeit, Natur, Sprecher in ungestörter Umgebung und/oder Sprecher in gestörter Umgebung berücksichtigt sind.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch **gekennzeichnet**,

daß der Klangeindruck durch die Beurteilung eines oder mehrerer der folgenden, beispielhaft angeführten Bewertungsmerkmale ermittelt wird:

- Qualität,
- Sprachverständlichkeit,
- Angenehmheit,
- Natürlichkeit,
- Lautstärke,
- Klangfarbe,
- Rauschen, und
- Verzerrungen,

wobei insbesondere die Beurteilung durch Zuordnung des bezüglich eines Bewertungsmerkmals wahrgenommenen Höreindrucks zu einer normierten, unscharfen, sprachlich definierten Bewer-

tungsskala erfolgt, wobei insbesondere den Bewertungsmerkmalen, wie z.B. Qualität, Sprachverständlichkeit, Angenehmheit, Natürlichkeit, Lautstärke, Klangfarbe, Rauschen und/oder Verzerrungen jeweils eine eigene Bewertungsskala zugeordnet wird, wobei vorzugsweise die Bewertungsskalen jeweils mehrere, insbesondere ungefähr sieben Stufen umfassen.

4. Verfahren nach Anspruch 3,

dadurch **gekennzeichnet**,

daß in Form von Fuzzy-Größen vorliegende Beurteilungen bestimmter Bewertungsmerkmale durch einen oder mehrere Fuzzy-Regelsätze zu einer übergeordneten Fuzzy-Größe zusammengefaßt werden, wobei insbesondere die in Form von Fuzzy-Größen vorliegenden Beurteilungen von Sprachverständlichkeit und/oder Angenehmheit und/oder Natürlichkeit durch einen Fuzzy-Regelsatz zu einer die Qualität kennzeichnenden Fuzzy-Größe zusammengefaßt werden, wobei vorzugsweise die in Form von Fuzzy-Größen vorliegenden Beurteilungen von Lautstärke, Klangfarbe, Rauschen und Verzerrungen durch einen Fuzzy-Regelsatz zu einer die Natürlichkeit kennzeichnenden Fuzzy-Größe zusammengefaßt werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4,

dadurch **gekennzeichnet**,

daß im Rahmen des Bewertungsschritts für Klangbilder, die Sprachsignale beinhalten und Klangbilder, die keine Sprachsignale beinhalten, unterschiedliche Fuzzy-Regelsätze eingesetzt werden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch **gekennzeichnet**,

daß im Rahmen des Optimierungsschritts zur Erzielung eines verbesserten Übertragungsverhaltens der Justierungsgrad eines oder mehrerer einstellbarer Parameter des Hörgeräts berechnet wird, und/oder daß die Eingangsgrößen für Fuzzy-Regelsätze des Optimierungsschritts von einer oder mehreren der nachfolgenden Größen gebildet sind:

- Ergebnis des (der) vom Hörgeschädigten vollzogenen Bewertungsschritt(e),
- durch Normalhörende erfolgte Bewertung der im Rahmen des Bewertungsschritts dargebotenen Klangbilder,
- Daten des Hörschadens, insbesondere Hörverlust und Unbehaglichkeitsschwelle,
- physikalische und/oder psychoakustische Daten der jeweiligen Hörumgebung bzw. der während des Bewertungsschritts dargebotenen Klangbilder,
- Daten des vor dem Optimierungsschritt vorlie-

- genden Übertragungsverhalten des Hörgeräts,
- Art der am Hörgerät einstellbaren Parameter und deren Einstellbereiche, und
  - Daten des nach der Voreinstellung vorliegenden Übertragungsverhalten des Hörgeräts.

5

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß sich die Fuzzy-Regelsätze des Optimierungsschritts aus mehreren Teil-Regelsätzen zusammensetzen.

10

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch **gekennzeichnet**, daß durch einen Teil-Regelsatz "Zielformulierung" ein hinsichtlich seines Optimierungsgrads verbesserungsbedürftiges Bewertungsmerkmal ermittelt wird, und/oder daß durch einen Teil-Regelsatz "Grundregeln" der zu ermittelnde Justierungsgrad in erster Näherung unter Berücksichtigung der Eingangsgrößen

15

20

- "Ergebnis des Teil-Regelsatzes Zielformulierung" und
- "Ergebnis des(der) vom Hörgeschädigten vollzogenen Bewertungsschritt(e)" berechnet wird,

25

und/oder daß durch einen Teil-Regelsatz "Klangbildspezifik" der zu ermittelnde Justierungsgrad in weiterer Näherung unter Berücksichtigung der Eingangsgrößen

30

- "Ergebnis(se) bereits angewandter Teil-Regelsätze" und
- "physikalische und/oder psychoakustische Daten der jeweiligen Hörumgebung bzw. der während des Bewertungsschritts dargebotenen Klangbilder"

35

40

insbesondere unter Berücksichtigung einer zu fordernden Störgeräuschunterdrückung berechnet wird, und/oder daß durch einen Teil-Regelsatz "Hörschaden" der zu ermittelnde Justierungsgrad in weiterer Näherung unter Berücksichtigung der Eingangsgrößen

45

- "Ergebnis(se) bereits angewandter Teil-Regelsätze" und
- "Daten des Hörschadens"

50

berechnet wird, und/oder daß durch einen Teil-Regelsatz "Voreinstellung" der zu ermittelnde Justierungsgrad in weiterer Näherung unter Berücksichtigung der Eingangsgrößen

55

- "Ergebnis(se) bereits angewandter Teil-Regelsätze" und
- "Daten des nach der Voreinstellung vorliegenden Übertragungsverhalten des Hörgeräts"

berechnet wird, und/oder daß durch einen Teil-Regelsatz "Hörgeräteeigenschaften" der zu ermittelnde Justierungsgrad in weiterer Näherung unter Berücksichtigung der Eingangsgrößen

- "Ergebnis(se) bereits angewandter Teil-Regelsätze",
- "Daten des vor dem Optimierungsschritt vorliegenden Übertragungsverhaltens des Hörgeräts", und
- "Art der am Hörgerät einstellbaren Parameter und deren Einstellbereiche"

berechnet wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die nicht als Fuzzy-Größen vorliegenden Eingangsgrößen der Regelsätze des Bewertungs- und/oder Optimierungsschritts vor Anwendung der Regelsätze fuzzyfiziert werden, und/oder daß die als Fuzzy-Größen vorliegenden Ergebnisse der Regelsätze des Bewertungs- und/oder Optimierungsschritts nach Anwendung der Regelsätze defuzzyfiziert werden.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß eine Justierung der Hörgeräteparameter entsprechend der Ergebnisse automatisch oder manuell aufgrund des ermittelten Justierungsgrads vorgenommen wird, und/oder daß es zur Erzielung einer iterativen Verbesserung des Optimierungsgrads eines oder mehrerer am Hörgerät eingestellter Parameter im Rahmen aufeinanderfolgender Anpaßschritte, insbesondere bis zur Erfüllung eines Abbruchkriteriums mehrmals wiederholt wird, und/oder daß vor dem ersten Bewertungsschritt eine Voreinstellung durchgeführt wird, wobei insbesondere die Voreinstellung in Abhängigkeit von den Daten des Hörschadens, des Hörgeräts und/oder der individuellen Hörumgebung vorgenommen wird.