

Maßnahmen zugunsten einer verbesserten, horizontalen Vorneortung von klangbildneutralen Hörereignissen bei Kopfhörern

Florian M. König, ULTRASON E AG, D-82377 Penzberg, f.koenig@ultrason e.de

1. Einführung

In den letzten zehn DAGA-Jahren wurde mehrmals über rein dynamische Kopfhörer und deren Verfahren zur Reduktion der Oben-Im-Kopf-Lokalisation berichtet [1, 2]. Im Vordergrund stand ein im wesentlich vorne wahrzunehmendes Hörereignis [3], welches mittels einer dezentralen Schallwandleranordnung (unten-vorne) sowie akustischen Bedämpfung bzw. Trennung der oberen Abstrahlungsfläche von supra-aural vor der Ohrmuschel platzierten Schallwandlern. Diese Methode hat den Vorteil, dass die individuellen Formgebungen der menschlich Pinna über eine kopfbezogene Schallquelle *unabhängig* vom Tonsignalaufnahmeverfahren zur Wirkung kommt. Dabei wird die Nahfeld-Richtcharakteristik der Ohrmuschel ab ca. 1 kHz annähernd (vergleichbar zur Freifeld-Beschallungssituation) aktiviert.

Es liegt deshalb nahe, personenspezifisch auftretende Restbemängelungen um die räumliche Hörereignis-lage (s. horizontal vorne hören), die sich als Elivationseffekte offenbaren, anhand von empirisch hervorgehenden, akusto-mechanischen Maßnahmen zu minimieren.

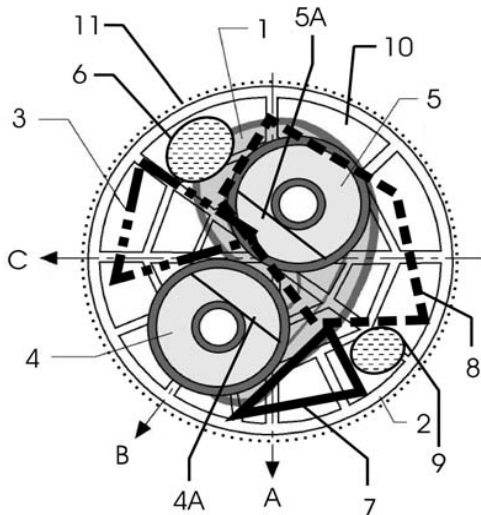


Fig. 1: Frontansicht einer modifizierten Kopfhörer-Schallwandlerhalterung (2) mit Dämpfungselementen (3, 7, 8), Schallwandler-Zusatzverdeckungen (4A, 5A) am Schallwandler (4, 5), Normal-Filztrennwand 10, dünnere Filztrennwand-bereiche (6, 9), Ohrpolster 11 an der Pinna 1.

2. Grundlagen zu den Maßnahmen

Im Zuge von Untersuchungen zur Variationstiefe der Abstrahlungsbedämpfung von Schallwandlern sowie deren Aufhängung bzw. Trennwand (s. Bufferboard) stehen dem Experimentator ohrmschließende und ohraufliegende Kopfhörerprinzipien zur Verfügung. Diese zwei Beschallungsprinzipien am Ohr bestimmen den Platz für eventuelle Modifikationen im Kopfhörer-Außenohr-Übertragungsmaß mittels Reflektoren sowie Dämpfungselemente vor der Pinna. Dazu zählt das zu bewegend Luftvolumen innerhalb der Ohrposter, der Ohrmuschel und am/vor dem Schallwandler. Der Tragekomfort an der Ohrmuschel sollte dabei nicht reduziert werden. Veränderungen der Kopfhörerklangfarben sind dabei unabwendbar. Ferner basieren solche Maßnahmen auf der Erkenntnis, dass bestimmte Bereiche der Ohrmuschel, wie Incursa, Helix, Concha etc. frequenzselektive Einflüsse auf die binaurale Übertragungsfunktion nebst Hörrihtcharakteristik auslösen [4].

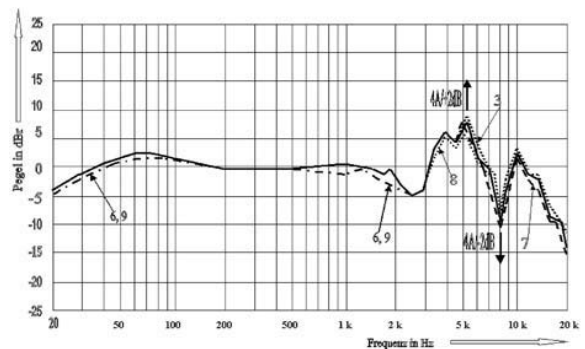


Fig. 2: Diffusfeld-Übertragungsmaß eines modifizierten Raumklangkopfhörers mit Vorneortung von Hörereignissen; durchgezogene Linie = normal, punktiert = Filzelement "3", gestrichelt = Filzelem. "7", strichpunktiert = Filzelem. "6" und "9", kleinpunktiert = Filzelem. "8", Pfeil = Verdeckung/Dämpfelem. 4A gemäß Fig. 1.

3. Maßnahmen und zugehörige Meßergebnisse

Als erstes wurden die bereits früher beschriebenen Filzbedämpfungen der Filztrennwand [5] sowie vor dem Schallwandler mit beliebig positionierten, weiteren Elementen ergänzt (s. Fig. 1). Besonders

effektiv zeigten sich schräg vorne-oben angebrachte Filzblöcke [6], welche offensichtlich den markanten Frequenzbereich unterhalb von 10 kHz zugunsten einer horizontalen Vorneortung unterstützen; (s. **Fig. 2**: Typische Senke bei gut 8 kHz um ca. -2 dB ausgedehnt). Zudem zeigen sich um die Frequenzen 6 kHz und 13 Pegelanhebungen von rund +3 dB. Für den direkten Vergleich der akustomechanischen Maßnahmen wurden in den **Figuren 1 und 2** die wesentlichen Elemente zuordnend gleichartig numeriert. Somit können die explizit angebrachten Bedämpfungen als tonale Ereignisse im Frequenzganges dargestellt/übergeführt werden.

Als zweites sollte der Hörhöchstfrequenzbereich verstärkt werden; andererseits auch die Ausbreitung der akustischen Wellen kanalisiert werden. Dies gelang mit einem vor dem mittleren, kugelförmig ausgestalteten Membranbereich positionierten Röhrrchen [7], was durch den o.g., dezentrale Schallwandler-Aufenthaltort auch noch die beklagten Elivationseffekte reduzieren konnte (s. **Fig. 3**). Das Röhrrchen selbst wurde gezielt auf die Wellenlänge 1 cm für die Frequenz 16 kHz ausgelegt. Die erfolgreich geschaffenen, teils kammfilterartigen Hörhöhenfrequenzbereichsverstärkungen sind in **Fig. 4** abgebildet. Offensichtlich wurden für den Frequenzbereich oberhalb von 15 kHz Pegelanhebungen von mindestens 6 dB erzielt. Um die in Rede stehende 16-kHz-Tonsignalverstärkung richtungsbezogen kanalisiert zu betreiben ist auch an eine gehörgangsbezogene Schrägstellung des Hochtönröhrrchen zu denken (s. **Fig. 3**).

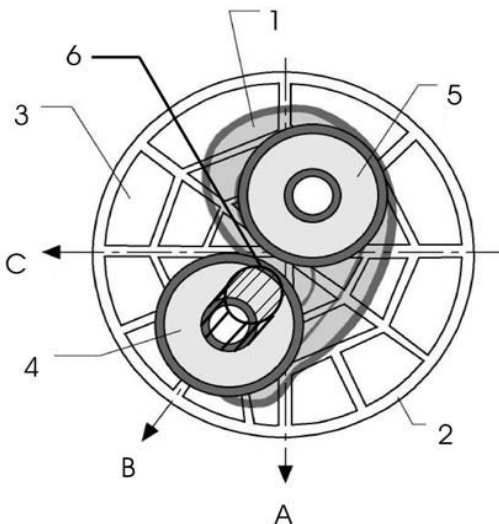
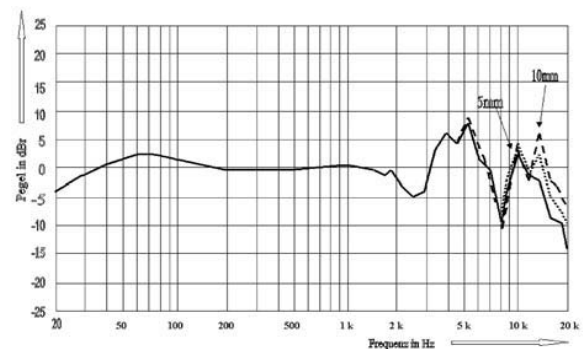


Fig. 3: Frontansicht einer modifizierten Kopfhörer-Schallwandlerhalterung (2) mit einem speziellen Hochtönröhrrchen (6) vor dem Hochtönkegel des Schallwandlers (4),

dem Schallwandler (5), Normal-Filztrennwand (3) an der Pinna (1).

4. Schlußbetrachtung

Es ist herauszuheben, dass mit den beschriebenen Maßnahmen, also keine im Kopfhörer integrierte, elektrische Filterung, der Katalog zur akustomechanischen Einflußnahme am Klangbild schmal- und breitbandig erweitert wurde. Dies insbesondere, weil der Frequenzbereich für Kopfhörerschallwandler ab 14 kHz aufwärts oftmals unbefriedigende Ergebnisse offeriert. Folglich können Korrekturen an der Kopfhörer-Pinna-Übertragungsfunktion nicht nur mittels Membranoberflächenveränderungen "statisch" erzeugt werden, sondern gezielt durch Bedämpfungen an der Ohrmuschel sowie dem jeweils akustisch beaufschlagten großflächigeren, kopfnahen Schallwandlersystem selbst. Ein wesentlicher Vorteil ist die Einbeziehung der individuellen Hör-Richtcharakteristik; ergo beispielsweise der Qualität der erwünschten, horizontalen Vorneortung von Hörereignissen insbesondere von mittleren sowie höheren Tonsignalspektren. Das psychoakustische Problem der Vorne-Hinten-Vertauschung durch sehr hallarm abgemischte Tonaufzeichnungen ist



jedoch unverändert vorhanden.

Fig. 4: Diffusfeld-Übertragungsmaß eines modifizierten Raumklangkopfhörers mit Vorneortung von Hörereignissen; Linie = normal, punktiert = 5 mm langes Hochtönröhrrchen, gestrichelt = 10 mm langes Hochtönröhrrchen gemäß Fig. 3.

Literatur

- [1] **König, F.:** Vorneortung von Hörereignissen bei der Außenohrbeschallung mittels Stereokopfhörern - Ein altes Thema, jedoch mit neuer Perspektive; DAGA 1991. [2] **König, F.:** Stereokopfhörer zur Vorneortung von mittels Stereokopfhörern erzeugten Hörereignissen; Patent EU 0484354. [3] **König, F.:** About the necessity to describe varying spatial auditory events of different headphones; 1. Forum Acusticum 1996. [4] **Genuit, G.:** Ein Modell zur Beschreibung von Außenohrübertragungsfunktionen. Diss. TH Aachen 1984. [5] **König, F.:** Ein spezieller Kopfhörer mit realitätsnaher Vorneortung von Hörereignissen; DAGA 1993. [6] **König, F.:** Kopfhörer mit Klangbildkorrektur; Patentanm. DE 100 61838.3. [7] **König, F.:** Kopfhörer mit spezieller Hochtönübertragung; Patentanmeldung EU 01100980.0.