

Weiterführende Untersuchungen sowie Diskussion um die EMV-Problematik von kopfnahen, „akustischen“ Strahlungsquellen

Florian M. König

ULTRASONE AG, D-82327 Tutzing, f.koenig@ultrasone.com

1. Einleitung

Zur DAGA 1998, 2000 und 2001 [1, 2, 3] wurden Messergebnisse seitens der niederfrequenten (NF), vorwiegend magnetischen Strahlungseigenschaften von Kopfhörern sowie Headsets vorgestellt. Die Untersuchungen basierten auf *frequenz-bewertete* Analysen des magnetischen Flusses in nT (DIN 0875; mit steigender Frequenz „empfindlicher“) von mittels Rosa-Rauschen {70dB(C)} ausgesteuerten Quellen. Während der DAGA 2003 [4] wurde die Sichtweise bezüglich einer zugehörig existenten EMV-Problematik (EMV = Elektro-Magnetische Verträglichkeit) auf natürliche, atmosphärische Wechselfelder *erstmalig vergleichend* erarbeitet (s. Atmospherics / Sferics / Impulsentladungen aus dem Wettergeschehen) und mit den Technics allgemein sowie der in Rede stehenden, kopfbezogenen Audiosignal-Wechselfeld-Analysen gegenübergestellt. Die o.g. Wechselfelder liegen im sog. ELF-VLF-Bereich (s. Very-/Extrem-Low-Frequencies; einige Hz bis zweistellige kHz).

Mit dem vorliegenden Beitrag soll die *Pegelabhängigkeit* des magnetischen Flusses solcher Schallquellen sowie die EMV-Problematik als solches (u.a. auch im Studiobetrieb) erweitert betrachtet werden.

2. Zusammenfassung seitens früherer Meßverfahren und Ergebnisse mittels Kopfhörern sowie Headsets

Anhand der vergangenen Untersuchungen [1, 2, 3] um die magnetische Wechselfeld-Abstrahlung von Kopfhörern (und Headsets) konnte nachgewiesen werden, dass diese Objekte nicht nur Schall- sondern auch zu überprüfende Strahlungsquellen darstellen. Hierbei wurde zunächst auf die Analogie des Audio-/Sprachsignales und einem sinnvollen Meß- bzw. Aussteuersignal in Gestalt des „Rosa- Rauschens“ bei 70 dB SPL(C) Wert gelegt, um anwendungsrealistische, kopfbezogene Felddispositionen zu begutachten. Dazu zählte auch der bei diesem eingestellten Schalldruck vorgegebene Abgriff des magnetischen Flusses an den o.g., akustischen Tonwiedergabeobjekten, wobei hierzu die Andruckverhältnisse einer „mittleren“ Kopfgröße vorgegeben war; ergo vergleichbar mit Kopfhörer-Positionierung an der Schläfenseite bzw. Ohrmuschel (vgl. Hautkontaktpunkt des Ohrpolsters; Aufsuchung des nT-Maximums). Die in Erinnerung zu bringenden Resultate für ohrmschleifende Kopfhörer lagen bei ca. 850 nT (Mittelwert), ohraufliegende Systeme um gut 1100 nT sowie Headsets bei ca. 860 nT. Insgesamt wurden über 100 Testgeräte unter Verwendung des in Rede stehenden Verfahrens geprüft.

3. Pegelvariable Messung des magn. Flusses an diversen Kopfhörern

Im Dezember 2001 wurde vom TÜV Süddeutschland erstmals zeitbegrenzt für drei Kopfhörermodelle ein Zertifikat „sehr strahlungs-arm“ vergeben [5], bei welchem im Rahmen des Prüfverfahrens eine geänderte Meßsinuston-Aussteuerung, ähnlich bzw. vergleichbar mit der EN 60268-7, zum tragen kam. Die Erfassungsart sowie -ort des magnetische Flusses in nT blieb identisch zu Kap. 2. Dies wurde gewählt um eine direkte Normen-Vergleichbarkeit zu offerieren.

Hierauf zurückgreifend wurden nun *weiterführende* Messungen mit 1-kHz-Sinuston-Aussteuerung bei 70 / 80 / 90 dB und gleichbleibender Meßspulenposition getätigt. Als Meßgerät wurde ein kalibriertes Meßgerät Type 3851A der Fa. Gigahertz-Solutions [6] mit einem lin. Frequenzbereich von 5 Hz bis 100 kHz gewählt. Die *Ergebnisse* stellen sich wie folgt dar (s. Abbildung 1): Bei Pegeln um 70 dB ergibt sich ein Wert von 30 – 100 nT magn. Flusses. Dagegen um 80 dB (bis 350 nT) ist dies verdreifacht und bei 90 dB auf Werte zwischen ca. 100 – 1350 nT erwartungsgemäß physikalisch-exponentiell vorzufinden gewesen. Ob impulshafte Pop- oder Klassikmusik: Die in der europäischen Norm EN 50332 manifestierte Schalldruckbegrenzung von HiFi-Geräten, die Kopfhörer mit Tonsignalen versorgen, scheint auch für zugehörige EMV-Belange sinnvoll.

4. Gesamt-Meßergebnisdiskussion

In diesem Kontext stellt sich die Frage, warum die ersten vergleichenden Messungen *nach DIN 0875* „bewertet“ stattgefunden haben und die Letzteren gemäß Abbildung 1 dagegen „linear“. D.h., dass mit steigender Feldfrequenz (s. Oberwellen) die 24-Stundendosis an Personen kontinuierlich reduziert werden muß! Eine weitere Antwort findet sich in der Wirksamkeit von Magnetfeldern im nT-Bereich von Überlandleitungen, Trafostationen etc. des 50-Hz-Stromversorgungsnetzes (meistens mit geringeren Oberwellenanteilen), was anerkannter maßen Leukämie auslösen kann [7].

Drittens hat sich Anfang der Neunzigerjahre mit der TCO-Labelierung (s. runder Aufkleber z.B. TCO'99 [8]) von PC-Monitoren eine von der gesamten PC-Industrie akzeptierte, attestiert geringere Feldabstrahlung durchgesetzt (s. 30 cm vor Screen $L < 200$ nT / $f < 2$ kHz). Drittens sei auf die Grundlagen der Magnetfeld-Therapie [9] hingewiesen, wann welche Magnetfelder mit welchen Frequenzen welche Organe wie (Therapiezeit einige Minuten pro Tag) bestrahlt werden *dürfen* und nicht Stunden / Tage / Jahre lange Zeitabschnitte! Demnach kann die Angabe bei einem Meßsignal von 1 kHz nur als reine Vereinfachung um die Komplexität der *Biorelevanz* von solchen, synthetischen Feldern (HiFi-Technics) angesehen werden. Musik- oder

Sprachsignale konvertiert in magnetische Felder durch Spulen von Kopfhörern oder artverwandtem Equipment stellen also *breitbandige* Feldquellen im Audiofrequenz-bereich von 20 Hz bis 20 kHz dar!

5. Relevantes Studioambiente als Strahlungsquelle

Demzufolge sind o.g. Betrachtungen auf das gesamte, niederfrequente Strahlungsaufkommen von Tonstudios, Call-Centern etc. zu übertragen, was bislang *nirgends* diskutiert wurde – warum?

In diversen gutachterlichen Stellungnahmen des Autors kristallisierte sich seitens niederfrequenter EMV-Belange und *Call-Center* sowie *Rundfunk-Sendestudios* folgendes resümiert heraus: Modernes ²Studioequipment, Mischkonsolen, Bodenbeläge sowie geerdete ²interne/externe Beleuchtungs-techniken liegen im Rahmen der TCO-Grenzwertvorgaben [8]. Dagegen findet man häufig NF-ungeschirmte Verstärkeranlagen, Halogen-Lampen (s. zweiadrig getrennte / gefächerte Leitungsführung), 50-Hz-Netz-Versorgungsleitungen samt AC-DC-Trafo's (meist bedarfsbezogen aufgestellte, elektrische Zusatzgeräte) in unmittelbarer Nähe der Monitoring- / Arbeitsplätze. Dazu kommen moderne, drahtlose Übertragungstechniken (s. WLAN, DECT-GSM-Mobiltelefone) oder drahtlose Mikrofone, deren Audiosignal ebenso eine NF-Modulierte enthält und deshalb im biorelevanten VLF-ELF-Frequenzbereich periodische Wechselfelder emittieren.

Zum direkten Vergleich dies: Dem gegenüber lebt das Biosystem adaptiv/evolutionär seit Millionen von Jahren mit den Sferics außerhalb eines feldabschirmenden Hauses, was zudem seit ca. 70 Jahren zur „wachsenden Strahlungskammer mutiert. Was steht nun hinter dem „peinlichen“, vom Mensch gemachten Unterschied zwischen Technics und Sferics? Man vergegenwärtige sich die Signalstrukturen der natürlichen (Wetter-) Felder im ULF-VLF-ELF-Frequenzbereich (kleiner 0,1 Hz bis über 50 kHz; Gewitterblitze f bis einige MHz). Es handelt sich hierbei um *stochastisch* auftretende, *Breitband*-Impulse (Abb. 1 in [4]) – nicht etwa in einem *Frequenzfenster*-muster vorhandene, *periodische* Technics-Feldverläufe (s. 50-Hz-Netz, 217-Hz-GSM-Mobilfunk, 100-Hz-DECT-Telefon, WLAN u.s.w.). An dieser Stelle soll an Abb. 2 in [4] erinnert werden, was einen wasserfallartigen Spektralverlauf eines PC-Screens zeigt (zeitdurchlaufende, periodische Muster je Frequenz = Dauerton mit Oberwellen). Wie sieht dies mit Musik und deren Oberwellen heutzutage kalibriert auf eine Frequenz von 440 Hz (s. Kammerton A) aus? Im ersten Moment nach RIFE [9] sogar mit einem therapeutischen Index (s. $f = 880$ Hz) - aber nicht über *Stunden* Einwirkzeit (vgl. Überdosis bezüglich Lärmefekte)!

Kurzum ist das Vorbild unseres maximalen Wohlfühlens bei einem *Schönwetterfeld* gemäß [10] zugegen, ohne alljährlich auftretende, meteorotrope Extremsituationen, wie Föhn in Südbayern, Unwetter, Tornados, Hurricane's, Tsunami's etc., was Jedermann/-frau als Solches ohnehin kennt.

6. Zusammenfassung - Ausblick

Es ist demnach die *Biorelevanz* auch von akustischen Strahlern über die Zeit im elektro-magnetische Niederfrequenz-Feld-Spektralverlauf *breitbandig* zu diskutieren – dies nicht via einzelner Feld-Meßton (s. 1 kHz), was sogar mit den ersten Messungen an Kopfhörern / Headsets [1, 2, 3] *bewertet* geschah – korrekt!

Der lange Zeit als Schwachstrahler *fälschlich* „anerkannt“ Kopfhörer am menschlichen Kopf wird demnach zum Risikofaktor, wenn zu laut und zu lange gehört wird – wie bei der Lärmforschung oder EMV-Streßfaktor-Definition [10] doch auch?! Eine sinnvolle Erfassung von gegebenen NF-Wechselfeld-Dispositionen soll{te} demnächst durch Hinweise in der EN 60268-7 im Turnus des im Jahre 2006 fälligen Normen-Updates wenigstens über Hinweise im Anhang Erwähnung finden!

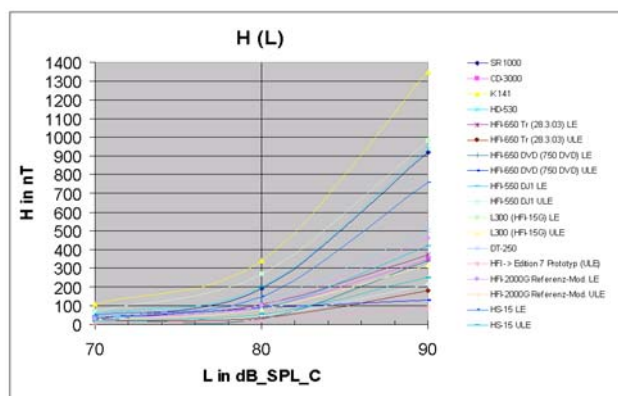


Abbildung 1: Magnetischer Fluß {in nT} von diversen Kopfhörern und Headsets bei variabler Sinuston-Aussteuerung von 70 / 80 / 90 dB.

Literatur

- [1] König, F.: Kopfhörer diskutiert als elektromagnetischer Nahfeldstrahler mit Elektrostreßwirkung sowie einem neuem, strahlungsarmen Konzept. Fortschritte der Akustik. 24. DAGA (1998), 418 - 419.
- [2] König, F.: Weiterführende Untersuchungen um die elektromagnetischen Strahlungseigenschaften speziell von Kleinkopfhörern. Fortschritte der Akustik. 26. DAGA (2000), 562 - 563.
- [3] König, F.: Elektromagnetische Strahlungseigenschaften von kopfnahen Schallquellen in der Telekommunikation. Fortschritte der Akustik. 27. DAGA (2001), 274 - 275.
- [4] König, F.: Über die Spektralanalyse von atmosphärischen, elektromagnetischen Wechselfeld-dispositionen im Bereich ELF von 20 Hz bis 20 kHz (Hörsturz-Auftreten). Fortschritte der Akustik. 29. DAGA (2003), 204 - 205.
- [5] TÜV MARK: Zertifikat Nr. Z2021048519001; 12-2001.
- [6] Gigahertz Solutions. URL: www.gigahertz-solutions.de.
- [7] König, H., L.; Folkerts, E.: Elektrischer Strom als Umweltfaktor. 2. Auflage. Pflaum Verlag München (1997).
- [8] TCO. URL: www.tcodevelopment.com
- [9] Weisser, M.; URL: www.mweisser.50g.com; sonstige URL's zum Begriff „RIFE frequencies“ in Suchmaschinen.
- [10] König, F.: Die Natur braucht Chaos. Michaels Verlag (2005). ISBN 3-89539-712-1. URL: www.fk-e.de.