



#### quadral HiFi-Lautsprecher

Hochwertige Qualität vom kompakten Regallautsprecher über Satellitensysteme bis zum High-End Standlautsprecher.

#### quadral Surround-Sound-Systems

Das Sortiment mit DOLBY® PRO•LOGIC-Komponenten für hochwertigen Surround- und effektvollen Kinosound zu Hause.

#### quadral traffic Autolautsprecher

Höchste Klangqualität im Auto. Präzise und optisch integrierte Systeme neuester Technik.

#### quadral allcraft Beschallungssysteme

Professionelles Equipment für Beschallungen kleinster Clubs bis zu Open-Air Veranstaltungen (PA).

Optimale Übertragungsqualität mit elektro-akustischen quadral-Anlagen auf Flughäfen, in Tagungsräumen oder Kirchen (ELA).

**quadral**   
*Phonologue*

Deutschland:  
quadral GmbH & Co. KG  
Am Herrenhäuser Bahnhof 26-30  
30419 Hannover  
Tel. 05 11/79 04 - 0  
Fax 05 11/75 35 28  
Telex 9 23 974 all d

Niederlande:  
Acoustical Handelmaatschappij b.v.  
NL-1200 AC Hilversum  
Postbus 111  
Tel. 0 35/6 26 06 11  
Fax 0 35/6 24 15 78

Schweiz:  
GROB ELECTRONIC AG  
CH-8952 Schlieren  
Ifangstraße 1  
Tel. 01/7 30 34 40  
Fax 01/7 30 35 80

Österreich:  
grothusen gmbh  
Albert-Schweitzer-Gasse 5  
A-1140 Wien  
Tel. 02 22/9 70 22-0  
Fax 02 22/9 70 22-9

Belgien:  
INVOR  
B-2610 Wilrijk  
Fotografielaan 22  
Tel. 03/8 30 03 67  
Fax 03/8 30 48 10

Spanien:  
Quick Sound  
Avda. de la Cañada, 56  
E-28820 Coslada - Madrid  
Tel. 91/6 74 10 99  
Fax 91/6 74 07 85

Tschechische Republik:  
VLK electronic  
T.G. Masaryka 1281  
CZ-76001 Zlín  
Tel./Fax 0 67/7 21 20 48  
Tel./Fax 0 67/7 21 10 75

**quadral**   
*Phonologue*



Das Erlebnis  
**quadral Phonologue TITAN**



# Die Legende TITAN.



**TITAN MK I:**  
REFERENZ  
(Stereoplay 12/81)

**TITAN MK II:**  
absolute Spitzenklasse,  
REFERENZ  
(Stereoplay 11/83)

**TITAN MK III:**  
absolute Spitzenklasse,  
REFERENZ  
(Stereoplay 2/87)

**TITAN MK IV:**  
sehr gut, Referenzklasse  
(HiFi-Vision 4/90)

1981 stellte quadral einen Lautsprecher der Spitzenklasse vor, der zur Legende wurde und bis heute unvergessen ist:

Die quadral Phonologue TITAN. Zahlreiche Testsiege in renommierten deutschen und internationalen Fachzeitschriften dokumentieren die herausragende Klasse dieses High-End-Lautsprechers.

Von 1981 bis 1989 waren die TITAN-Modelle MK I bis MK III ununterbrochen Referenz für Passivlautsprecher bei der Fachzeitschrift Stereoplay und bis 1992 als MK IV bei HiFi-Vision. Die TITAN avancierte in anderthalb Jahrzehnten zu einem Klassiker der vollendeten Musikwiedergabe, an dem sich die HiFi-Fachwelt bis heute orientiert. Mit der quadral TITAN wurde und wird Musik nicht gehört – sie wird erlebt.

Die physikalische Auslegung der ersten vier Generationen, ihre Größe und Membranfläche waren die Grundlage bei der Entwicklung der neuen TITAN.

Das Entwicklungsziel war ein Frequenzumfang, der die Dynamik aller Instrumente bis hin zu größten Klangkörpern in vollem Umfang wiedergeben kann. Mit einer Reihe technologischer Kunstgriffe wurde dieser hohe Anspruch erreicht.

Eine vollkommen neue Auslegung der Real-Transmission-Line ermöglicht die schlanke Gestaltung. Das neue Design wirkt elegant und leicht. Die

## Die neue TITAN.

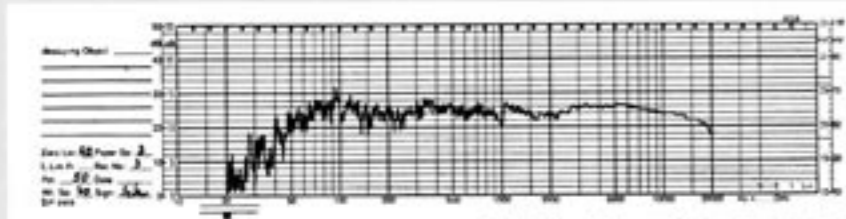
Oberfläche ist in Erle und Wurzelholz lieferbar. Andere Farben und Furniere können auf Kundenwunsch gefertigt werden. Dazu unterbreitet der quadral Phonologue Händler gern ein Angebot.





## Die akustische Laufzeitleitung.

Im Lautsprecherbau wird heute das Prinzip der geschlossenen Box und der Baßreflexbox am häufigsten angewandt. Diese Gehäusekonstruktionen gewährleisten eine ausreichende Baßwiedergabe bis hinunter zu einer Resonanzfrequenz, die für großvolumige Boxen bei ca. 40 Hz und bei Kompaktboxen bei etwa 60-100 Hz liegt. Unterhalb dieser Resonanzstellen fällt der Schalldruck mit 12 dB/Oktave ab, da von diesem Punkt an die Frequenz quadratisch in den Strahlungswiderstand eingeht (Grafik 1).

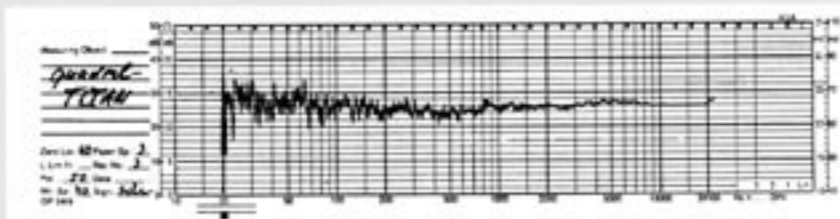


Grafik 1: geschlossenes Gehäuse 60L, 30cm Baß

Zu dem auf diese Weise nach unten begrenzten Übertragungsbereich kommt zusätzlich noch die nachteilige Beeinflussung des Ein- und Ausschwingverhaltens des Baßlautsprechers. Diese Beeinflussung ist zum einen bedingt durch die im Übertragungsbereich liegende Resonanzfrequenz, zum ande-

ren liegt die Störung am nicht gleichförmig mitschwingenden, im Gehäuse eingeschlossenen Luftpolster. Ein vollkommen ausgeglichener Frequenzverlauf bis zur untersten Oktave (Subkontra 16,4 - 30,9 Hz) ist aber erforderlich, um auch die Tiefbässe wahrnehmbar werden zu lassen. Die konventionelle Bauweise kam deshalb bei der Entwicklung nicht in Betracht. Auch Hornkonstruktionen scheiden wegen ihrer großen Länge aufgrund von Platzproblemen aus. Eine Konstruktion, die diese Anforderung bei praktikabler Gehäusegröße erfüllen kann, ist die akustische Laufzeitleitung (Real-Transmission-Line).

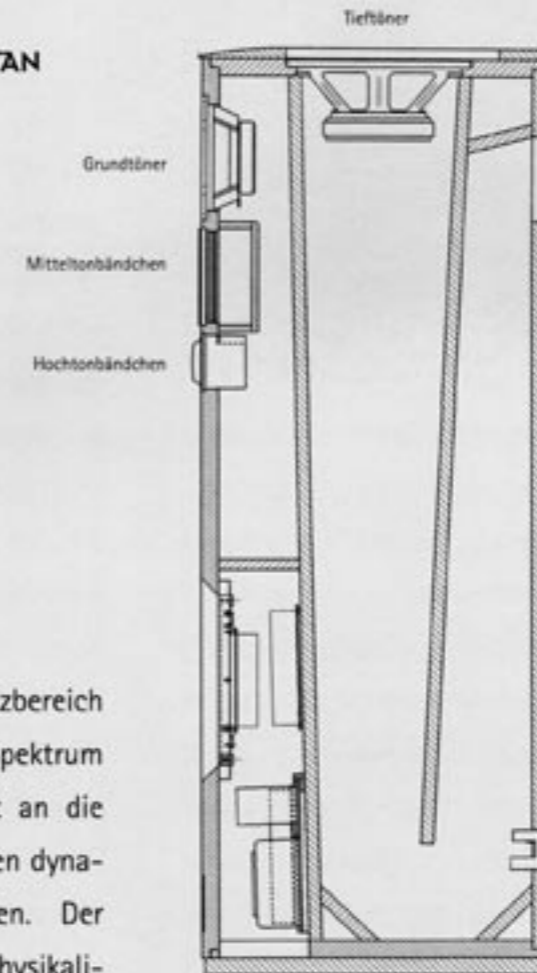
Die erforderliche Länge der Laufzeitleitung für einen Übertragungsbereich bis hinab zu 30 Hz liegt bei 5,7 m. In der Praxis ist eine Rohrleitung sol-



Grafik 2: Frequenzverlauf der TITAN

cher Länge nicht einsetzbar. Deshalb wird die Laufzeitleitung in der neuen TITAN einmal gefaltet. Dieses lediglich einmalige Falten reduziert die unerwünschten Teilresonanzen auf ein absolutes Minimum. Durch partielle Bedämpfung der Laufzeitleitung wird die Schallgeschwindigkeit vermindert, was einer Verlängerung des Rohres gleichkommt. Die akustische Laufzeitleitung ist also effektiv sehr viel länger, als es die Gehäuseabmessungen aussagen. Der Vorteil gegenüber anderen Konstruktionsprinzipien liegt jedoch nicht nur in der extrem niedrigen unteren Grenzfrequenz und dem ausgeglichenen Schalldruckverlauf in diesem Bereich, sondern tatsächlich in den guten dynamischen Verhältnissen. In der Praxis ergibt sich in einem 28 m<sup>2</sup> großen Hörraum mit einer Nachhallzeit von 0,5 s ein ausgeglichener Schalldruckverlauf ohne hörbare Resonanzen im gesamten Baßbereich bis hinunter zu 20 Hz (Grafik 2).

## Schnitt durch die TITAN



### Der Tieftonbereich

Der untere Frequenzbereich im musikalischen Spektrum (20 Hz - 100 Hz) stellt an die Lautsprecher die größten dynamischen Anforderungen. Der Grund dafür ist die physikalische Forderung, daß bei Fre-



quenzhalbierung das Schiebevolumen bei konstantem Schalldruck viermal größer sein muß, z.B.:

100 Hz = 55 cm <sup>3</sup>
50 Hz = 220 cm <sup>3</sup>
25 Hz = 880 cm <sup>3</sup>

Da der Baßbereich von einem Lautsprecher bestimmter Größe übertragen wird, kann man auch sagen:

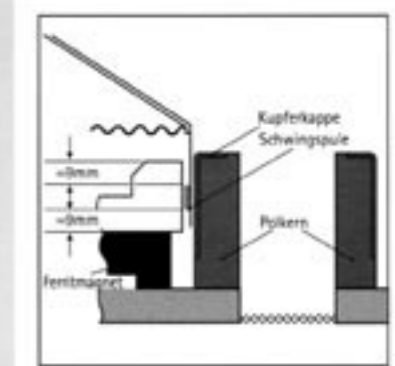
100 Hz = ± 0,5 mm
50 Hz = ± 2 mm
25 Hz = ± 8 mm

Diese Beispiele zeigen, daß im Baßbereich ein sehr großer mechanischer Hub des Lautsprechers notwendig ist, um einen



entsprechenden Schalldruck bei tiefen Frequenzen zu erzeugen. Das Ergebnis dieser grundlegenden Entwicklungsarbeit ist ein neues Baßchassis für die quadral Phonologue TITAN. Der

neu konstruierte Antrieb des Baßchassis unterscheidet sich gravierend von herkömmlichen Antrieben und ist deshalb auch völlig frei von deren Nachteilen. Er garantiert extreme Linearität, niedrigste Verzerrungen bei höchsten Pegeln und exakte Impulsverarbeitung. Die Schnittzeichnung zeigt den konstruktiven Aufbau. Das Wesentliche: In einem 24 mm tiefen Luftspalt befindet sich im Zentrum eine 7 mm hohe Schwingspule auf einem 64 mm ø großen Träger. Der benötigte ausgedehnte Hub kann also bis ± 9 mm in einem vollkommen homogenen Magnetfeld ultralinear ausgeführt werden. Der große Schwingspuldurchmesser von 64 mm und der durchbohrte Polkern gewährleisten gute thermische Verhältnisse. Der Chassiskorb aus hochwertigem Druckguß gibt dem 9 kg schweren Lautsprecher hohe innere Stabilität.



Schnittzeichnung Tieftöner



## Der Grundtonbereich.

Ein großer Teil des musikalischen Geschehens spielt sich im Grundtonbereich ab. Um hier die Klangdefinition und das Auflösungsvermögen nicht zu beeinflussen, hat quadral einen neuen Grundtonlautsprecher entwickelt.

Wegen des niedrigen unteren Frequenzbereiches von 100 Hz wurde die größtmögliche Membranfläche gewählt, die den oberen Frequenzbereich von 600 Hz noch nicht einengt. Dem Membrangrundstoff, der Cellulose, wurde ein 10%iger Anteil von Glasfasern zugesetzt. Das bringt eine hohe Steifigkeit der Membran bei geringem Gewicht, ohne die positiven Eigen-

schaften der inneren Dämpfung eines Pappmembrankegels zu verlieren. Die Membrangeometrie wurde auf maximale innere Stabilität bei gleichzeitig gutem Abstrahlverhalten im oberen Frequenzbereich ausgelegt. In Verbindung mit einem genau ermittelten Dämpfungsaufstrich wurde ein sehr guter Amplituden- und Phasenverlauf erreicht. Die neu konzipierte Gummisickenrille hat einen sehr großen Abrollradius, der geringste Verzerrungen im gesamten Übertragungsbereich garantiert ( $k_{ges} = < 0,2\%$  bei 90 dB).



Der Chassiskorb mußte der großen Membrane angepaßt werden. Dabei wurde gleichzeitig die statische Auslegung optimiert. Der Korb besteht aus hochwertigem Aluminium-Druckguß.

Die Schwingspule von 25 mm Durchmesser sitzt auf einem gelochten Alu-Träger, der in Verbindung mit dem Polkern eine hohe thermische Belastbarkeit garantiert.

Ein starkes Magnetfeld und eine über den Polkern gezogene Kupferkapsel bewirken in Verbindung mit der geringen dynamischen Masse von 16 g die extrem schnelle Anstiegszeit von 80 µs.

Die effektive Membranfläche von 200 cm<sup>2</sup> und der lineare Hub von 4,8 mm ermöglichen Dynamiksprünge bis 115 dB ohne Kompressionserscheinungen für den gesamten Übertragungsbereich (100 - 600 Hz).

Durch die extrem kurze Anstiegszeit von 80 µs und die hohe innere Dämpfung des Chassis ergeben sich präzise Ein- und Ausschwingvorgänge bei jeder Frequenz.

Grundtöner

## Der Mitteltonbereich.

Zum besseren Verständnis: Die subjektiv empfundenen Mittenfrequenzen liegen zwischen 500 Hz und ca. 4000 Hz. Das kommt einem Frequenzumfang von drei Oktaven (zweigestrichene bis viergestrichene) gleich.

Ein großer Teil des musikalischen Geschehens spielt sich in diesem Frequenzband ab. Um in diesem wichtigen Bereich die Klangdefinitionen und das Auflösungsvermögen nicht zu beeinflussen, hat quadral einen großflächigen, isodynamischen Bändchen-Mitteltöner entwickelt, der diese Anforderungen ideal erfüllt.

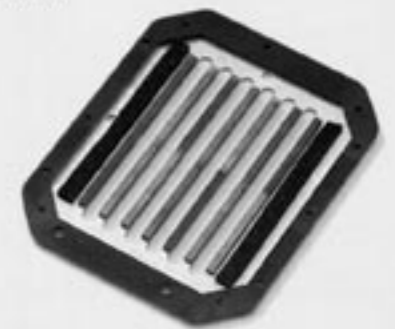


Mehr als 10 Jahre Erfahrung mit hochwertigen Bändchen-Hochtönern und die in den letzten Jahren gemachten Fortschritte in der Materialtechnologie und -verarbeitung ermöglichten die Entwicklung dieses, in seiner Art einmaligen Mitteltonsystems.

Die Flächenmembrane ist im Aufbau dem Bändchen-Hochtöner ähnlich. Als Trägerfolie wird 10 µm Kaptonfolie eingesetzt, auf der 20 µm Aluminiumleiterbahnen sitzen. Durch einen speziellen Fertigungsprozeß werden die Leiterbahnen mit der Folie molekular verbunden. Die mechanische Festigkeit ist somit bis 450 °C stabil. Von der wirksamen Membranfläche (50 cm<sup>2</sup>) werden 90% gleichmäßig angetrieben. Dadurch sind Teilschwingungen vollkommen unterbunden.

Die dynamische Masse beträgt nur 0,2 g (zum Vergleich: Ein Konus oder Kalotten-Mitteltöner gleicher Membranfläche hat eine 20-25fach höhere Masse (4-5 g)). Die geringe Masse ergibt mit einer Anstiegszeit von nur 10 µs eine extrem schnelle Reaktion auf Signale. Die obere Grenzfrequenz liegt bei 35 kHz.

Membranfolie  
Mitteltöner



Magnetträgerplatte  
Mitteltöner

Durch die sehr kleine Masse ergibt sich ein gutes Verhältnis zur Strahlungsimpedanz, was der idealen Bedämpfung einer schwingenden Masse sehr nahe kommt. Phasenfehler sind in diesem System durch die gleichzeitig schwingende Flächenmembran sowie der frequenzunabhängigen Impedanz ausgeschlossen.

Das magnetische Feld wird durch 2x14 Stabmagnete erzeugt. Die mechanische Konstruktion erfordert sehr kleine, aber extrem starke Magnete. Das derzeit beste Material dafür ist Neodym-Bor, dessen magnetische Dichte ca. 10 mal größer ist, als die von herkömmlichem Ferrit.

## Der Hochtonbereich.

Große Fortschritte in den Bereichen Materialtechnik und Verarbeitung erlaubten es quadral, ein vollkommen neues Bändchenprinzip zu entwickeln.

Ein Ziel dabei war es, die Membranfolie zu optimieren. Bei herkömmlichen Systemen wird eine Kunststoff- und eine Aluminiumschicht mit Hilfe eines Klebers aufeinandergepresst. Die maximale Betriebstemperatur einer auf diese Weise hergestellten Folie ist aufgrund der Verklebung auf ca. 200°C begrenzt.

Bei großen Impulspaketen sind solche Temperaturen jedoch schnell erreicht, und es kann zu Ablösungen der Leiterbahnen von der Trägerfolie kommen.

Die quadral Membran dagegen ist kleberfrei hergestellt. Als Trägerfolie wird hierbei Kapton eingesetzt, das eine Temperaturfestigkeit von mehr als 500°C aufweist. In einem speziellen Fertigungsprozeß wird auf einer 10µm dünnen Aluminiumschicht in einem 24 Stunden dauernden Hochtemperaturverfahren eine 5µm dünne Kaptonschicht aufgebracht. Durch diese Art der Herstellung ergibt



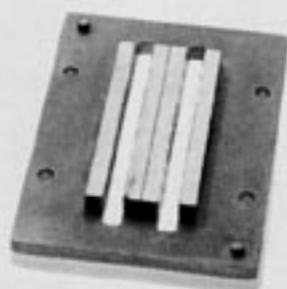
Schnittzeichnung Hochtöner



Hochtöner



Membranfolie Hochtöner



Magnetträgerplatte Hochtöner

sich eine unlösliche molekulare Verbindung der beiden Schichten, die bis 450°C hält. In einem hochpräzisen photochemischen Prozeß werden dann die Leiterbahnen mit einer maximalen Abweichung von 0,5% herausgearbeitet. Ein weiteres Augenmerk wurde auf die Neukonstruktion des Magnetsystems gelegt. Um die Membran optimal antreiben zu können, muß der Verlauf der magnetischen Induktion an die Nachgiebigkeit und den Strahlungswiderstand der Antriebsfläche angepaßt werden. Zur Erzeugung dieses magnetischen Feldes benötigt man einen mechanischen Aufbau mit sehr kleinen, gleichzeitig aber extrem starken Magneten. Wie im Mitteltonbereich wurde dieses Ziel durch Magnete aus Neodym-Bor realisiert. Dieses aufwendige Magnetsystem gewährleistet, daß die Membran sehr gleichförmig über ihre abstrahlende Fläche angetrieben wird. In Verbindung mit der extrem geringen Masse von 12mg konnte ein hervorragendes Impulsverhalten und eine Linearität bis über 80kHz hinaus realisiert werden.

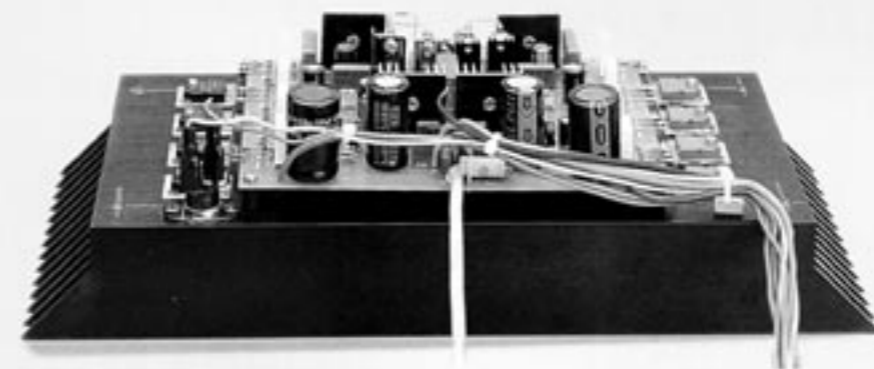
## Die Endstufe.

Die höchsten Anforderungen an einen Verstärker werden im unteren Baßbereich gestellt. Der Verstärker muß hier die größten Amplituden und Ströme liefern. Die sogenannte Gegen-EMK (elektromagnetische Kraft), die der Tieftonlautsprecher im Betrieb zum Verstärker zurückliefert, muß über den dynamischen Innenwiderstand (Dämpfungsfaktor) kompensiert werden. Gleichzeitig muß der Verstärker die feiner gezeichneten Mitten und Höhen wiedergeben.

Wird ein Verstärker im Baßbereich entlastet (z.B. Bi-Amping) gewinnt er deutlich im Mittel-

schaltungstechnische Konzeption ist auf den reinen Baßbereich optimiert. Die maximale Leistung der Endstufe wurde den physikalischen Gegebenheiten des Baßlautsprechers und der Real-Transmission-Line angepaßt (400W Nennleistung, 500W Impulsleistung).

Der Dämpfungsfaktor wurde auf 500 gelegt, um die großen Ströme der Gegen-EMK des Baßlautsprechers zu dämpfen. Die Ausgangstransistoren sind hochwertige MOS-Fet, die eine exzellente thermische Stabilität garantieren. Vor der Endstufe sitzt ein aktiver Filter mit der Übergangsfrequenz von ca.



Endstufen-Block

hochtonbereich an Klangqualität. Aus diesem Grund ist der untere Baßbereich, der auf die Real-Transmission-Line arbeitet, mit einer eigenen Endstufe versehen. Die Auslegung und

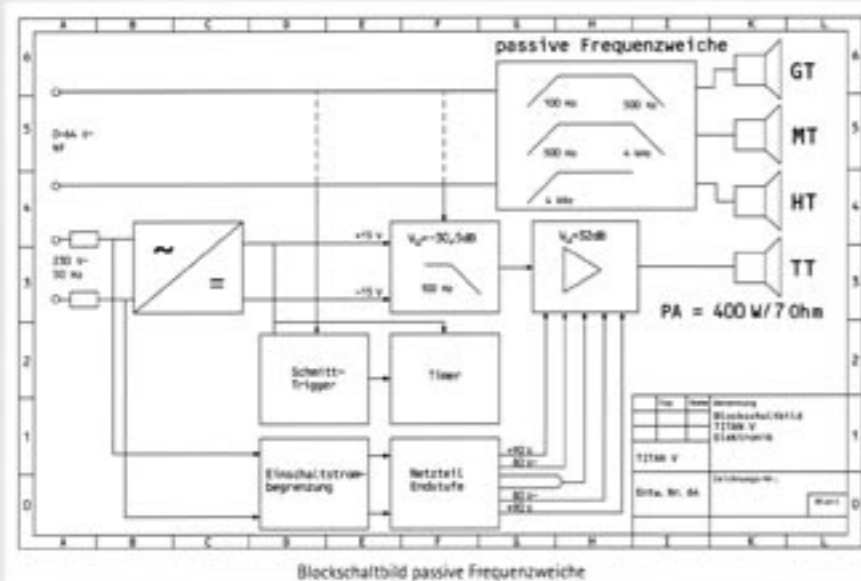
100Hz. Das Signal wird den Lautsprecheranschlußklemmen entnommen, von wo es zur passiven Weiche geht, die den Grundton-, Mittel- und Hochtonlautsprecher ansteuert.



Endstufen-Netzteil

Das Netzteil der Endstufe ist mit 40% Reserve ausgelegt (700VA). Die Ladekapazität beträgt 33000µF. Durch die direkte Kopplung des Baßlautsprechers mit der Endstufe ohne Relais ist eine ideale Dämpfung und Impulsverarbeitung gegeben. Die Endstufe wird über eine Einschaltautomatik aktiviert. Kommt ca. 5min. kein Signal schaltet sie sich wieder ab.





### Die Frequenzweiche.

Die drei Einzelchassis für den Grundton-, den Mittelton- und den Hochtonbereich besitzen für ihren jeweiligen Einsatzbereich optimale dynamische und klangliche Voraussetzungen. Allerdings, auf sich allein gestellt, wären sie nicht in der Lage die Anforderungen an ein System zu erfüllen. Dazu gehört die Frequenzweiche.

Ganz individuell abgestimmt auf die positiven Eigenschaften der drei Chassis steuert die Frequenzweiche die genaue Abgrenzung der Übertragungsbereiche, die ja letztlich den Klangeindruck ausmachen. Dazu gehört die Ermittlung vieler Faktoren, bei denen Physik und Meßtechnik nur noch wenig

beitragen können. Sie wurden zum größten Teil in langwierigen Hörsitzungen individuell ermittelt.

Die Frequenzweiche benötigt viele passive Bauteile und sitzt vor den Lautsprechern. Das bedeutet, daß die verwendeten Bauteile von exklusiver Qualität sein müssen. Um alle bekannten negativen Eigenschaften solcher Bauteile auszuschließen, ist quadral nicht den preiswertesten sondern den sichersten Weg gegangen. In allen Bereichen werden die derzeit besten Bauteile eingesetzt, die der Markt heute bietet.

Zum Aufbau der Schaltung wird eine hochstabile Epoxydgewebeplatte mit 105 µm versilberter Kupferschicht verwendet, und die Verdrahtung des Lautspre-

chers mit 4 mm<sup>2</sup> starker Silberlitze rundet den Einsatz hochwertigster Materialien konsequent ab.



## Technische Daten.

Typ	4 Wege, teilaktiv
Prinzip	Real-Transmission-Line
Nennbelastbarkeit	250 W
Musikbelastbarkeit	500 W
Übertragungsbereich	16...80.000 Hz
Übergangsfrequenz	100/500/4000 Hz
Impedanz	8 Ω
Wirkungsgrad	87dB/1W/1m
Bestückung:	Tieftöner 330 mm / aktiv
	Grundtöner 220 mm
	Mitteltöner Bändchensystem
	Hochtöner Bändchensystem
Tieftonendstufe:	Nennleistung 400 W
	Musikleistung 500 W
Maße (H x B x T)	1610 x 360 x 600 mm

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