

Weiterführende Untersuchungen um elektromagnetische Strahlungseigenschaften speziell von Kleinkopfhörern

Florian M. König, ULTRASONE electroacoustics GmbH, D-82110 Germering, mail@ultrasone.de.

1. Einführung

In den vergangenen zwei Jahren wurden erstmals Kopfhörer untersucht [1, 2, 3], ob und in wieweit diese für den Menschen gesundheitlich bedenkliche, elektromagnetische Felddispositionen aufweisen. Als Grundlage hierfür standen Normenempfehlungen sowie internationale Standards, wie die TCO'95 / MPRII (Frequenzbereich: 5 Hz bis 2 kHz), NCRP oder auch DIN 0848 (50 Hz), Teil 4A1 Pate, welche die maximal zulässigen Grenzwerte für elektromagnetische Felder an PC-Monitoren bis hin zu Schlafzimmer- bzw. Ruhebereichen darlegten: Es gelten beim elektrischen Feld einige 10 V/m und "magnetischen Feld" zwischen 100 und 200 nT (nano Tesla; korrekter gesagt \diamond magnetische Induktion; [4, 5]). In der o.g. Untersuchung wurde ein überraschend hoher Mittelwert von 847 nT über 34 ohr-umschließende sowie drei ohr-aufliegende Kopfhörer ermittelt.

Aufgrund diverser Anregungen wurde nunmehr diese vorliegende Untersuchung ergänzend mit ausschließlich supra-auralen sowie intra-concha Kopfhörern angesetzt.

2. Meßaufbau und Meßdurchführung

Anhand der inzwischen gut zweijährigen Erfahrung von Messungen der elektromagnetischen Felddispositionen an Kopfhörern (vgl. [1, 2]) ist nunmehr eine gewisse Routine eingetreten, circum- sowie supra-aurale Kopfhörer zu prüfen. Deshalb soll an dieser Stelle nochmals eine empfehlenswerte Meßprozedur angerissen werden (mehr in [1, 2, 3]): Zunächst erfolgt die Aussteuerung eines Testkopfhörers mittels Pink Noise, welches in seiner spektralen Verteilung dem Sprach- oder Musiktonsignal sehr nahe kommt. Für die Untersuchung wurde ein Schalldruck von 70 dB SPL(C) zugrunde gelegt. Die SPL-Kalibrierung kann vorzugsweise an einem Kunstkopf erfolgen. Im eingepegelten Zustand wurde danach der

Kopfhörer auf eine Meßspuleneinrichtung gesetzt, die den Kontakt zur Schläfenseite eines menschlichen Kopfes abstands-adäquat simuliert. Die Andruckkraft-Verhältnisse, der Schalldruck- und Magnetfeld-Messung erhielten hierbei besondere *Beachtung. Zur Vereinfachung des Meßaufwandes ist zukünftig ein Kunstkopf mit integrierter Meßspule in der Nähe der Ohrmuschel bzw. Mikrofon vorzusehen, womit das mehrfache Ab-/Aufsetzen der Testgeräte bei der Schall- und Magnetfeld-Erfassung entfällt.

3. Ergebnisse der fortgeführten Untersuchung

Es wurden insgesamt 20 Klein- bzw. Kleinstkopfhörer von zehn unterschiedlichen Herstellern geprüft, wobei kein "strahlungsarmes Modell" vorgelegen hat. Elf Kopfhörer arbeiteten nach dem Intra-Concha-Prinzip und wurden aufgrund der geringen Wandlerabmessungen mit besonderer *Sorgfalt behandelt. Jeder Balken bzw. Meßwert in **Bild 1** rekrutiert sich aus einem Mittelwert über mindestens zwei Messungen an den jeweiligen Kopfhörern. Ferner wurden die Kopfhörer-Impedanzen ermittelt und in die Graphik integriert. Aus **Bild 1** geht vergleichend hervor, daß

- X *keine Korrelation* zwischen der Feldintensität und der Wandler-Impedanz gegeben ist (Mittelwert 1999 \Leftrightarrow 1620 nT aus sechs ohr-aufliegenden und 1998 \Leftrightarrow 1077 nT mit nur drei Kopfhörern), was durch die hier ermittelten *Strahlungsärmsten* bei 16 Ohm (min. Impedanz) und 75 Ohm (max. Impedanz) mit 523 nT sowie 540 nT belegt ist,
- X drahtlose FM-/Infra-Rotkopfhörer zu den *Starkstrahlern* zählen (Mittelwert = 1410 nT),
- X ein Hinweis auf das *Beschallungsprinzip* besteht, da ohrum-schließende Kopfhörer trotz vergleichsweise höherer Leistungsaufnahme zu niedrigeren Feldwerten neigen, als näher am Kopf oder Ohr befindliche,

- X ohr-aufliegende Kopfhörer, andererseits 32-Ohm-Kopfhörer die *größte Varianz* zwischen 290 nT und sogar 1850 nT offenbaren, jedoch
- X die *Kleinstkopfhörer* nach dem Intra-Concha-Prinzip, gegenüber allen anderen Testkopfhörern, deutlich *weniger magnetische Induktion* erzeugen (Mittelwert = 652 nT).

4. Resumé - Ursache von „Starkstrahlern“

Zusammengefaßt ist das Wandler-Einkopplungsprinzip von Schallereignissen mit jeweils unterschiedlichen Wirkungsgraden zum Gehörgang bzw. Trommelfeld hin sowie deren mehr oder weniger kopfnaher Wandler-Aufenthaltort verantwortlich für die Streuungen der vorweg Feldwerte. Anders ausgedrückt: Mit größerer Wandlerdistanz benötigt man mehr Schalleistung (Strom \sim Magnetfeld), um den Einkopplungswirkungsgrad-Verlust auszugleichen, was nähere Schallwandler als solches böten, aber Jene umgekehrt dann durch ihre geringe Kopfdistanz stärker ab-/einstrahlen. Hierzu wurden bereits *praktikable Maßnahmen* in Gestalt einer vorzugsweisen *MU-Metall-Abschirmung* sowie -*Zungenbeschlagn vor der Kopfhörer-Schallwandlerspule* beschrieben/verifiziert [3], welche eine Feldreduktion von derzeit bis zu 90 % ohne Klangbildeinbußen offerieren.

5. „Forscher-Lorbeeren“ oder begründete Untersuchung

Abschließend stellt sich *wiederholt* die Frage nach dem Sinn einer solchen Untersuchung - warum? Neben dem eingangs zusammengefaßten Stand des Wissens (s. NCRP, TCO 95, MPRII etc.; [4, 5]) sind seit Jahren beispielsweise Bewertungen von Hochfrequenz-Strahlungen im Mobilfunkbereich nach VON KLITZING [6] bekannt: Die eigentliche, gesundheitliche Problematik liegt im mit bis zu 60 dB Dynamik anfallenden, 100 sowie 217 Hz getakteten Trägersignal (einige Milliwatt). Gesichert gilt, daß die natürlichen, *stochastisch* verteilten Nervenimpulssignalverläufe (zudem Zellresonanz/ $f_{res} < 400$ Hz) mit einigen Mikro-Watt pro Quadratcentimetern NF-/HF-Signalleistung eine *Periodizität aufprägen* bekommen und somit die Körper-Bioregulation ungünstig beeinträchtigen.

Eine aktuelle, epidemiologische Studie um gesteigerte Hirntumorraten bei Handy-Benutzern unterstreicht die o.g. Argumente auf anderen Wegen [7].

Rhetorisch gefragt: Haben wir bei kopfnahen Audiosignalen (> 60 dB Dynamik) nicht die gleichen Verhältnisse gemäß [6, 7]?

Literatur

- [1] König, F.: Kopfhörer diskutiert als elektromagnetischer Nahfeldstrahler mit Elektrostreßwirkung. DAGA 1998, Zürich.
- [2] König, F.: Headphones as nearfield electro-magnetic radiator and probable health impairing objects. 2. Forum Acusticum 1999, Berlin (siehe: www.ultrasone.de).
- [3] König, F.: Strahlungsarmer Kopfhörer. U.a. in RFE 5/1999 bzw. Patanm. DE 19723644.8.
- [4] König / Folkerts: Elektrischer Strom als Umweltfaktor. Pflaum Verlag München (1992).
- [5] König, F.: Streß durch Elektromog. Magazin 2000 plus (Nr. 116+117 +139+144/S. 74; 1997+1999); ARGO Int. Publ., Neuss.
- [6] Klitzing von, L.: Vortrag am 18.9.1999 in der Fh Deggendorf. *Und:* Low-Frequency pulsed electro-magnetic fields influences EEG of man. Physical Media 11 (1995). *Und:* www.buergerwelle.de /presse/z230699.html.
- [7] Carlo, G.: Positiv results in WTR Brain Tumor Epi Study. Germeringer Anzeiger, 21.10.1999. *Und:* www.junkscience.com/may99/mwncarlo.htm.

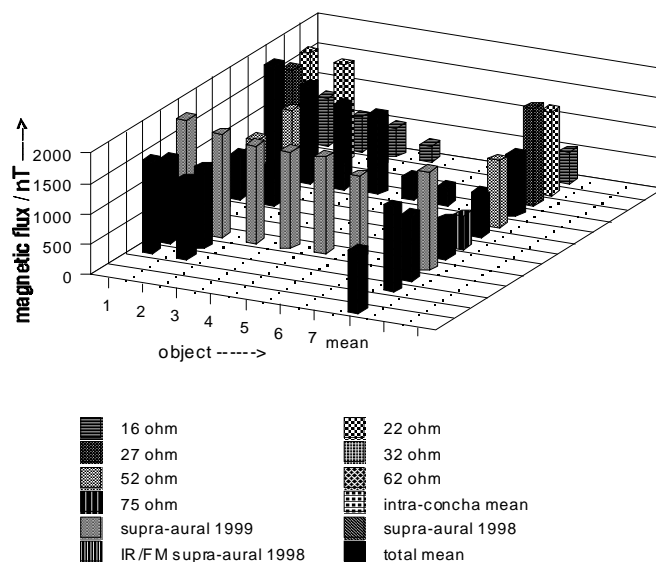


Bild 1: Darstellung des erfaßten magnetischen Flusses in nT bei Speisung der unterschiedlichen Testkopfhörermodelle mit 70 dB SPL(C) Pink Noise.