

quadral[®]

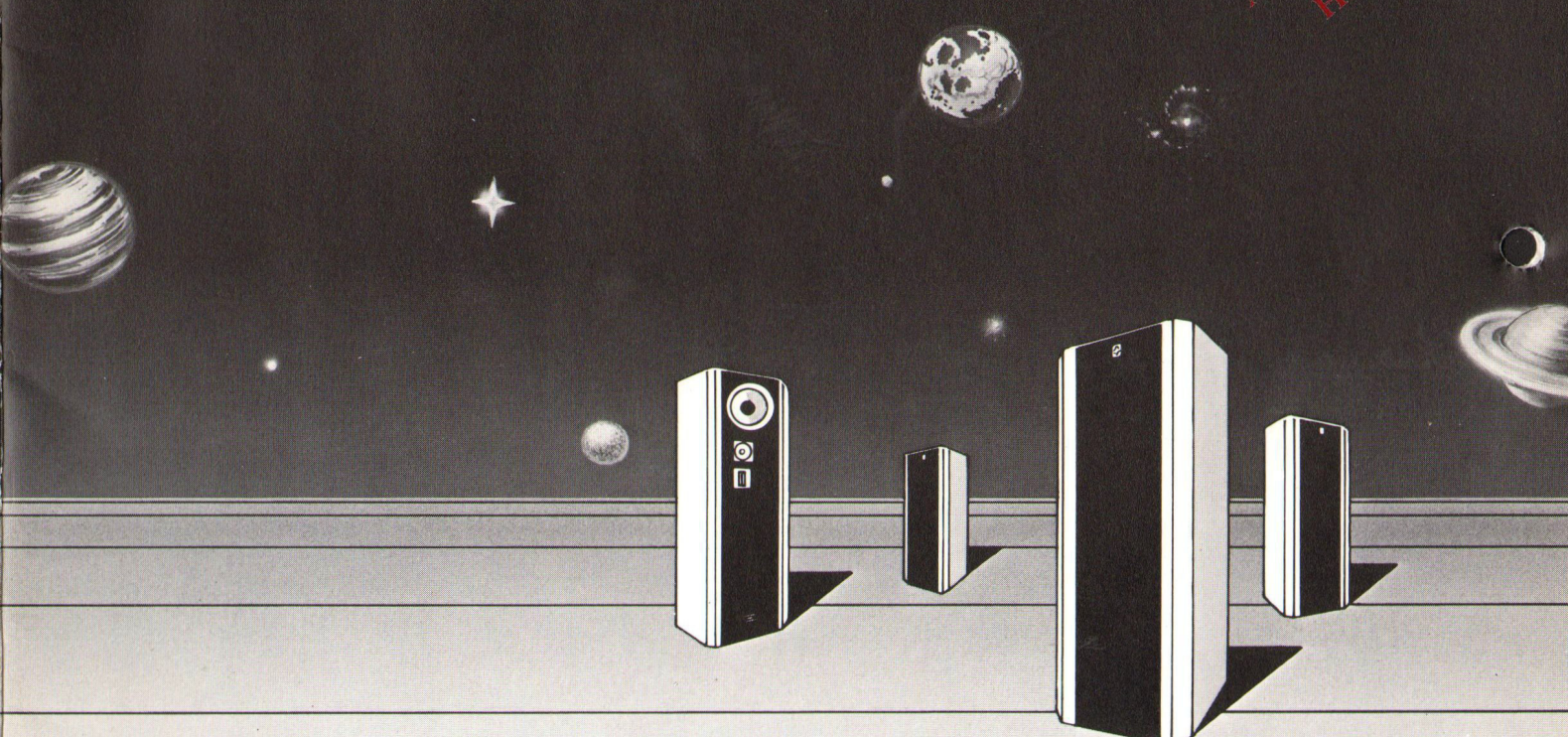


Phonologue

Technik

Hersteller
Michael Otto
Classic.de

© beim Hersteller
Archiv Michael Otto
HiFi-Classic.de



Alles was Aufsehen erregt, hat auch eine interessante Geschichte.

Und weil viele Menschen diese Geschichte erfahren möchten, wird sie erzählt.

Wenn es Sie interessiert wie es zum Bau der **TITAN** kam, bitte, hier ist sie, die

TITAN-Story.

Es gibt da ein Automobil der Superlative, eine Nobel-Kutsche, volkstümlich gesprochen. Und fragt man nach den PS, dann heißt es schlicht und edel: Ausreichend! Die Leute mögen recht haben, denn auch bei HiFi-Lautsprechern der Nobel-Klasse sollte eigentlich nur das interessieren, was herauskommt. Aber viele Menschen wollen eben alles ganz genau wissen – wieso, warum, warum so und nicht anders. Für Sie haben wir die TITAN-Story geschrieben. Hier wird jetzt Technik groß geschrieben. Viele Dinge die man sonst nur gefühlsmäßig erfaßt, finden so ihre logische Erklärung.

Denken Sie einmal an ein Konzert mit großem Symphonieorchester, an Werke von Tschaikowski oder Strauß, um nur zwei der Klassiker zu nennen, aber auch an den großen Reiz dieser Musik, der in dem Anteil **extrem tiefer Frequenzen** liegt.

Der tiefste Grundton bei der Bass-Gitarre liegt bei 41,2 Hz (E₁), das C₁ beim Piano hat 32,7 Hz. Das Ausschwingen der Trommelfelle großer Kesselpauken geht bis zu 20 Hz herab. Die große Orgel bis hinunter zu 16 Hz.

Diese extrem tiefen Frequenzen sind mitverantwortlich für die **wichtige Dynamik**, die ein solches Konzert zum unvergeßlichen Erlebnis werden läßt.

Wenn solche Werke allerdings über Lautsprecher von Band oder Platte reproduziert werden, ist das erste was einem auffällt, die fehlende Wucht und Dynamik. Vor allem in der Tiefbaßwiedergabe, die im

Bereich von 20–60 Hz liegt.

Der Ausgleich wird durch gehörliche Lautstärkeregelung und Anhebung der Tiefen am Baßregler versucht. Das hat aber meist zur Folge, daß der obere Baßbereich überbetont und mulmig wird. Von Tiefbaß keine Spur.

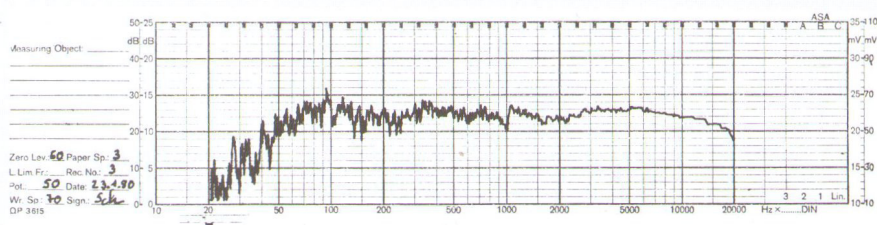
Außerdem wird die Wiedergabe eng und undurchsichtig. Die Schuld liegt fast ausschließlich beim Lautsprecher. Viele konventionelle Lautsprecherboxen, darunter auch teure, als Monitore propagierte, geben als untere Grenzfrequenz 20–30 Hz an. Sie sind mit 25 oder 30 cm Ø Baß-Chassis ausgestattet und reproduzieren diese 20–30 Hz auch, aber ab etwa 60–80 Hz abwärts fällt der Schalldruck so stark ab, daß der Tiefbaß durch Verdeckungseffekte unhörbar wird. (vergleiche Abb. 1)

Bedingt ist dieser stark abfallende Baßpegel, bei den üblichen Bauweisen (geschlossenes Gehäuse, Baßflex usw.) durch die hohe innere Dämpfung unterhalb der Baßresonanz, die bei diesen Boxen zwischen ca. 50–80 Hz liegt. Außerdem werden Baßimpulse im Bereich 50–80 Hz durch die unmittelbare Nähe der Resonanz ungenau und durch starkes Nachschwingen aufgebläht wiedergegeben.

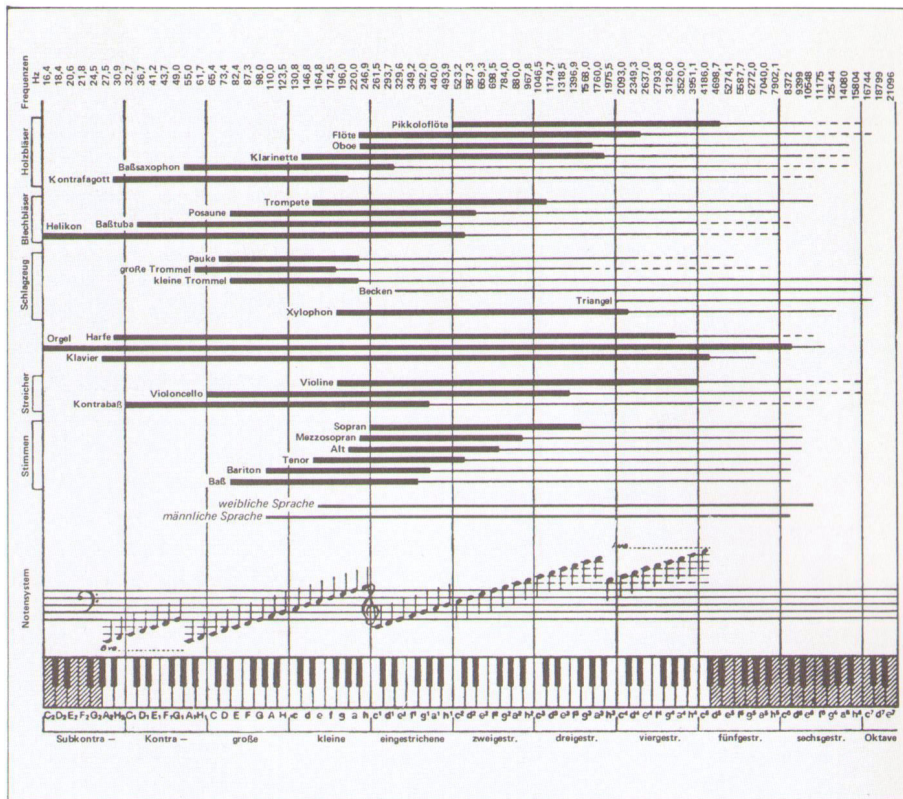
Tiefbässe sind in der Musik erst hörbar (lt. Zwicker/Feldtkeller, Fletscher/Munson Meyer und wie eigene Versuche gezeigt haben) wenn ihr Schallpegel mindestens 75–80 dB beträgt.

Deshalb ist ein vollkommen ausgeglichener Frequenzverlauf bis zur untersten Oktave (Subkontra 16,4–30,9 Hz) erforderlich, um auch die Tiefbässe wahrzunehmen.

Um diesen ausgeglichenen Frequenzverlauf bis zu max. 16 Hz herab zu realisieren, scheidet die konventionelle Bauweise aus. Auch Hornkonstruktionen scheiden wegen ihrer großen Länge bei dieser tiefen Grenzfrequenz auf Grund von Platzproblemen aus.



1.) Geschlossenes Gehäuse 60 ltr. 30 cm Baß



Frequenzumfang verschiedener Instrumente, der Gesangs- und Sprechstimme

So kam nur eine **Laufzeitleitung** (TML) für den Baßlautsprecher in Frage, um die Forderung einer unteren Grenzfrequenz von mind. 20 Hz bei hervorragendem Impulsverhalten zu erfüllen. Baßlautsprecher mit Laufzeitleitungen haben den großen Vorteil des unendlichen Volumens, ohne jedoch deren Nachteil der beschränkten Baßwiedergabe. Der Lautsprecher wird im Impulsverhalten nicht durch ein Luftpolster bei Einschwing- und Ausschwingvorgängen negativ beeinflusst.

Stehende Wellen und Reflexionen, die in geschlossenen Gehäusen und Baßreflexgehäusen nie ganz ausgeschlossen werden können, werden durch konstruktive Maßnahmen in der Laufzeitleitung vollkommen unterdrückt.

Die hervorragende Trennung der vor- und rückseitigen Schallabstrahlung des Baßlautsprechers ergibt eine wirkungsvolle Membranregelung über den gesamten Baßbereich (20–400 Hz), was dem eigenen guten Impulsverhalten des Baßlautsprechers noch entgegenkommt. Durch das Zusammenlegen der Laufzeitleitungsresonanz und der Baßlautsprecherresonanz (ca. 20 Hz) ergibt sich eine bis zu

dieser Frequenz resonanzfreie Baßwiedergabe und eine wirksame Bedämpfung.

Wir sind bei der Entwicklung und Konstruktion der TITAN in allen Punkten kompromißlos vorgegangen.



© beim Hersteller
Archiv Michael Otto
HiFi-Classic.de

© beim Hersteller
Archiv Michael Otto
HiFi-Classic.de

Gehäuse und Laufzeit- leitung. (Real-Transmissions-Line)

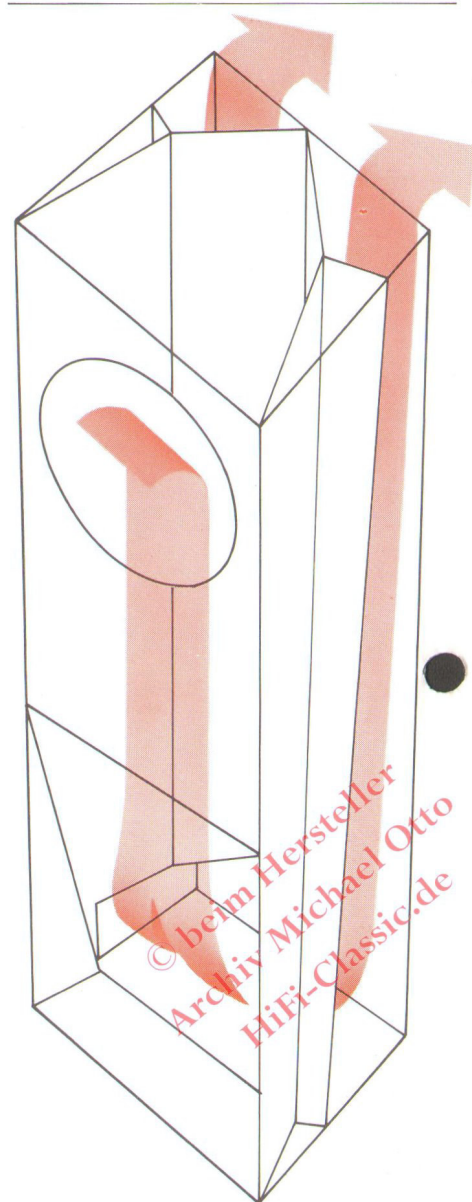
Das Ziel war eine untere Grenzfrequenz von mindestens 20 Hz. Also mußte die Länge der Laufzeitleitung $\lambda/4$ der Wellenlänge von 20 Hz (17 m) betragen. $\lambda/4$ der Wellenlänge von 17 m = 4,3 m sind konstruktiv nur gefaltet zu realisieren. Aus akustischen Gründen haben wir uns für eine **einmal** gefaltete Leitung entschieden, weil sie eine maximale Resonanzfreiheit bietet. Die erforderliche mechanische Länge von 3,2 m ist also nicht zu umgehen und so ergibt sich die Höhe von 1,5 m für die TITAN. Genau abgestimmte Dämpfung mit speziellen Dämm-Material verlängert die Laufzeitleitung auf akustisch 4,3 m.

(Weil in dem Dämm-Material die Schallgeschwindigkeit von 330 m/s in Freiluft, auf ca. 250 m/s sinkt, „sieht“ der Baßlautsprecher nicht 3,2 m, sondern 4,3 m). Die Eigenresonanz des Baßlautsprechers wurde ebenfalls mit 20 Hz gewählt, das ergab eine optimale Bedämpfung dieser Frequenz. Stehende Wellen verhindern wir, indem wir die gegenüberliegenden Wände in einem Winkel von 40–70° zueinander stellen. Gehäuseresonanzen gibt es so gut wie gar nicht, denn 40 mm zweifach verleimte, hochverdichtete Spanplatten und die innere Versteifung der Laufzeitleitung bringen sie auf ein nicht mehr meßbares Maß. Gewicht der Box: Über 100 kg.

Durch die konstruktiv bedingte hohe Anordnung des Baßchassis und die stark unterschiedliche Länge zu Ober- und Unterkante der Box wird das akustische Feld durch Gehäuse und Fußboden nicht beeinflusst.

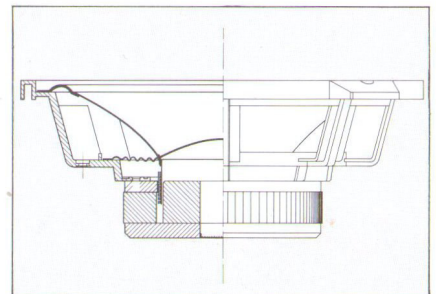
Wenn man, wie wir, einen vollkommen ausgeglichenen Frequenzverlauf bis zur unteren Grenzfrequenz von ca. 20 Hz ohne Kompressionerscheinungen bei Dynamiksprüngen von ≈ 40 dB bei hoher Impulstreue erreichen will, kann man ein standardmäßiges Baßchassis vergessen. Aus technischer und akustischer Sicht unmöglich.

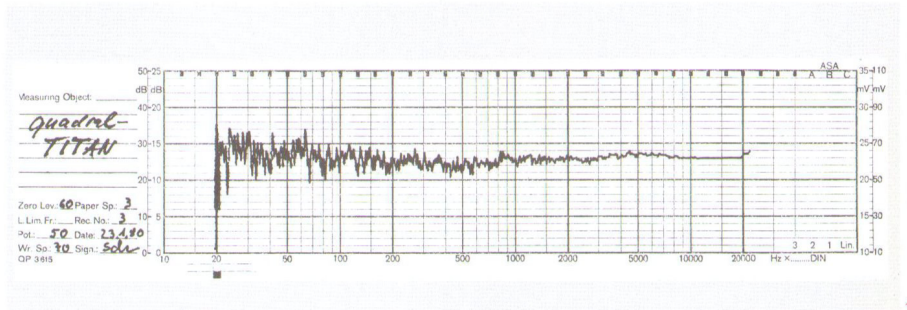
Das von uns eingesetzte Baßchassis ist eine Spezialausführung mit 320 mm \varnothing die den technischen Erfordernissen der Laufzeitleitung in jeder Hinsicht gerecht wird. Es zeichnet sich durch eine sehr starre nicht abwickelbare Membran aus, die in



dem zugeordneten Bereich (20 Hz bis ≈ 400 Hz) kolbenförmig schwingt, auch bei unhörbaren schnellen Ein- und Ausschwingvorgängen. Die effektive Membranfläche beträgt 520 cm², die Schwingspule hat einen Durchmesser von 100 mm und der linear nutzbare Hub beträgt ± 11 mm.

In Verbindung mit der Laufzeitleitung ergeben sich so dynamische Verhältnisse, die getrost als ideal bezeichnet werden können.





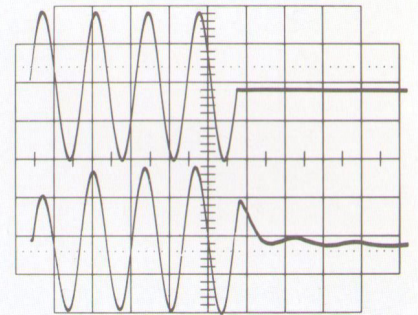
© beim Hersteller
Archiv Michael Otto
HiFi-Classic.de

Der Chassiskorb besteht aus einer Aluminiumlegierung mit schmalen kräftigen Rippen, die antiparallel zur Membran verlaufen. Um Taumel-effekte bei dem großen nutzbaren Hub zu vermeiden, ist der Kern des Antriebssystems durchbohrt. Beide Maßnahmen leiten die Wärme besser ab, und es ergibt sich eine bessere Magnetfeldausnutzung.

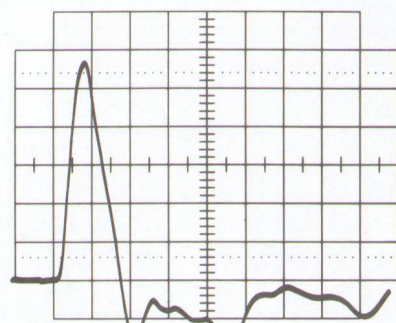
Die totale dynamische Masse beträgt trotz der starren Membran und der großen Schwingspule von 100 mm Ø nur ca. 60 g. In Verbindung mit dem hohen Kraftfaktor (B·L) von 7 garantiert das eine schnelle Anstiegszeit von ca. 180 ms. Insgesamt: **Excellenter Qualitätsstandard im Bassbereich.**

Aus technischer, vor allem aber aus akustischer Sicht. Maßstab für den Mitten- und Hochtonbereich.

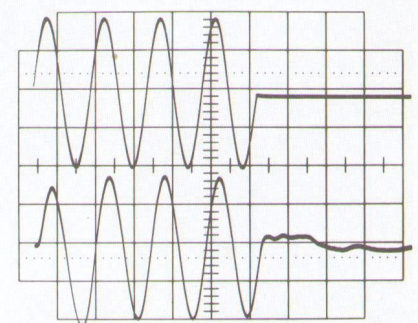
oben: Generator 60 Hz/5 V eff



unten: Akustisches Signal, Tieftöner
oben: Generator 200 Hz/5 V eff



Akustisches Signal, 500 µs/cm



unten: Akustisches Signal, Tieftöner

© beim Hersteller
Archiv Michael Otto
HiFi-Classic.de

Mitteltonbereich.

Zum besseren Verständnis: Die subjektiv empfundenen Mittenfrequenzen liegen zwischen 300 Hz bis ca. 4000 Hz. Das kommt einem Frequenzumfang von fast 4 Oktaven gleich.* Der größte Teil des musikalischen Geschehens spielt sich vom Grundton her in diesem Bereich ab.

Um in diesem wichtigen Bereich die Klangdefinition und das Auflösungsvermögen nicht negativ zu beeinflussen, ist die erste Voraussetzung das Vermeiden von Phasenfehlern durch die Frequenzweiche und den Lautsprecher. Zweitens muß ein möglichst genaues Folgen der Membran proportional zum dynamischen Signal gewährleistet sein. Die Erfüllung der ersten Voraussetzung verlangt einen Lautsprecher, der den gesamten Bereich von ≈ 300 Hz bis ≈ 4000 Hz, bei ausgeglichenem Schalldruckverlauf und ohne Phasensprünge, übertragen kann.

Für die zweite Voraussetzung muß der Lautsprecher bis zur oberen Frequenz kolbenförmig schwingen, sehr schnell einschwingen und exakt ausschwingen. Außerdem müssen Dynamiksprünge von ≈ 40 dB ohne Kompressionserscheinungen reproduziert werden.

Durch den tiefliegenden Bereichsanfang von ca. 300 Hz kam ein Kalottenmitteltöner nicht in Frage.

quadral-Lösung: Wir haben auch hier ein Spezialchassis eingesetzt, das auf die vorgenannten technischen Forderungen hin entwickelt wurde.

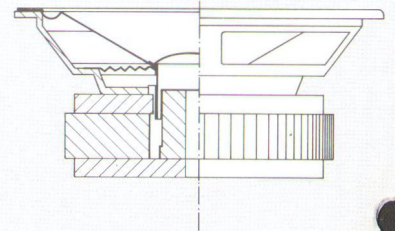
* (eingestrichene – viergestrichene Oktave)

Kalottenmitteltöner sind durch ihre hochliegende Resonanz von ca. 350 bis 800 Hz und der kleinen effektiven Membranfläche erst ab ca. 700 bis 800 Hz einzusetzen. Außerdem haben sie den großen Nachteil, daß bei großen Dynamiksprüngen die Kalotte einbeult und es Kompressionserscheinungen und Signalverfälschungen geben kann.

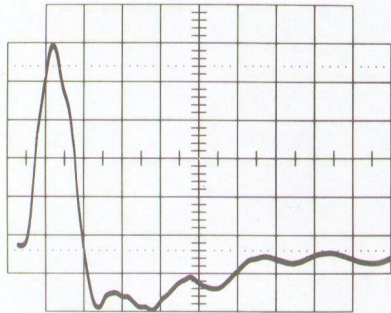
Unser Mitteltöner ist ein Konuslautsprecher von 120 mm Ø mit einer sehr leichten, starren, nicht abwickelbaren Membran.

Membranmaterial und -geometrie sind auf ausgeglichenen Amplituden- und Phasenverlauf ausgelegt, was sich im hohen Auflösungsvermögen komplexer Musik äußert. Als Korb wurde, wie beim Tieftonchassis, die bewährte Alulegierung verwendet, weil sie im Vergleich zum tiefgezogenen Blechkorb wesentlich steifer und resonanzärmer ist.

Die Schwingspule hat einen Durchmesser von 25 mm, was eine große wirksame Leiterlänge im Magnetfeld sowie hohe thermische Belastbarkeit gewährleistet.



Ein starkes Magnetfeld und eine über den Polkern gezogene Kupferkapsel bewirken in Verbindung mit der geringen dynamischen Masse von 4,4 g die **extrem schnelle Anstiegszeit von 34 μ s**.

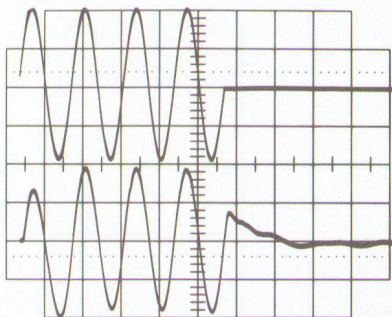


Akustisches Signal, 100 μ s/cm

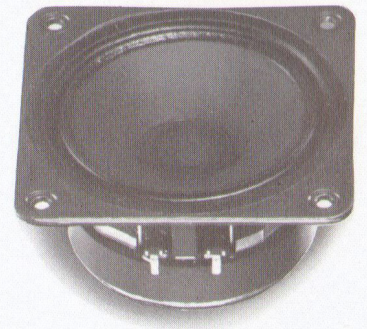
Die effektive Membranfläche von 70 cm² und der lineare Hub von \pm 1,8 mm ermöglichen Dynamiksprünge von 40 dB ohne Kompressionerscheinungen für den gesamten Übertragungsbereich (300–4000 Hz).

Durch die extrem kurze Anstiegszeit von 34 μ s und die hohe innere Dämpfung des Chassis ergeben sich präzise Ein- und Ausschwingvorgänge bei jeder Frequenz.

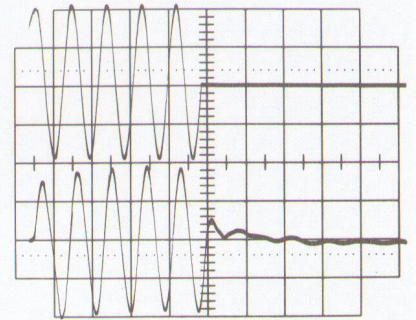
oben: Generator 500 Hz/5 V eff



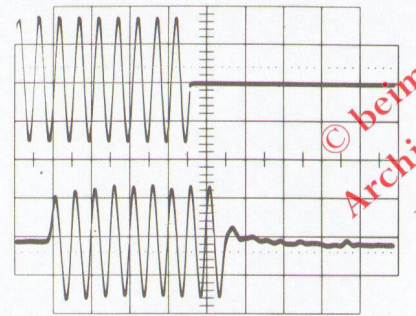
unten: Akustisches Signal, Mitteltöner



oben: Generator 1 kHz/5 V eff



unten: Akustisches Signal, Mitteltöner
oben: Generator, 3 kHz/5V eff



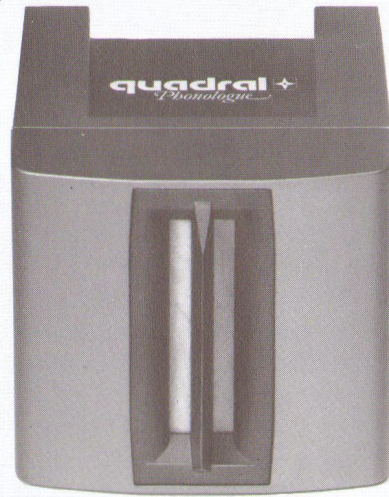
unten: Akustisches Signal, Mitteltöner

© beim Hersteller
Archiv Michael Otto
HiFi-Classic.de

© beim Hersteller
Archiv Michael Otto
HiFi-Classic.de

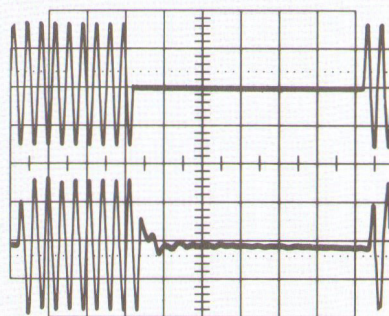
Hochtonbereich.

Um im Hochtonbereich das gleich gute Auflösungsvermögen komplexer Musikpassagen sowie maximale Verfärbungsfreiheit, wie auch im Tief- und Mittentonbereich, zu erreichen, wird ein spezieller **elektrodynamischer Bändchenlautsprecher** eingesetzt.

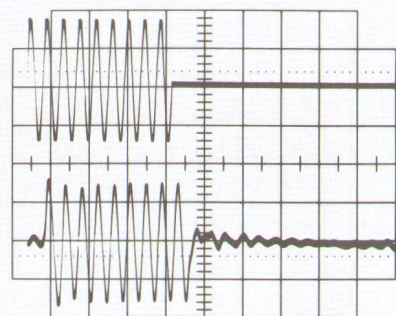


Gutes Auflösungsvermögen sowie Verfärbungsfreiheit bedeutet für den Lautsprecher eine exakte Impuls wiedergabe ohne Eigenleben und einen äußerst linearen Übertragungsbereich bis über die Hörgrenze hinaus. Diese Forderung kann ein Bändchenhochtoner im Gegensatz zum Konus- oder Kalottenlautsprecher fast ideal erfüllen.

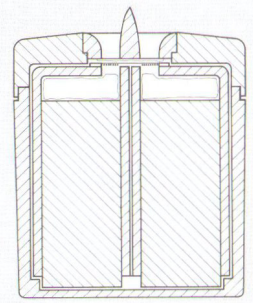
oben: Generator, 15 kHz/5 V eff



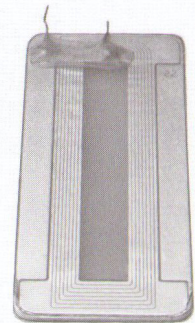
unten: Akustisches Signal, Bändchenhochtöner
oben: Generator, 16 kHz/5 V eff



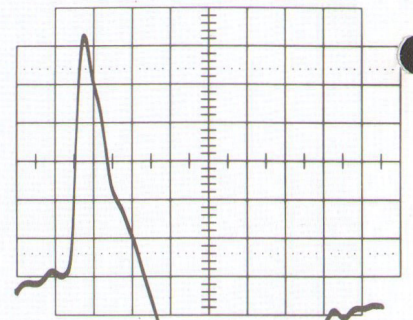
unten: Akustisches Signal, Bändchenhochtöner



Auf einer hochwärmebeständigen Membranfolie von 7 μm Dicke sind bändchenförmige Aluminiumleiter von 10 μm aufgedampft.



Die effektiv wirksame Membranfläche beträgt ca. 6,3 cm^2 bei einer dynamischen Masse von 0,02 g. (Zum Vergleich: Eine 25 mm Hochtonkalotte hat ebenfalls $\approx 6 \text{ cm}^2$ Fläche, aber eine dynamische Masse von $\approx 0,7\text{--}1 \text{ g}$.) Da alleine die Strahlungsimpedanz für die Bedämpfung der Membran verantwortlich ist, ergibt sich in Verbindung mit der sehr kleinen Masse ein hervorragendes Impulsverhalten, sowie die extrem schnelle Anstiegszeit von 1,4 μs



Akustisches Signal, 10 $\mu\text{s}/\text{cm}$

(Konus- und Kalottenhochtöner haben Anstiegszeiten von $\approx 10\text{--}15 \mu\text{s}$). Durch die gleichmäßig über die gesamte Membranfläche verteilte Antriebskraft sind Teil-schwingungen vollkommen unterbunden, was eine äußerst lineare Übertragung gewährleistet, die bis ca. 100 kHz reicht. Die Frequenz-unabhängige Impedanz bringt ein hervorragendes elektrisches und akustisches Phasenverhalten mit sich.

steller
Michael Otto
Classic.de

TITAN, VULKAN, WOTAN und ALTAN.

Die **Phonologue-Serie** von **quadral** ist ein typisches Beispiel dafür, wie die Erfüllung hoher Ansprüche an die Wiedergabequalität von HiFi-Lautsprechern über einen weiten Bereich verwirklicht werden kann. Die TITAN setzt die Maßstäbe. Wer sich für die TITAN entscheidet, beweist dadurch, daß sich seine Ansprüche im Bereich des Absoluten bewegen. Die Leistung der TITAN bestätigt voll die Richtigkeit dieser Entscheidung.

Aber auch wenn man ganz einfach, egal aus welchen Gründen, Konzessionen machen **muß**, hört in der Phonologue-Serie die perfekte Wiedergabequalität nicht einfach auf – im Gegenteil. Mit der Ausschöpfung aller Möglichkeiten des derzeit Machbaren wurde die unmittelbare Vergleichbarkeit zum Leader der Serie, der TITAN, erreicht.

Die VULKAN, die WOTAN und die ALTAN unterscheiden sich optisch und im Preis, bedingt durch die unterschiedlichen Einsatz- und Leistungsbereiche, untereinander und von der TITAN. Doch gönnen Sie sich das Vergnügen, im Hörvergleich festzustellen, wie dicht die Boxen in der Klangqualität zusammenliegen.

Rein an der Leistung gemessen ergibt sich so ein sehr günstiges Preis-/Leistungsverhältnis, vor allem, wenn man dabei bedenkt, daß jede Phonologue-Box für sich und in ihrer Klasse zu den besten der jeweiligen Kategorie zählt.

5 Jahre Garantie geben volle Sicherheit.

Wenn wir auch um's Detail bei der Erklärung der Technik nicht herumkommen, so gipfelt unser wichtigster Rat dennoch in einem einzigen Wort: **Probieren!**

Technische Daten und Design können ohne Vorankündigung vom Hersteller geändert werden.



quadral Phonologue
 Typ: **WOTAN**
 3 Wege
 Prinzip: O.L.C.D.-Prinzip
 Nennbelastbarkeit: 150 Watt
 Impulsbelastbarkeit: 200 Watt
 Übertragungsbereich: 30 Hz...50 kHz
 Übergangsfrequenzen: 400 Hz
 4000 Hz
 Impedanz: 8 Ohm
 Erzielbarer
 Dämpfungsfaktor: 20
 Bestückung:
 Tieftöner 260 mm Ø
 Mitteltöner 120 mm Ø
 Hochtöner Bändchen
 Ausführung: Nußbaum, antik
 Eiche, rustikal
 Mahagoni
 Eiche, schwarz
 empf. Verstärkerleistung: 80...>150 Watt an 8 Ohm
 Front, abnehmbar Stoff
 Maße (H x B x T) 700 x 400 x 350 mm
 Gewicht, netto 28 kg

quadral Phonologue
 Typ: **ALTAN**
 3 Wege
 Prinzip: O.L.C.D.-Prinzip
 Nennbelastbarkeit: 100 Watt
 Impulsbelastbarkeit: 150 Watt
 Übertragungsbereich: 35 Hz...50 kHz
 Übergangsfrequenzen: 400 Hz
 4000 Hz
 Impedanz: 8 Ohm
 Erzielbarer
 Dämpfungsfaktor: 20
 Bestückung:
 Tieftöner 225 mm Ø
 Mitteltöner 120 mm Ø
 Hochtöner Bändchen
 Ausführung: Nußbaum, antik
 Eiche, rustikal
 Mahagoni
 Eiche, schwarz
 empf. Verstärkerleistung: 50...>100 Watt an 8 Ohm
 Front, abnehmbar Stoff
 Maße (H x B x T) 569 x 340 x 280 mm
 Gewicht, netto 17 kg

Technische Daten und Design können ohne Vorankündigung vom Hersteller geändert werden.

© beim Hersteller
 Archiv M
 HiFi



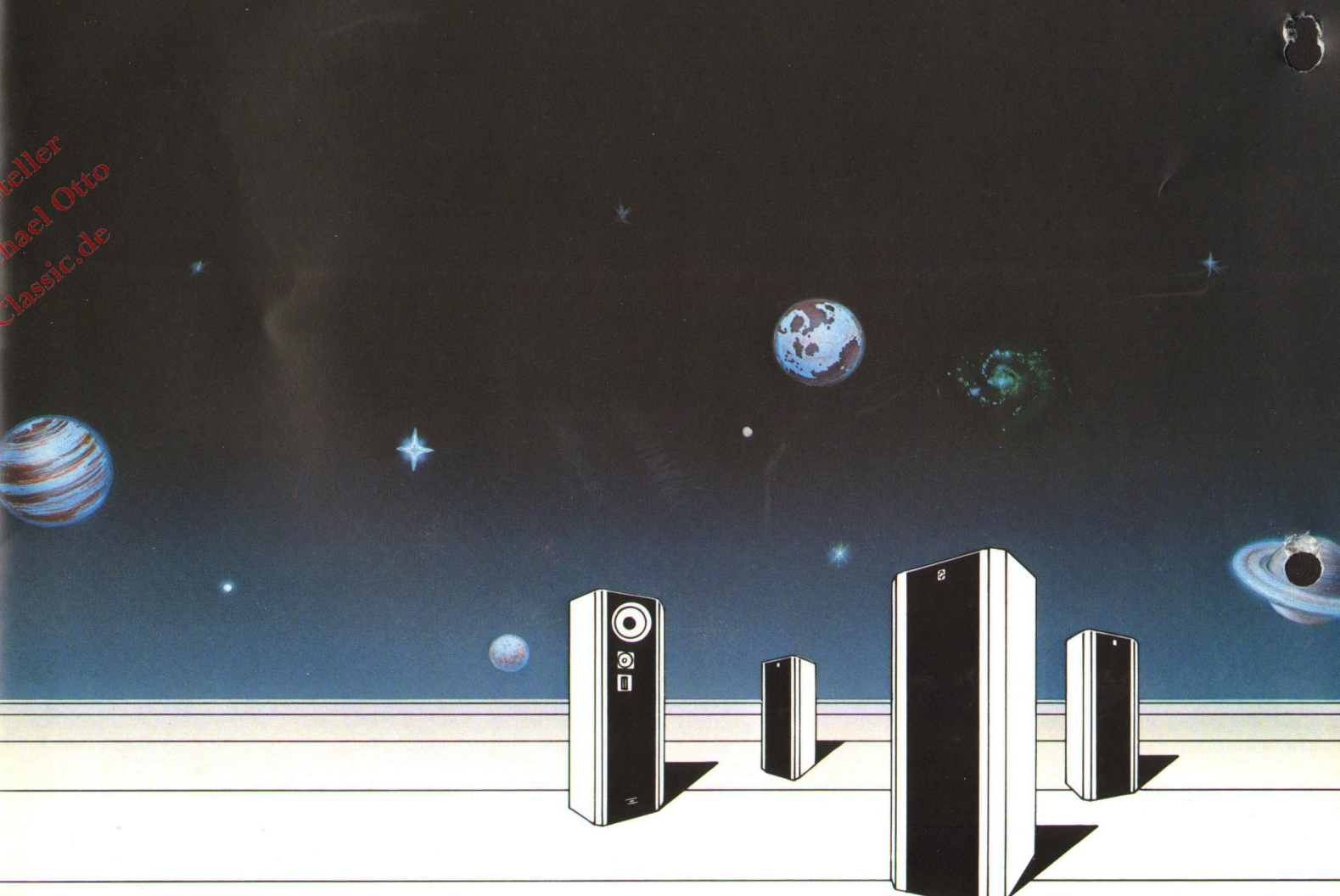
quadral 

Unternehmensbereich der all-akustik Vertriebs GmbH & Co. KG
 Eichsfelder Str. 2 · 3000 Hannover 21 · Tel. (0511) 795072 · Telex 923974 all d

TITAN · VULKAN
WOTAN
ALTAN

Hifi-Lautsprecher der höchsten Güteklasse!

eller
mael Otto
Classic.de



quadral 
Phonologue

quadral Phonologue-HiFi-Lautsprecher

Ganz am Anfang stand ein Entwicklungs-Auftrag von besonderem Format. Es galt einen Lautsprecher mit allen nur erdenklichen Fähigkeiten zu bauen, einen Lautsprecher, der selbst in dem kleinen Feld der absoluten Welt-Spitzenklasse für Aufsehen sorgen sollte.

Das mußte ein Lautsprecher werden, der durch überragende Durchsichtigkeit und Räumlichkeit brilliert, der über ein exzellentes Auflösungsvermögen speziell komplexer klassischer Musik verfügt und dessen Impulsverhalten beispielhaft ist.

Dabei wurde besonderer Wert auf echte, abgrundtiefe und dabei kraftvolle Tiefbaßwiedergabe gelegt.

Der Lautsprecher sollte kompromißlos und ohne Rücksicht auf den berühmten kalkulatorischen Rotstift durchentwickelt und aufgebaut werden.

Heute können wir Ihnen das Resultat präsentieren, den quadral Phonologue-Lautsprecher **TITAN**, Real Transmission-Line.

Klar, daß so ein Spitzenlautsprecher nicht billig sein kann, denn alle eingesetzten Materialien und Bauteile sind vom Feinsten.

Deshalb galt es, in der zweiten Entwicklungsphase eine sukzessive Verkleinerung der **TITAN** vorzunehmen, um unterschiedlichen Höreransprüchen und finanziellen Möglichkeiten gerecht zu werden.

Entscheidend bei diesem Schritt war, einmal gefundene Erkenntnisse konsequent beizubehalten, eben ganz nahe am Ideal zu bleiben.

Das Ergebnis ist der quadral Phonologue-Lautsprecher **VULKAN**, Real Transmission-Line.

In der letzten Entwicklungsstufe realisierte quadral zwei weitere Lautsprecher, die es auch weniger betuchten aber nichtsdestoweniger anspruchsvollen HiFi-Freunden ermöglichen, den Aufstieg in die Welt der Spitzenklasse HiFi-Lautsprecher zu finden: quadral Phonologue **WOTAN** und quadral Phonologue **ALTAN**.

Wir stellen Ihnen hier die komplette quadral Phonologue-Serie vor und an den Daten werden Sie schon erkennen, daß es sich bei diesen Lautsprechern um ganz besondere Entwicklungen handelt.

Für Sie gibt es einen untrüglichen, sicheren Weg, das im Vergleich zu erfahren:

Probehören!

quadral Phonologue

Typ:

Prinzip:

Nennbelastbarkeit:

Impulsbelastbarkeit:

Übertragungsbereich:

Übergangsfrequenzen:

Impedanz:

Erzielbarer

Dämpfungsfaktor:

Bestückung:

Tieftöner

Mitteltöner

Hochtöner

TITAN

3 Wege

Real-Transmission-Line

350 Watt

600 Watt

16 Hz...50 kHz \pm 2 dB

400 Hz

4000 Hz

8 Ohm

100

320 mm \emptyset

120 mm \emptyset

Bändchen



Ausführung: Nußbaum, antik
Eiche, rustikal
Mahagoni
Eiche, schwarz
empf. Verstärkerleistung: 200...>500 *Watt an 8 Ohm
Front, abnehmbar Stoff
Maße (H x B x T) 1500 x 540 x 505 mm
Gewicht, netto 115 kg

* Ist unser voller Ernst,
denn je mehr Leistungs-
reserven, um so besser das
Verhalten bei Dynamikspitzen.

Technische Daten und Design können ohne Vorankündigung vom Hersteller
geändert werden.

quadral Phonologue **VULKAN**
Typ: 3 Wege
Prinzip: Real-Transmission-Line
Nennbelastbarkeit: 150 Watt
Impulsbelastbarkeit: 250 Watt
Übertragungsbereich: 20 Hz...50 kHz ± 2 dB
Übergangsfrequenzen: 400 Hz
4000 Hz

Impedanz: 8 Ohm
Erzielbarer
Dämpfungsfaktor: 50

Bestückung:
Tieftöner 260 mm Ø
Mitteltöner 120 mm Ø
Hochtöner Bändchen
Ausführung: Nußbaum, antik
Eiche, rustikal
Mahagoni
Eiche, schwarz

empf. Verstärkerleistung: 100...>200 Watt an 8 Ohm
Front, abnehmbar Stoff
Maße (H x B x T) 1160 x 400 x 390 mm
Gewicht, netto 55 kg



*Hifi-Lautsprecher
der höchsten Güteklasse!*

quadral 
Phonologue



© beim Hersteller
Archiv Michael Otto
HiFi-Classic.de

© beim Hersteller
Archiv Michael Otto
HiFi-Classic.de

quadral 

Unternehmensbereich der **all-akustik** Vertriebs GmbH & Co. KG
Eichsfelder Str. 2 · 3000 Hannover 21 · Tel. (0511) 795072 · Telex 923974 all d