

PRESSESTIMMEN

Dynamischer Stereo-Kopfhörer HD 414



Sennheiser electronic

© beim Hersteller
Archiv Michael Otto
HiFi-Classic.de

steller
Michael Otto
Classic.de

Ein ganz neuer dynamischer Kopfhörer

Mein erstes Tonbandgerät war das gute alte Magnetophon 65 T. Dann wurde ich portabel und gab es gegen ein TK 19 in Zahlung. Schließlich habe ich mir zusätzlich ein M 200 angeschafft. Lauter nette Geräte, aber in einer Beziehung bereiteten sie mir alle denselben Ärger: Ich konnte nur magnetische Kopfhörer daran anschließen. Ob die nun „Teleset“ oder „magnetischer Kleinhörer“ hießen, war einerlei; denn sie klangen alle einheitlich quäkig und ohne Brillanz. Einmal habe ich mir von einem Bekannten einen dynamischen Kopfhörer geborgt, der am Lautsprecher-Anschluß seines M 85 großartig klang, an meinen Geräten dagegen überhaupt keine Lautstärke brachte. Auf der vorigen Hannover-Messe habe ich mir erklären lassen warum:

Vor allem bei preisgünstigen Tonbandgeräten ist in Stellung Aufnahme keine Endstufe verfügbar, weil sie zumeist als Hochfrequenz-Oszillator eingesetzt wird. Man verbindet deshalb die Kopfhörerbuchse über einen Widerstand mit der letzten Stufe des Aufnahmeverstärkers. Und dieser Widerstand hat es in sich! Er muß so groß sein, daß selbst bei Belegung der Kopfhörerbuchse mit einem völlig falschen Hörer oder gar einem Kurzschluß daran noch keine Beeinträchtigung der Aufnahme eintreten kann. Die Auffassungen über die nötige Größe dieses Widerstandes gehen offenbar etwas auseinander: Bei bestimmten röhrenbestückten Grundig-Tonbandgeräten beträgt er beispielsweise 220 kOhm, bei röhrenbestückten Telefunken-Tonbandgeräten 120 kOhm und bei transistorbestückten Telefunken-Tonbandgeräten 15 kOhm.

Dieser hohe Vorwiderstand verhindert also, daß sich der Kopfhörer an der schönen hohen NF-Spannung labt, die eigentlich an der letzten Stufe des Aufnahmeverstärkers verfügbar wäre. Damit der Kopfhörer überhaupt noch einen hinreichenden Teil dieser NF-Spannung erhält, muß sein Eigenwiderstand wiederum so groß wie möglich sein. Die erforderliche Impedanz von 4,5 bis 5 kOhm ließ sich aber bisher nur mit magnetischen Kopfhörern darstellen. Und magnetische Kopfhörer haben nun einmal einen sehr begrenzten Übertragungsbereich bis maximal 5 kHz, in dessen Verlauf sich zudem auch noch einige Unregelmäßigkeiten finden. Deshalb klingen sie quäkig und ohne Brillanz — siehe oben. Das wird nun ganz anders werden:

Gerade in diesen Tagen hatte ich Gelegenheit, eine Neuheit zu erproben, die zur Hannover-Messe 1968 groß herausgestellt worden ist, und zwar den in Bild 1 zu sehenden dynamischen Kopfhörer HD 414. Sein Hersteller hat darin wirklich einige gute und neue Gedanken verwirklicht. Der wichtigste ist der ungewöhnliche Wirkungsgrad in Verbindung mit



einer hohen Impedanz, so daß er erstmalig an praktisch allen seit 1950 gefertigten europäischen Tonbandgeräten betrieben werden kann. Somit natürlich auch an meinen beiden Geräten und an den Geräten mehrerer Freunde, die ich auch mit meinem Erprobungsmuster überraschte. Da es für die Beschaltung von Kopfhörerbuchsen bisher in Deutschland noch keine Norm gibt, hatte ich zunächst Sorge, daß ich zum Anschluß des HD 414 an die verschiedenen Tonbandgeräte fleißig würde lötten müssen. Aber auch da hat der Hersteller vorgebeugt:

Der HD 414 wird serienmäßig mit einer Anschlußleitung geliefert, die in zwei Lautsprecher-Normsteckern LS 7 endet. Damit lassen sich schon viele Stereo-Tonbandgeräte erschlagen. Darüber hinaus gehören zum Lieferumfang des HD 414 aber zwei Adapterstecker mit blauer bzw. grüner Kennzeichnung, die hinten eine Lautsprecher-Normbuchse und vorn einen Diodenstecker tragen. Diese Adapterstecker sind so raffiniert geschaltet, daß man mit ihrer Hilfe eine ganze Reihe weiterer Stereo-Tonbandgeräte bedienen kann. Damit aber nicht genug. Für die weitaus zahl-

reicheren monofonen Tonbandgeräte auf dem europäischen Markt mit nur einer Kopfhörerbuchse müssen die beiden Kopfhörersysteme ja entweder in Reihe oder parallel geschaltet werden, je nach der Impedanz des verwendeten Tonbandgerätes.

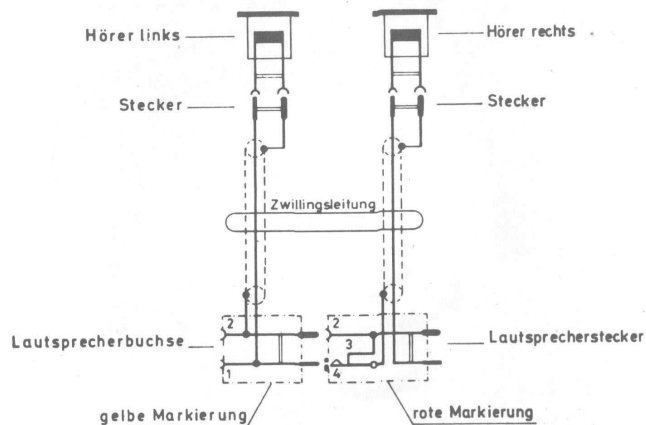
Aber selbst dafür muß man beileibe noch nicht lötten. Vielmehr enthalten die beiden erwähnten Lautsprecher-Normstecker LS 7, die normgerecht mit einer gelben Farbmarkierung für den linken und mit einer roten Farbmarkierung für den rechten Kanal gekennzeichnet sind, hinten noch einmal eine dazu passende Anschlußbuchse. Jetzt wird es fein: Steckt man den rot markierten LS-7-Stecker in den gelb markierten hinein, so sind die beiden Kopfhörer-Systeme parallel geschaltet (Bild 2), führt man umgekehrt den gelb markierten LS-7-Stecker in den rot markierten ein, so sind die beiden Systeme in Reihe geschaltet (Bild 3). Auf diese Weise kann man die Impedanz des Kopfhörers genau dem jeweils verwendeten Tonbandgerät anpassen.

Zu den vielen monofonen Kopfhörerbuchsen, die für den Diodenstecker bestimmt sind, lassen sich dann wieder die schon oben erwähnten

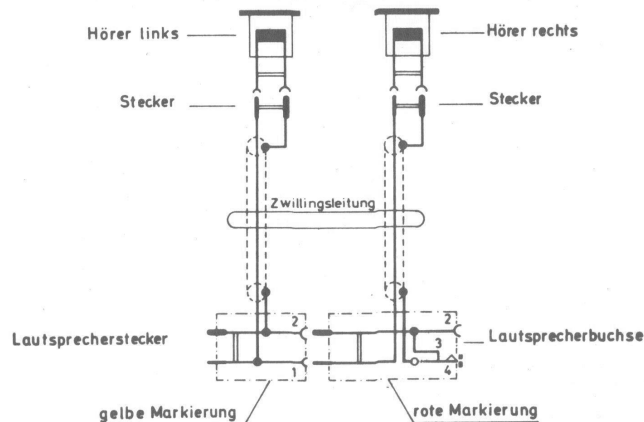
für alle Tonbandgeräte

ten Adapterstecker mit blauer beziehungsweise grüner Kennzeichnung verwenden, die so vielseitig beschaltet sind, daß man mit allen bis hierher beschriebenen Maßnahmen mehr als 90% der in Europa vorhandenen Heimtonbandgeräte erfaßt. Ob ich das

Selbst für die 10% Tonbandgeräte, die sich mit den zum Lieferumfang des HD 414 gehörigen Anschlußsteckern und Steckadaptern nicht bedienen lassen, gibt er noch klare Anweisungen für die anzufertigenden Zwischenkabel.



HD 414 in Reihenschaltung: Die Impedanz des Einzelhörers wird verdoppelt.



HD 414 in Parallelschaltung: Die Impedanz des Einzelhörers wird halbiert.

selbst gezählt habe? Nein, aber der Hersteller fügt jedem dieser Kopfhörer HD 414 eine Kopfhörer-Anschluß-Tafel bei, in der alle erfaßbaren Tonbandgeräte seit 1950 mit dem genau dazu passenden Anschlußrezept aufgeführt sind. Sogar in Farbe!

Ich habe mir sagen lassen, daß die Schaltungen von fast 250 deutschen Tonbandgerädetypen sorgfältig durchgearbeitet werden mußten, um technisch zuverlässige Angaben für diese Kopfhörer-Anschluß-Tafel zusammenzustellen. Eine ausgewachsene In-

genieursarbeit, die sicherlich nicht ganz billig gewesen ist. Wenn man dann noch feststellt, daß auch an der Anschlußleitung von 3 m Länge im Gegensatz zu manchen anderen Kopfhörern nicht gespart worden ist und daß diese Anschlußleitung auch auf der Kopfhörerseite noch steckbar ist, so bekommt man Angst um den Preis.

Diese Angst wächst, wenn man den HD 414 gehört hat. Da er die Ohren nicht mehr luftdicht abzuschließen braucht, sondern mit diesen neuartigen Schaumnetz-Polstern versehen ist, erlebt man ein völlig neues Hörgelühl. Man kommt sich nicht mehr abgekapselt vor, sondern steht mitten im Schall. Dabei erlebt man volle, ehrliche Tiefen, die überhaupt nicht „bumsig“ klingen, und brillante, durchsichtige Höhen, wie ich sie bisher von keiner HiFi-Anlage gehört habe. Also wirklich ein teures Vergnügen?

Nun, der Einführungspreis für diesen neuen dynamischen Kopfhörer HD 414 soll nur DM 49,— betragen. Klar, daß ich mein Erprobungsmuster zu dem Kurs gleich übernommen habe. Damit werde ich sicherlich nicht lange allein stehen. Ich bin überzeugt, daß bald mancher magnetische Kopfhörer auch bei anderen Tonbandfreunden ausgedient haben wird, weil dieser neue dynamische Kopfhörer an seine Stelle getreten sein wird. Und das hat er dann auch verdient.

F. G.

Hannover-Messe 1968

Der Tonbandfreund

4 April/Mai 1968

11. Jahrgang

Testreihe

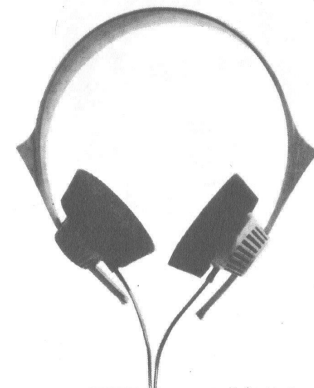
Kopfhörer



Heft 5 · Mai 1968

Sennheiser HD 414

Ein neuartiger dynamischer Kopfhörer



Werfen wir gleich einen Blick auf das Bild im Titel. Die wenigsten Novitäten lassen ihre Neuartigkeit so schnell erkennen wie der dynamische Kopfhörer HD 414 von Sennheiser. Fast ist man ein bißchen schockiert, denn es fehlen ihm die das Ohr schalldicht abschließenden Ohrmuscheln, die man geradezu als die klassischen Merkmale anspruchsvoller Stereo-Kopfhörer zu betrachten gewohnt ist. Statt derer ist der HD 414 mit zwei kreisrunden Schaumnetzpolstern ausgestattet, die den Raum zwischen Membran und Ohreingang auszufüllen bestimmt sind. Betrachtet man nun auch noch Bild 1, so erkennt man, daß der dem Ohr abgewandte Teil des HD 414 nicht wie sonst üblich geschlossen, sondern offen ist, die Membran also in gleicher Weise, nur mit um 180° verschobener Phase, nach außen abstrahlt wie nach innen dem Ohr zu. Ein solcher Kopfhörer kann gar nicht funktionieren — hört man den Kenner einwenden —, denn es wird um die schwingende Membran herum zum partiellen Ausgleich der Schalldrücke und damit zur weitgehenden Auslöschung des abgestrahlten Signals kommen und dies, in Anbetracht der Kleinheit der Membran — und Gehäuseabmessungen —, bis hin zu ziemlich hohen Frequenzen. Dieser Einwand ist zweifellos begründet. Trotzdem funktioniert dieser Kopfhörer, und zwar mit überraschend gutem Wirkungsgrad. Dies beruht einfach auf der Tatsache, daß der direkte Weg von der Membran zur Ohröffnung kürzer ist, als der Weg von der Membranrückseite über den Kapselaustritt zum Ohreingang. Deshalb können die hinten austretenden Schallwellen die direkten zwar schwächen, aber

nicht auslöschen. Dafür bietet die offene Kapsel aber einen großen Vorteil. Die Membran wird nicht wie beim geschlossenen Hörer durch das eingeschlossene Luftvolumen bedämpft, wodurch die Eigenresonanz des Systems heraufgesetzt wird. Vielmehr bleibt die Eigenfrequenz des frei gegenüber Außenluft schwingenden Systems tiefer als bei jedem geschlossenen oder nur mit kleinen rückwärtigen Austrittsöffnungen versehenen Kopfhörer. Man darf daher erwarten, daß der Übertragungsbereich des HD 414 bis zu sehr tiefen Frequenzen herab reicht.

Für Tonbandgerätebesitzer bietet der HD 414 noch einen weiteren Vorteil. Dank seiner hochohmigen Wicklung und seines guten Wirkungsgrades kann er ohne Vorverstärker direkt an die meist hochohmigen Kopfhörerausgänge fast aller deutschen Heimtonbandgeräte angeschlossen werden. Dies war bisher nur mit magnetischen Kopfhörern möglich, deren Wiedergabequalität aber schlechter ist als die der dynamischen Kopfhörer. Der sorglosen Nutzung dieses Vorteils stellte sich jedoch zunächst die Tatsache, entgegen, daß die Kopfhörerausgänge deutscher Tonbandgeräte recht unterschiedlich beschaltet sind. Bei manchen Mono-Tonbandgeräten müssen die Systeme in Reihe geschaltet werden, bei manchen ist für optimale Anpassung Parallelschaltung erforderlich. Teils sind Anschlußbuchsen für den Normstecker LS 7 vorgesehen, teils sind sie für den Mas 30 ausgelegt. Aber auch bei den Anschlußbuchsen für den Mas 30 findet man ganz unterschiedlich die Tonspannungen an den Punkten 3 gegen 2, 3

gegen 1 oder auch 1 gegen 2. Diesen Schwierigkeiten wußte der Hersteller des HD 414 durch eine ausgeklügelte Anschlußleitung, durch serienmäßige Lieferung von zwei Steckadaptern und durch Ausarbeitung einer Kopfhörer-Anschluß-Fibel zu begegnen.

Die Anschlußleitung des HD 414 ist mit einem gelben und einem roten Stecker LS 7 (Lautsprecherboxen-Normstecker) ausgestattet. Bei Stereobetrieb sind sie einfach in die entsprechenden Buchsen einzuführen. Um die beiden Systeme bei Mono-Betrieb ohne Lötarbeiten wahlweise parallel oder in Reihe schalten zu können, genügt es, im einen Falle den roten Stecker in den gelben und im anderen Falle den gelben Stecker in den roten hinten einzuführen. Der dann freibleibende Stecker kommt in die Kopfhörerbuchse des betreffenden Gerätes. Um aber auch die vielen für den Mas 30 ausgelegten Kopfhöreranschlüsse von Mono-Tonbandgeräten erfassen zu können, lassen sich mit Hilfe eines grünen und eines blauen Steckadapters und der Kombination aus den bereits erwähnten Reihen- und Parallelschaltungen, nach Angaben des Herstellers, mehr als 90 %

Sennheiser Kopfhörer HD 414 verbessert

Der von uns in Heft 5/68 getestete Kopfhörer HD 414 war die große Neuheit bei Sennheiser. Die von uns festgestellte „Substanzlosigkeit“ der Baßwiedergabe wurde inzwischen beseitigt. Der verbesserte Kopfhörer liegt uns zusammen mit einem noch unveränderten Exemplar zur Beurteilung vor. Wir werden in Balde darüber berichten.

Neuartiger dynamischer Stereo-Kopfhörer



Der dynamische Kopfhörer Sennheiser HD 414; Impedanz je System 2000 Ohm; unveränderlicher Richtpreis: DM 49,— und 10 % Mehrwertsteuer

der auf dem europäischen Markt verbreiteten Tonbandgeräte ohne Lötarbeiten mit dem HD 414 erfassen. Wie Stecker und Steckadapter zu kombinieren sind, kann der Fachhändler und der Endverbraucher aus der vom Hersteller mitgelieferten Kopfhörer-Anschluß-Fibel ohne Schwierigkeiten entnehmen. Sie besteht aus einem einzigen Blatt: Auf der Vorderseite sind alle erfaßbaren europäischen Tonbandgeräte alphabetisch nach Fabrikan geordnet aufgeführt. Hier sucht der Käufer seinen Tonbandgerätyp und merkt sich dessen Kennbuchstaben. In einer vierfarbigen Darstellung braucht er jetzt nur noch die zu seinem Tonbandgerät angegebenen farbigen Stecker in der angegebenen Reihenfolge miteinander zu verbinden, um den richtigen Anschluß des HD 414 herzustellen. An Tonbandgeräte mit Ausgängen für Klinkenstecker hat der Hersteller in diesem Zusammenhang aber offenbar nicht gedacht. In diesen Fällen wird sich der Käufer wohl selbst Übergangsstücke anfertigen müssen.

Unser Test

Wir haben den HD 414 gemäß der von uns entwickelten und schon mehrfach angewandten Testmethode einer Reihe von Prüfungen unterzogen und erhielten folgende Ergebnisse:

1. Gehörmäßige Prüfung durch zwei Testpersonen mit Hilfe eines Sinus-Generators

Untere Grenzfrequenz: 20 Hz

Dreht man den Baßregler am Verstärker voll auf, was bei 20 Hz einer Anhebung von 18 dB entspricht, so sind über den HD 414 Signale bis zu einer Frequenz von 14 Hz deutlich hörbar. Diese er-

staunliche Erweiterung des Übertragungsbereichs nach unten ist das Ergebnis des beim HD 414 angewandten neuartigen Prinzips der offenen Kapsel.

Obere Grenzfrequenz: 15,3 kHz

Es ist durchaus möglich, daß die obere Grenzfrequenz noch etwas höher liegt, weil die Hörgrenze der Testpersonen bei etwa 16 kHz liegt. Eine Testperson im Kindesalter stand für diesen Test nicht zur Verfügung.

Dellen, Einbrüche, Anhebungen, Resonanzen

Ausgeprägte Einbrüche und Resonanzen konnten nicht festgestellt werden. Im Frequenzbereich zwischen 4,5 und 6 kHz bemerkten beide Testpersonen eine leichte Delle. Der Frequenzgang des HD 414 scheint ziemlich glatt zu sein.

2. Feststellung des Tönhörschwerpunktes (pitch) des Klangbildes mit Hilfe von rosa Rauschen von der CBS-Testplatte STR 140 B-Seite, 6. Band, durch zwei Testpersonen

Der HD 414 wirkt recht breit und ausgeglichen bei leichter Bevorzugung der musikalischen Mitten und Höhen, was aber durch Betätigen des Baßreglers korrigierbar ist.

3. Musik-Hörtest, durchgeführt von zwei Personen

a) Übertragungsqualität

Die Übertragungsqualität des HD 414 ist als ausgesprochen hochwertig zu bezeichnen, wobei ihr einige Eigentümlichkeiten anhaften. Das Klangbild ist absolut durchsichtig, die Klangdefinition der verschiedenen Instrumente ausgezeichnet. Die tiefen Bässe sind vorhanden, aber es fehlt ihnen an Substanz. Es ist so, wie wenn man ein Konzert im Freien hört, wo die Raumakustik nichts zum Klangbild beitragen kann. Dieser Effekt ist zweifellos auf das Fehlen eines abgeschlossenen Hohlraums zwischen Membran und Ohreingang zurückzuführen. Resonanzen können gar nicht auftreten. Aber auch das Dröhnen, das sich bei anderen Kopfhörern einzustellen pflegt, sobald eine bestimmte Lautstärke überschritten wird, tritt beim HD 414 nicht auf. Druckimpulse können sich nach außen ausgleichen und wirken nicht mit voller Wucht auf das Trommelfell. Man kann daher mit dem neuen Sennheiser-Kopfhörer sehr laut hören, ohne daß sich irgendwelche unangenehmen Begleiterscheinungen einstellen. Besonders auffallend ist dies z. B. bei Orchestermusik mit großem Chor, einer Programmart, die normalerweise schon bei mäßigen Lautstärken zum Dröhnen führt. Beide Tester haben die Wiedergabequalität des HD 414 unter Berücksichtigung seiner Eigenart mit 9 Punkten bewertet, wobei der glei-

che Bewertungsmaßstab wie in Heft 2/68 zugrunde gelegt wurde.

b) Beurteilung der Raumperspektive durch zwei Tester

Beide Tester beurteilten die vom HD 414 vermittelte Klangperspektive mit der Note 10. Sie ist weiträumig, ohne hallig zu wirken.

4. Beurteilung der akustischen Abdichtung mit Hilfe von rosa Rauschen von der CBS-Testplatte STR 140, B. Seite, 6. Band, wiedergegeben über zwei Boxen Braun L 1000

Eine akustische Abdichtung der Ohren durch den HD 414 findet nicht statt. Auch das leiseste Außengeräusch ist bei aufgesetztem Kopfhörer genauso hörbar wie ohne. Beim HD 414 gibt es keine Abdichtung, sondern nur eine Verdeckung von Fremdgeräuschen durch das zu übertragende Signal. Ebensovienig gibt es eine Abdichtung des übertragenen Signals nach außen. In Gegenwart anderer ist mit diesem Kopfhörer nicht viel anzufangen, weil das nach außen abgestrahlte Signal weder zum Zuhören bestimmt noch dafür geeignet ist. Das ist der Nachteil der offenen Konstruktion. Der Sitz des HD 414 ist geradezu ideal. Der Kopfhörer ist federleicht. Da es bei ihm nicht darauf ankommt, die Ohrmuscheln schlüssig an den Kopf anzudrücken, übt er weder auf die Ohren noch auf sonst irgendeinen Teil des Kopfes Druck aus. Dieser Kopfhörer läßt sich stundenlang tragen, ohne daß er lästig wird.

Zusammenfassung

Mit dem HD 414 bringt Sennheiser einen Kopfhörer auf den Markt, dessen Qualität-Preis-Relation man schlicht als sensationell bezeichnen darf. Seine Übertragungseigenschaften sind hervorragend, aber insofern eigentümlich, als Musik etwa so klingt, wie wenn sie im Freien gespielt würde. Bässe sind vorhanden, aber sie haben nicht die von der Mitwirkung des Raumes herrührende Substanzhaltigkeit. Der Sitz des Kopfhörers ist ideal. Akustische Abdichtung von innen nach außen und umgekehrt ist nicht vorhanden, was die Verwendbarkeit des Kopfhörers etwas einschränkt. Dafür ist er aufgrund seines guten Wirkungsgrades, seiner hohen Impedanz und der durchdachten Anschlußleitungen mit Steckadaptern ohne zusätzlichen Vorverstärker praktisch an allen gängigen deutschen Mono- und Stereo-Heimtonbandgeräten universell verwendbar, was seinen Anwendungsbereich nun wieder enorm erweitert. Br.



Die weite Verbreitung der Tonbandgeräte hat in den vergangenen Jahren einen bedeutenden Markt an Kopfhörern entstehen lassen, denn alle Hersteller von Tonbandgeräten bieten eine oder mehrere Ausführungen für Mono und Stereo an. Die von den deutschen Herstellern angebotenen Modelle waren bisher magnetische Kopfhörer, und zwar hauptsächlich deshalb, weil die Kopfhörerausgänge so hochohmig sind, daß man Impedanzen bis zu 5 kOhm braucht, um ausreichende Lautstärke zu erhalten. Neben diesen Benutzern haben aber auch viele Besitzer von Hi-Fi-Anlagen den Wunsch, an ihre Geräte Kopfhörer anzuschließen. Hierfür genügt aus bekannten Gründen die Qualität magneti-

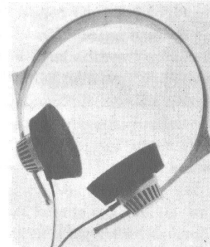


Bild 1. Der neue Stereo-Kopfhörer von Sennheiser electronic

scher Kopfhörer vielfach nicht. Deshalb findet man heute auf dem Markt dynamische Kopfhörer zu Preisen, die zwischen etwa 40 DM und über 300 DM liegen. Ein weitverbreiteter Typ dieser Art ist beispielsweise der „HD 100%“ von Sennheiser electronic mit einem Bruttopreis von etwa 145 DM.

In dem Bestreben, auch in der unteren Preisklasse einen hochwertigen dynamischen Kopfhörer anbieten zu können, hat Sennheiser electronic das Modell „HD 414“ entwickelt (Bild 1), das zur Hannover-Messe 1968 erstmals der Öffentlichkeit vorgestellt wird. Man spricht davon, daß dieser Kopfhörer in der Preislage knapp unter 50 DM liegen soll.

Frequenzgangmessung von Kopfhörern

Die objektive Messung des Frequenzgangs von Kopfhörern ist bis heute im Gegensatz zur Frequenzgangmessung von Mikrofonen und Lautsprechern noch nicht befriedigend gelöst. Grund sind die Wechselwirkungen zwischen dem aufgesetzten Kopfhörer und dem Ohr. Alle Versuche, die akustischen Ohrimpedanzen nachzubilden, sind bis heute wenig erfolgreich gewesen.

Der Unterschied zwischen Lautsprecher und Kopfhörer liegt nicht, wie man zu nächst annehmen möchte, in der größeren zu verarbeitenden Leistung und den größeren Membranamplituden. Viel wichtiger

vom akustischen Standpunkt aus ist vielmehr der Unterschied zwischen dem freien akustischen Strahler und dem am Ohr fest anliegenden Kopfhörer mit Ohrmuschel und Gehörgang, die ein abgeschlossenes System bilden. Dieser Unterschied ist vergleichbar mit den Verhältnissen bei einem offenen und einem geschlossenen elektrischen Schwingkreis. In erster Annäherung kann man den fest am Ohr anliegenden Kopfhörer und den Gehörgang als einfache Druckkammer mit einigen Kubikzentimetern Volumen betrachten und in zweiter Annäherung als ein System von zwei gekoppelten Tonräumen.

Der Tonraum ist die Grundform eines geschlossenen Schwingungsgebildes für den gasförmigen Aggregatzustand. Er besteht aus zwei Teilräumen, die durch einen Kanal miteinander verbunden sind. Ein solches Gebilde strahlt ähnlich wie ein geschlossener elektrischer Schwingkreis keine nennenswerte Energie in das umgebende Medium ab. Zwei Tonräume können durch einen gemeinsamen Schwingungsraum miteinander gekoppelt werden. Unter diesen Voraussetzungen erhält man eine Anordnung, deren Schwingungsverhältnisse definiert und auch der mathematischen Behandlung zugänglich sind. Die Verhältnisse ändern sich aber sofort, wenn stellenweise ein Luftzwischenraum zwischen Hörer- und Ohrmuschel bleibt. Deshalb ist es notwendig, diesen Zwischenraum sorgfältig durch Schaumgummipolster luftdicht abzuschließen. Es ist bekannt, daß bei nicht völlig dichtem Abschluß die Wiedergabe der tiefen Frequenzen erheblich schlechter wird.

Diese Schwierigkeiten beeinflussen nicht nur den Frequenzgang, sondern sie sind auch mit ein Grund dafür, warum die Messung des Frequenzgangs von Kopfhörern so schwierig ist.

Mitte der dreißiger Jahre haben Olson und Massa ein subjektives Meßverfahren angegeben, das zwar etwas zeitaufwendig ist, aber recht zuverlässige und auch innerhalb brauchbarer Toleranzgrenzen reproduzierbare Werte ergibt. Bei diesem Verfahren hört der Beurteiler zunächst einen bestimmten Ton über den geeichten Lautsprecher in einem Freifeldraum. Dann schaltet er den Tongenerator auf den zu prüfenden, aufgesetzten Kopfhörer um und stellt über ein Dämpfungsglied eine Lautstärke ein, die der über den Lautsprecher empfundenen gleich ist. Das Meßergebnis für eine größere Anzahl von Meßfrequenzen ist dann die Frequenzkurve des zu untersuchenden Kopfhörers. Selbstverständlich wiederholt man diese Messungen mit mehreren Personen und erhält so das gemittelte Freifeldübertragungsmaß. Diese Erläuterung des Meßverfahrens ist notwendig, weil die Konstruktion des neuen Stereo-Kopfhörers „HD 414“ eine Messung nach der herkömmlichen Methode mit luftdicht angekoppeltem Hohlraum nicht ermöglicht hätte.

Stereo-Kopfhörer „HD 414“

Der grundsätzliche und wichtige Unterschied des neuen Stereo-Kopfhörers gegenüber den üblichen Konstruktionen ist, daß

er das Ohr nicht luftdicht abschließt. Er liegt vielmehr frei vor den Ohren, von denen er durch ein Schaumnetz-Polster getrennt ist (Bild 2). Bei den herkömmlichen dynamischen Kopfhörern ist die Membran auf ihrer Rückseite durch einen Hohlraum abgeschlossen, dessen Volumen für die Wiedergabe der tiefen Frequenzen bestimmend ist. Je kleiner der Hohlraum ist, um so mehr verschiebt sich die Resonanzfrequenz der Membran nach oben. Um trotzdem die tiefen Frequenzen mit einigermaßen gutem Wirkungsgrad auf den Gehörgang übertragen zu können, muß die Vorderseite der Membran gegen die Außenluft dicht abgeschlossen sein. Das ist die Aufgabe der bekannten weichen Hörmuscheln. Jede Undichtigkeit wirkt als akustischer Nebenschluß und hat eine schlechtere Wiedergabe der tiefen Frequenzen zur Folge. Bei dem neuen Kopfhörer wirkt nun die Membran nicht auf einen geschlossenen Hohlraum, sondern ist über den rückwärtigen Schallauslaß mit der Außenluft verbunden. Deshalb bleibt die ursprüngliche tiefe Resonanzfrequenz der Membran erhalten.

Trotz des rückwärts abgestrahlten Schalls kommt es nicht zu einem akustischen

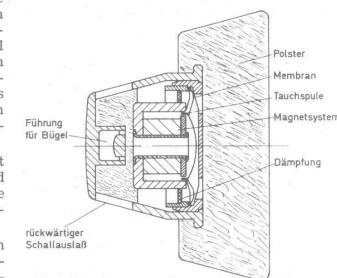


Bild 2. Schnitt durch den „HD 414“

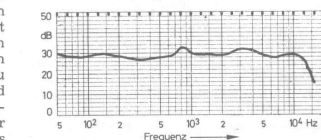


Bild 3. Gemitteltes Freifeldübertragungsmaß des „HD 414“

Kurzschluß. Einmal ist die mechanische Impedanz der Membran sehr klein, so daß ein akustischer Nebenschluß sich nur wenig auswirken kann. Zum anderen sind die Schallwege von der Vorderseite und von der Rückseite der Membran zum Gehörgang verschieden lang. Bei einer Kugelform ist der Schalldruck umgekehrt proportional der Entfernung r. Da unter den hier gegebenen Verhältnissen aber mit Sicherheit keine Kugelwellenausbreitung vorliegt, ist die Schalldruckdifferenz größer als 1/r. Die am Gehörgang auftretenden Druckdifferenzen, die sich bei

Dynamischer Kopfhörer für alle Tonbandgeräte

tieferen Frequenzen etwa wie 1:3. Der dicke Abschluß am Ohr ist also nicht mehr Voraussetzung für die Übertragung der tiefen Frequenzen. Das Freifeldübertragungsmaß des „HD 414“ (Bild 3) läßt die guten akustischen Eigenschaften dieser bemerkenswerten Neukonstruktion klar erkennen.

Der „HD 414“ hat etwa 2,2 kOhm Impedanz und kann bis 20 Hz mit maximal 7 V betrieben werden. Eine der schwierigsten fertigungstechnischen Aufgaben war das Wickeln der hochohmigen Schwingspule. Dank der Erfahrungen, die Sennheiser electronic in den letzten Jahren beim Serienbau eines hochohmigen Spezial-Tauchspulenmikrofons sammeln konnte, war es möglich, diese ausgereifte und schon in der Praxis bewährte Ausführung für den neuen Kopfhörer zu übernehmen.

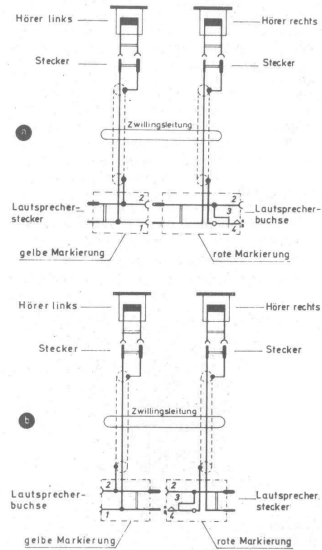


Bild 4. Bei Mono-Betrieb lassen sich die Kopfhörersysteme durch entsprechendes Zusammenstecken des gelben und des roten Lautsprechersteckers parallel (a) und in Reihe (b) schalten

Der „HD 414“ dürfte wohl der einzige sein, der ohne Vorverstärker direkt an die Kopfhörerbuchsen fast aller deutschen Heim-Tonbandgeräte angeschlossen werden kann. Damit hat der Tonbandamateur die Möglichkeit, die Qualität seiner Tonaufnahmen besser und kritischer überwachen zu können als bisher. Bedauerlicherweise sind die Kopfhörer-Anschlußbuchsen der deutschen Tonbandgeräte so willkürlich beschaltet, daß es zunächst notwendig zu sein schien, viele verschiedene Anschlußleitungen bereitzustellen. Man hat aber eine Lösung gefunden, die es ermöglicht, mehr als 90 Prozent der auf dem europäischen Markt verbreiteten Tonbandgeräte zu erfassen.

Um für Mono-Betrieb die beiden Kopfhörersysteme ohne Lötarbeiten wahlweise parallel oder in Reihe schalten zu können, hat jeder Kopfhörer am geräteseitigen Ende einen gelben und einen roten Stecker „LS 7“. Für die Parallelschaltung ge-

nügt es, den roten Stecker in den gelben einzuführen, für die Reihenschaltung den gelben in den roten (Bild 4). Um auch die vielen Mono-Tonbandgeräte mit „Mas 30“-Kopfhöreranschluß zu erfassen, gehören zum serienmäßigen Lieferumfang noch je ein grüner und ein blauer Steckadapter „HZA 1“, die so geschaltet sind, daß zusammen mit der Parallel- und Reihenschaltung der Stecker die vorerwähnten 90 Prozent der europäischen Tonbandgeräte erfaßt werden. Über Einzelheiten informiert die Kopfhörer-Anschluß-Fibel, die auch jedem „HD 414“ beiliegt.

Erprobung

Für praktische Versuche stand ein Muster des „HD 414“ kurze Zeit zur Verfügung. Es wurde mit einer Sennheiser-Hi-Fi-Anlage „Philharmonic“ erprobt. In einem ersten orientierenden Versuch wurde nach einander weißes Rauschen zweikanalig auf den Kopfhörer gegeben. Dabei zeigte sich, daß gegenüber der Lautsprecherwiedergabe mit den beiden akustisch linearen Boxen keine ins Gewicht fallende Verfä-

bung des weißen Rauschens hörbar war. Die am Kopfhörer liegende Spannung wurde bei diesem und allen anderen Versuchen mit dem Oszillografen überwacht. Der akustische Frequenzgang des Kopfhörers wurde von einer jungen Tontechnikerin als Beurteiler bewertet, deren obere Hörfrequenz in einem Vorversuch ermittelt wurde und mit Sicherheit oberhalb 16 kHz lag. Beim Abspielen der Stereo-Meßschallplatte 99 102 STM (Frequenzstufen zwischen 16 kHz und 30 Hz) mit einem „Dual „1019“ und Shure-Abstastsystem „V 15-II“ zeigte sich erneut der ausgeglichene Frequenzgang. Diese Feststellung wurde erhärtet durch Vergleich mit der CBS-Testplatte STR-101 (Seite A, Band 4, Vergleich von Terzrauschen zwischen 16 kHz und 30 Hz mit konstantem 1000-Hz-Rauschpegel unter Berücksichtigung der Ohrempfindlichkeitskurve). Abschließende Versuche mit musikalisch sehr unterschiedlichem Programmmaterial bewiesen, daß die zuvor gemessenen Ergebnisse mit der Beurteilung von Schallaufnahmen ausgezeichnet übereinstimmen. W. Roth

Zur Hannover-Messe 1968 brachte die Firma Sennheiser einen dynamischen Kopfhörer auf den Markt, der nach umfangreichen Untersuchungen des Herstellers mit praktisch allen seit 1950 in Europa hergestellten Tonbandgeräten betrieben werden kann. Dieser neuartige dynamische Kopfhörer HD 414 fällt schon äußerlich dadurch angenehm auf, daß anstelle der bisher üblichen großen und oft schweren Ohrpolster nun kleinere und leichtere Schaumnetz-Ohrpolster getreten sind. Sie bestehen aus demselben Material wie die vor einiger Zeit eingeführten stoßfesten Mikrofon-Windschirme. Umfangreiche Versuche haben ergeben, daß die neuen, luftigen Schaumnetz-Ohrpolster selbst bei ganz täglicher Benutzung ohne bedrückende Erscheinungen gut ertragen werden können.

Für diese neuartigen Ohrpolster gibt es gute technische Gründe. Während nämlich bei den herkömmlichen dynamischen Kopfhörern ein luftdichter Abschluß zwischen dem System und dem Ohr unabdingbar ist, um die tiefen Töne befriedigend zu übertragen, handelt es sich bei HD 414 um einen neuartigen Wandler, den man als „offenes System“ bezeichnen kann und dessen Membran sehr tief abgestimmt werden konnte, so daß sie auch die tiefen Frequenzen ganz natürlich und ohne luftdichten Abschluß auf das Ohr überträgt. Nach oben reicht der Frequenzgang des HD 414 bis über die Hörbarkeitsgrenze.

Da die Ohren des Hörenden nicht mehr luftdicht abgeschlossen sind, entsteht tatsächlich ein ganz neues Hörfühl. Man kommt sich nicht mehr abgekapselt vor, sondern glaubt wirklich, im freien Schallfeld zu stehen. Bei vielen Testpersonen äußerte sich dies darin, daß sie schon nach wenigen Musiktakten den Kopfhörer spontan absetzten, um sich zu vergewissern, daß in dem betreffenden Raume nicht etwa noch zusätzlich eine große Hi-Fi-Stereo-Anlage spielte.

Für den aktiven Tonbandamateur ebenso wichtig ist jedoch die Tatsache, daß der HD 414 tatsächlich an den Kopfhöreranschlüssen praktisch aller seit 1950 in Europa hergestellten Tonbandgeräte betrieben werden kann. Dank seines guten Wirkungsgrades und der hohen Impedanz pro System führen nämlich bereits Spannungen von wenigen Zehntel Volt zu guter Abhörlautstärke. Solche Spannungen liefern aber selbst Tonbandgeräte mit hochohmigen Kopfhörerausgängen beim Anschluß des HD 414.

Ein weiteres wichtiges Problem, das die Entwickler dieses neuen Kopfhörers elegant gelöst haben, ist der einfache Anschluß an die vielen verschiedenartig beschalteten Kopfhö-

rerbuchsen auf dem europäischen Markt. Neben dem nach DIN 41 529 genormten Lautsprecher-Anschluß finden sich mehrere verschiedene Beschaltungen des landläufig als „Diodenstecker“ bezeichneten Normsteckers nach DIN 41 524. Mit der für den HD 414 serienmäßig gelieferten Lösung lassen sich mehr als 90% der in Europa verbreiteten Tonbandgeräte ohne irgendwelche Lötarbeiten oder Schraubarbeiten bedienen.

Die auch höreseitig steckbare Anschlußleitung des HD 414 endet geräteseitig in einem gelb und in einem rot markierten Normstecker LS 7, die unmittelbar in die entsprechenden Kopfhörerbuchsen zahlreicher Stereo-Tonbandgeräte und Stereo-Verstärker eingeführt werden können. Für Stereo-Tonquellen mit zwei Buchsen für den „Diodenstecker“ nach DIN 41 524 gehören zum Lieferumfang des HD 414 zwei ausgeklügelte beschaltete

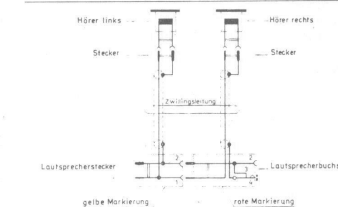


Bild 1: HD 414 in Parallelschaltung — Die Impedanz des Einzelhörers wird halbiert.

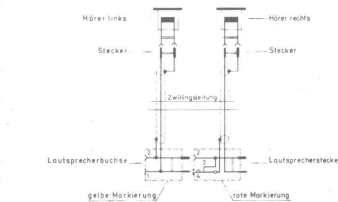
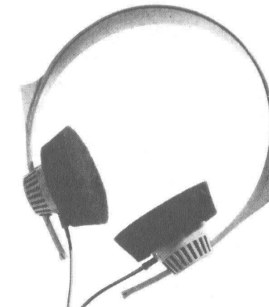


Bild 2: HD 414 in Reihenschaltung: Die Impedanz des Einzelhörers wird verdoppelt.



Der erste dynamische Kopfhörer für alle Heimtonbandgeräte.

Adapterstecker mit leicht verständlicher Farbkennzeichnung. Damit wäre aber nur ein Bruchteil der europäischen Tonbandgeräte erfaßt, denn auch heute überwiegen monofone Tonbandgeräte immer noch bei weitem. Monofone Tonbandgeräte besitzen natürlich nur eine Kopfhörerbuchse, und hier setzt der nächste gute — ebenfalls zum Schutzrecht angemeldete — Gedanke des Herstellers ein.

Führt man den rot markierten LS-7-Stecker in den gelb markierten hinten ein, so sind die beiden Kopfhörer-Systeme parallelgeschaltet (Bild 1), führt man umgekehrt den gelb markierten LS-7-Stecker in den rot markierten ein, so sind die beiden Systeme in Reihe geschaltet (Bild 2). So läßt sich die Impedanz eines Kopfhörer-Systems ganz nach Wunsch halbieren oder verdoppeln, wie es die Quellimpedanz des vorhandenen Tonbandgerätes oder der vorhandenen Tonbandgeräte jeweils verlangen.

Damit bleiben noch die vielen monofonen Kopfhörerbuchsen übrig, die für den „Diodenstecker“ nach DIN 41 524 ausgelegt, aber höchst unterschiedlich beschaltet sind. Auch dafür dienen wieder die zum Lieferumfang des HD 414 gehörenden beiden Adapterstecker mit einer grünen bzw. blauen Kennzeichnung, die vorn einen solchen Diodenstecker und hinten die zum LS 7 passenden Buchsen tragen, in die man dann die Rot/Gelb- oder die Gelb/Rot-Kombination der beiden oben beschriebenen Anschlußstecker einführt. Die grüne und die blaue Adapterlösung unterscheiden sich voneinander durch ihre Innenbeschaltung, die auf die entsprechenden Buchsenbeschaltungen der verschiedenen Tonbandgeräte-Typen Rücksicht nimmt.

Bleibt nur noch zu erwähnen, daß dem Käufer natürlich nicht zugemutet wird, aus den verschiedenen möglichen Kombinationen zwischen Gelb, Rot, Grün und Blau die für sein Tonbandgerät passende herauszuprobieren. Viel mehr wird mit jedem HD 414 eine fünf-sprachige Anschlußtafel geliefert, auf der alle erfaßbaren Tonbandgeräte seit 1950 mit den zugehörigen Anschlußrezepten aufgeführt sind. Da die Anschlußrezepte übersichtlich im Vierfarbdruck dargestellt sind, bereitet die Wahl der richtigen Kombination selbst absoluten Laien keine Schwierigkeiten. Das ist besonders erfreulich für Besitzer mehrerer Tonbandgeräte mit unterschiedlichen Kopfhörer-Anschlußbuchsen.

Der Einführungspreis für diesen neuartigen dynamischen Kopfhörer einschließlich der Anschlußleitung und der beschriebenen Adapterstecker beträgt nebst Anschlußtafel 49,— DM.

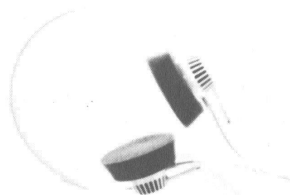
C. M.

neue technik auf der hannover-messe

Der „offene“ Kopfhörer

Jeder Hi-Fi-Freund weiß dynamische Kopfhörer zu schätzen, denn sie klingen in der Regel besser als die besten Lautsprecher. Aber man kennt auch zwei Schwächen der herkömmlichen Ausführungen: Für eine einwandfreie Baßwiedergabe müssen die Systeme luftdicht am Ohr anliegen, was auch bei bester Polsterung auf die Dauer unangenehm ist, und Vergleiche der Frequenzkurven verschiedener Fabrikate sind ziemlich witzlos, weil keine einheitlichen Meßvorschriften festliegen. Beide Tatsachen führten bei Sennheiser electronic zu neuen Erkenntnissen und zur Konstruktion eines dynamischen Kopfhörers mit erstklassigen Eigenschaften, der noch dazu sehr preisgünstig ist.

Bei den klassischen Hörern arbeitet die Membran-Rückseite auf einen geschlossenen Hohlraum, der die untere Grenzfrequenz nach oben verschiebt. Um den verbleibenden Teil der Tiefen gut zu übertragen, ist der erwähnte luftdichte Abschluß am Ohr erforderlich. Die geringste „Nebenluft“ führt zu Baßverlusten. Messungen mit dem künstlichen Ohr, wie sie beispielsweise die Post für Telefonhörer durchführt, sind für Hi-Fi-Zwecke ungeeignet, weil bisher alle Versuche fehlschlügen, die akustischen Ohrimpedanzen genau nachzubilden. Sennheiser



Dynamischer Kopfhörer HD 414 in offener Bauweise von Sennheiser electronic

benutzte daher beim Entwickeln des neuen Hörers ein zwar umständliches, aber überall reproduzierbares Meßverfahren, das praktisch völlig befriedigt: Eine Versuchsperson sitzt mit dem zu messenden Hörer im schalltoten Raum, und man spielt ihr abwech-

selnd alle interessierenden Töne über den Hörer und einen schalldruckgeigten Lautsprecher zu. Die Testperson stellt die Kopfhörerlautstärke an einem gleichfalls geeichten Potentiometer so ein, daß sie den gleichen Lautstärkeindruck wie beim Hören im freien Schallfeld (schalltoter Raum) empfindet. Durch Interpolieren der Potentiometer-Einstellungen mit der Schalldruckkurve des Meßlautsprechers gelangt man zu überall reproduzierbaren Frequenzkurven, deren Genauigkeit sich durch das Mitteln der Werte aus mehreren Meßreihen sehr hochtreiben läßt.

Auf diese Weise wurden die Messungen bei der Entwicklung des neuen dynamischen Hörers HD 414 angestellt, der außerdem nach einem völlig neuartigen Prinzip arbeitet. Er hat nämlich kein geschlossenes System, sondern ist nach beiden Seiten offen. Am besten stellt man sich zwei sehr tief abgestimmte Kleinstlautsprecher vor, die in einem genau definierten Abstand frei in der Luft vor den Ohren schweben. Der Schall wird also nach innen (in die Ohren) und außen (ins Zimmer) abgestrahlt. Weil der Schall-Umweg von der Membran-Außenseite zum Trommelfell stets viel größer ist als der direkte Weg, tritt trotz fehlendem luftdichten Ohrabschluß kein akustischer Kurzschluß bei den Bässen auf.

In der Praxis können natürlich die beiden Muscheln nicht wie ein Satellit frei vor den Ohren schweben, und deshalb sieht der neue Hörer auf den ersten Blick auch recht konventionell aus (Bild). Zwar erkennt man sofort die äußeren Schallaustritts-Schlitze und bemerkt auch, daß die sonst zum sattem Anliegen erforderlichen Kugelgelenke fehlen, aber allem Anschein nach sind die lästigen Gummipolster doch vorhanden. Das ist der entscheidende Trugschluß. Der verwendete Schaumstoff ist luftdurchlässig, und zwar in hohem Maß. Seine unzähligen Hohlräume stehen miteinander in Verbindung wie die Luftzwischenräume in einer Kies-Schicht. Das hat nicht nur den Vorteil, daß das Ohr atmen kann und der Zuhörer auch Umweltgeräusche wahrnimmt, sondern vor allem, daß zusätzlich unerwünschte Hohlraum-Resonanzen auf der Strecke zwischen Membran und Trommelfell unterdrückt werden.

© beim Hersteller
Archiv Michael Otto
HiFi-Classic.de

© beim Hersteller
Archiv Michael Otto
HiFi-Classic.de