

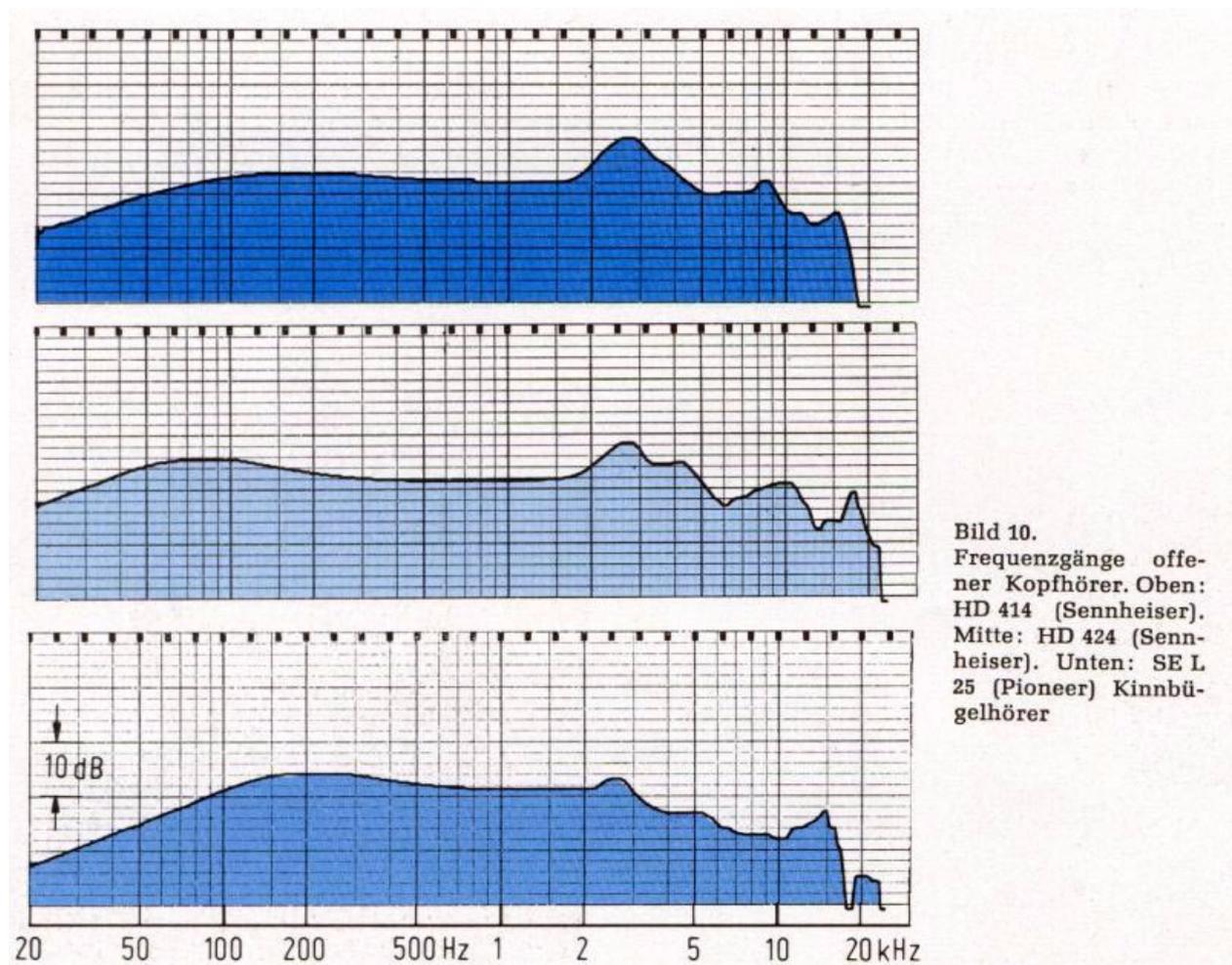
Hörgewohnheiten

Zugegeben, heute ist Dolby Surround™ der Standard für zeitgemäßen Hörerlebnis. In meiner Jugendzeit (70er Jahre) war Stereo toll und Hi-Fi (High Fidelity) eine Sensation. Für Kopfhörer galt damals: Je größer und schwerer, um so besser. Ein erster brauchbarer Leichtkopfhörer war der **HD-414** von **Sennheiser** mit seinen Schaumpolstern. Seine Nachteile waren aber das offene Beschallungsprinzip (kein abgeschlossener Raum um die Ohren, also Belästigung der Umgebung), das baldige Zerbröseln der Ohrpolster und die Tendenz der Membranspulen zum Durchbrennen bei größeren Abhörlautstärken.

Damit komme ich zum Kern meiner Betrachtung, der Abhörlautstärke. Wie oft habe ich die Ermahnung anhören müssen: „*Stell' die Musik nicht so laut, du machst dir ja die Ohren kaputt!*“ Bei einem **schlechten Kopfhörer** trifft diese Aussage wirklich zu. Schlecht heißt für mich:

- ▶ **Verzerrte Wiedergabe oberhalb einer bestimmten Lautstärke**, d. h. Erzeugen von im Tonsignal nicht enthaltenen und extrem schädlichen Obertönen
- ▶ **Betonung der oberen Mittenfrequenzen (4 bis 12 kHz)**, was in der Werbung gerne als „Brillanzanhebung“ beschönigt wird
- ▶ **unsaubere, schwammige Basswiedergabe**, und das erst ab den mittleren Bässen um ca. 40 bis 60 Hz

Heißt es in der Angabe zum Frequenzgang „20 Hz bis 20 kHz“, bedeutet dies im Regelfall, dass die unteren und oberen Ränder nur mit stark verringerter Lautstärke wiedergegeben werden. Der tatsächlich hörbare Frequenzbereich liegt meist nur bei 40 Hz bis 16 kHz (siehe Abbildung 1). Auch bei den heute hergestellten Kopfhörern hat sich daran wenig geändert, besonders bei den Walkman™-Kopf- und Ohrhörern.



Wenn also die Eltern ihren Teenager-Sprössling mit der oben erwähnten Ermahnung nerven, haben sie leider Recht, denn auch wenn jeder Walkman™ heute eine Bass-Anhebung („Bass-Boost“) aufweist, gilt wie oben:

- ▶ ab einer bestimmten Wiedergabelautstärke treten hörbare Verzerrungen auf, besonders bei nachlassender Batteriespannung
- ▶ das Klangbild ist trotz Bassanhebung unausgeglichen und mittenlastig
- ▶ durch die Bassanhebung stößt der Kopfhörer schnell an die Grenzen seiner ohnehin mäßigen Basswiedergabe

Eine automatische Begrenzung der Abhörlautstärke ist daher bei solchen Geräten wirklich empfehlenswert, damit Kinder ihre Ohren nicht ruinieren können. Anders verhält es sich bei Rockkonzerten oder in Diskotheken. Hier ist man der Lautstärkeneinstellung durch den Tonmischer gnadenlos ausgeliefert, so dass nur anzuraten ist, Ohrstöpsel bereitzuhalten, falls es unerträglich wird. Dankenswerter Weise werden solche Stöpsel heute in jedem Musikgeschäft oder in der Apotheke angeboten.

Zurück zum Kopfhörer. Ausgehend von den oben angeführten Problemen lassen sich die Anforderungen an einen **Kopfhörer für gute laute Wiedergabe** formulieren:

- ▶ Möglichkeit einer **verzerrungsfreien Wiedergabe selbst extrem hoher Schallpegel**, um die ganze Dynamik einer guten Musikmischung aufzulösen; anders gesagt, man sollte mit dem Kopfhörer wirklich sehr laut hören **können**, ohne dass Verzerrungen auftreten
- ▶ Das **Klangbild** sollte **ausgeglichen** und **in den Mitten eher matt** erscheinen, bei niedrigen Abhörlautstärken darf es eher zu flach und langweilig klingen
- ▶ Die **Basswiedergabe** sollte **bis hinab zu 20 Hz straff und knackig** sein; kommt der Basston aus beiden Kanälen mit gleicher Lautstärke und Phase, sollte er auch akustisch in der Mitte bleiben.

Um mit einem Mythos aufzuräumen: Tiefe Tonsignale zwischen 20 und 50 Hz werden **nicht** ausschließlich über den Unterleib aufgenommen, wie verschiedentlich behauptet wird. Das Ohr ist sehr wohl imstande, diese Frequenzen wahrzunehmen. Bei einer Beschallung über Lautsprecher macht sich eine Anregung des Unterleibs lediglich durch die größere „Membran“-Oberfläche des gesamten Körpers bemerkbar.

Ein weiterer wesentlicher Faktor ist gegebenenfalls die Beeinflussung des Tonsignals durch einen **Equalizer**. Dieser sollte in den Mitten eine Absenkung, am oberen und unteren Rand dagegen eine allmähliche Anhebung bewirken. Eine ähnliche Funktion hat die so genannte **gehörrichtige Lautstärkenkorrektur**, manchmal auch als **physiologische Lautstärkeregelung** bezeichnet. So lässt sich auch ein von der erzielbaren Abhörlautstärke her brauchbarer, aber im Klangverhalten eher mäßiger Kopfhörer vernünftig einstellen.



Bild 1. Der neue orthodynamische Kopfhörer PMB 8 von Peerless

Technische Daten der Kopfhörer

Kopfhörertyp		PMB 2	PMB 4	PMB 6	PMB 8
Übertragungsbereich	Hz	16...20 000			
Nennimpedanz	Ω	400	400	140	110
Kenschalldruckpegel	dB	109	107	90	91
Betriebsleistung	mW	0,05	0,05	2,5	2,0
Betriebsspannung	mV	140	140	590	470
Klirrfaktor	%	kleiner als 1			
Nennbelastbarkeit	W	0,1	0,1	2	2
	V	6,3	6,3	16	15
Gewicht	g	215	240	210	270

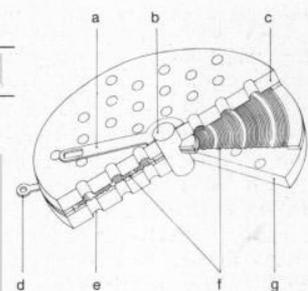


Bild 2. Aufbau des orthodynamischen Hörers; a = Lötkontakt, b = Zentralbefestigung, c = Magnetplatte, d = Lötkontakt, e = Schallöffnungen, f = Membran, g = Magnet

Ende der 70er Jahre brachte **Peerless-MB** Kopfhörer nach dem **Orthodynamischen Prinzip** auf den Markt. Meiner Meinung nach bieten diese Kopfhörer die beste Klangwiedergabe überhaupt, nur werden sie leider nicht mehr hergestellt. Herausragender Vertreter dieses Wiedergabepinzips war der **PMB-8** (siehe Abbildung 2), ein geschlossener Kopfhörer mit auf den Ohren aufliegenden Kunststoffpolstern. Selbst bei extrem hohen Schallpegeln ist das Klangbild gestochen scharf und ausgewogen, so dass keine Hörschäden durch Verzerrungen zu befürchten sind. Ich benutze diesen Kopfhörer, seit es ihn gibt, mit wirklich hoher Abhörlautstärke, und ich habe damit weder ein insgesamt schlechteres (leiseres) Hörvermögen erfahren, noch hat sich mein Hörempfinden hoher Frequenzen verschlechtert. Ich kann im Alter von 43 Jahren auf beiden Ohren noch bis 18,5 kHz klar wahrnehmen.

Nachteilig ist bei diesem Kopfhörer lediglich seine Anschlussimpedanz von 110 Ohm, die für die heutigen Kopfhörerausgänge ungünstig liegt. Ich verwende den PMB-8 daher direkt am Lautsprecherausgang eines Endverstärkers.

Eines muss aber klar sein: Hat man sich über eine gewisse Zeit mit hoher Wiedergabelautstärke „vollgedröhnt“, sollte man auf eine ausreichende Pausenzeit mit geringer Lautstärkebelastung achten. Hierfür gibt es genaue hörphysiologische Untersuchungen, die folgende Empfehlungen für die Einwirkdauer geben: (Zum Thema dB(A) siehe untenstehenden Kasten.)

- 85 dB(A)** max. **8 Stunden** täglich
- 88 dB(A)** max. **4 Stunden** täglich
- 91 dB(A)** max. **2 Stunden** täglich
- 94 dB(A)** max. **1 Stunde** täglich
- 97 dB(A)** max. **30 Minuten** täglich
- usw.

oder:

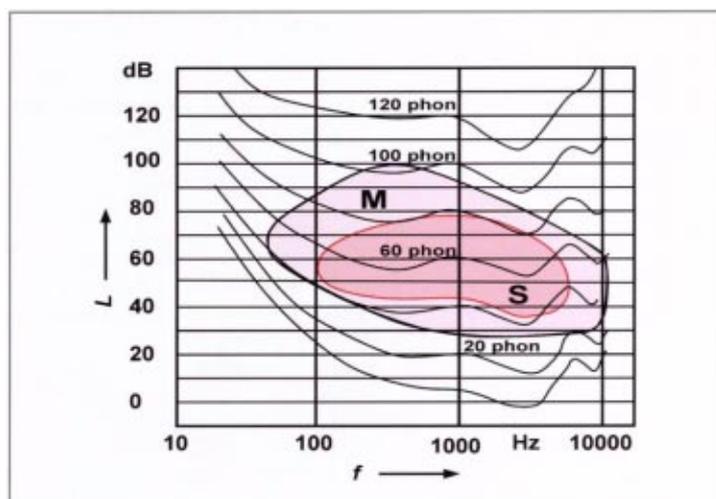
- 85 dB(A)** max. **40 Stunden** pro Woche
- 91 dB(A)** max. **10 Stunden** pro Woche
- 95 dB(A)** max. **4 Stunden** pro Woche
- 105 dB(A)** max. **24 Minuten** pro Woche
- 108 dB(A)** max. **12 Minuten** pro Woche
- usw.

Da bei lauter Kopfhörerwiedergabe schnell ein Schallpegel von über 100 dB(A) erreicht wird, sollte man es mit der Häufigkeit und Zeitdauer nicht übertreiben. Ich weiß aus eigener Erfahrung, dass die Tendenz bei gutem „Sound“ heißt, lauter, und nicht leiser. Nur, in gleicher Weise wie beim Anziehen einer Schraube gilt: Nach fest kommt ab. Im Fall des Hörvermögens heißt dies: **Nach laut kommt taub**. Als Faustregel sollte gelten: Wenn's nach dem Hörgenuss im Ohr pfeift, war es mal wieder laut genug, und es ist Zeit für eine längere Ruhepause. Wenn es andauernd pfeift, ist es vielleicht schon zu spät (Gefahr für Tinnitus oder Hörsturz), und ein Gang zum Ohrenarzt kann notwendig werden.

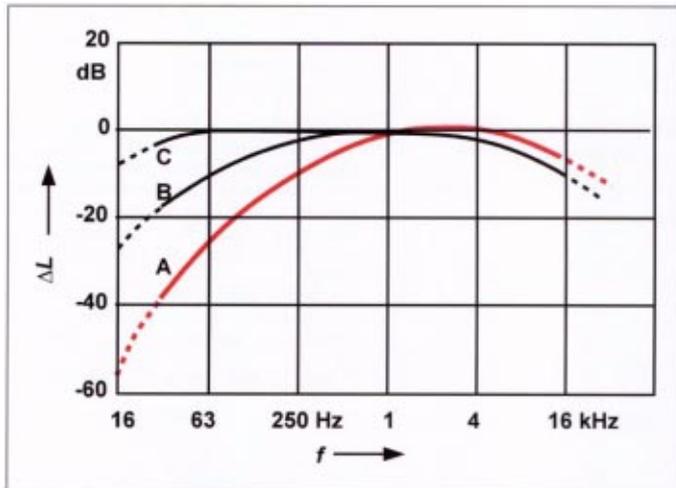
Was bedeutet dB(A) ?

Das Gehör bewertet verschiedene Frequenzbereiche abhängig von der Lautstärke sehr unterschiedlich. Bei leisen Signalen werden tiefe und hohe Töne schwächer wahrgenommen als mittlere Tonlagen (siehe Abbildung 3). Mit steigender Lautstärke verflacht diese Charakteristik, und oberhalb von 100 Phon (unbewertete Lautstärke) ist das Ohr im mittleren Frequenzbereich um 2 kHz extrem empfindlich, kann also schnell geschädigt werden.

Beispiel: Ein Sinuston mit 1 kHz und einem Schalldruckpegel von 60 dB wird gleich laut beurteilt wie ein 50-Hz-Ton mit 78 dB, ein 300-Hz-Ton mit 56 dB und ein 8-kHz-Ton mit 68 dB.



Kurven gleichen Lautstärkepegels L nach Robinson und Dadson
M Bereich der Musik
S Bereich der Sprache



Bewertung der Frequenz nach Kurven A, B und C nach IEC 60179 und DIN 45634

Um dieses Verhalten zu berücksichtigen, wurden so genannte Bewertungskurven (siehe Abbildung 4) ermittelt, die die Höreigenschaften mit technisch leicht zu realisierenden Filtern angenähert nachbilden. Am gebräuchlichsten ist die A-Bewertung, ausgedrückt in dB(A).

Leider entgeht den meisten Akustik-Spezialisten offenbar, dass die A-Bewertung nur für Schallpegel bis ca. 55 dB zutrifft. Für die Beschallung mit Pegeln von 55 bis 85 dB gilt die B-Bewertung, darüber die C-Bewertung. Dies hat wesentliche Auswirkungen auf die Beurteilung der Hörbelastung, aber im Zuge der „Vereinfachungsmanie“ werden solche Feinheiten immer mehr nivelliert. Wer misst, misst Mist, und dies heutzutage in jedem Fall in dB(A).

Quellennachweise

Abbildungen 1 und 2: Funkschau spezial High-Fidelity; Franzis Verlag München 1977

Abbildungen 3 und 4: Messung und Beurteilung von Maschinen und Geräuschen; Danfoss Bauer GmbH, 73726 Esslingen

Autor

Johannes M. Heuss, Nürnberg, im August 2003.

Internet: <http://www.jheuss.privat.t-online.de>

E-Mail: jheuss@t-online.de