

# YAMAHA-Testbericht

aus der Fachzeitschrift «rte» (Sonderdruck aus Heft Nr. 9/79)



1 Yamaha C-4: Natural Sound Stereo control Amplifier: enormer Aufwand

YAMAHA: VOR- UND ENDVERSTÄRKER DER SUPERLATIVE

## Fortschrittlich kompromisslos

Yamaha, der sich stolz «der Welt grösster Hersteller von Musikinstrumenten» nennt, brachte unter der Typenbezeichnung C-4 einen sogenannten «Natural Sound Stereo Control Amplifier» und einen in Form und Qualität angepassten Leistungsverstärker M-4 heraus. Wie der «rte»-Test zeigte, dürften sich kaum bessere Verstärker auf dem Markt befinden.

 Sowohl bei der Betrachtung der äusseren Gestaltung und des inneren Aufbaues als auch bei den sehr ausführlichen Datenblättern fällt auf, dass hier in beiden Konzepten ein immenser Aufwand getrieben wurde, für den allerdings zu befürchten ist, dass er vom (zahlenden) Publikum gar nicht in vollem Umfang erkannt wird, da die meisten Features in schaltungstechnischen Details stecken.

Zweifellos hat man für diese beiden HiFi-Bausteine ein Optimum an Übertragungsqualität angestrebt und dafür z.T. unter Ausnutzung modernster Halbleiter neuartige Schaltungstechniken konsequent angewendet. So werden im eigentlichen Übertragungsweg in den entscheidenden Verstärkerstufen z.B. ausschliesslich mit mehreren Konstantstromquellen kombinierte Differenzverstärkerstufen, z.T. mit FETs und Casca-

deschaltung, sowie aktive dynamische Kollektorwiderstände benutzt.

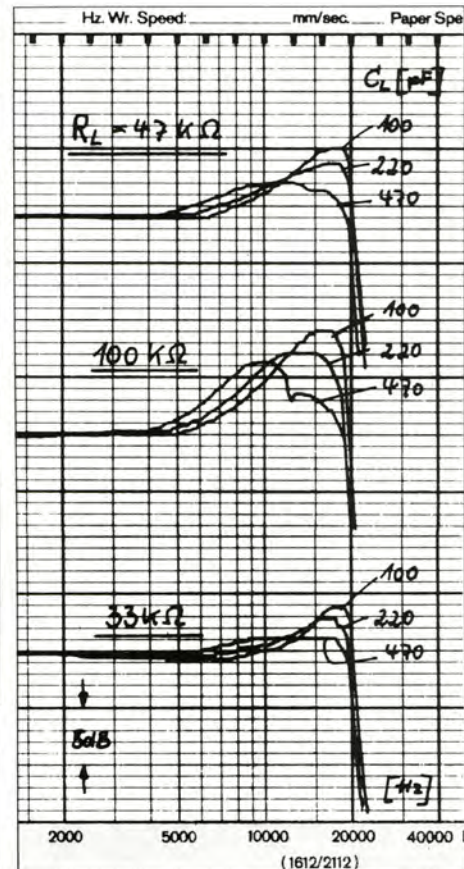
Auch hinsichtlich der Anschaltung und Anpassung externer Signalquellen wurde am C-4 viel Aufwand getrieben, um die objektiv und subjektiv günstigsten Wiedergabe- und Überspielbedingungen zu gewährleisten.

### Äusserst aufwendiger Vorverstärker

Bild 3 zeigt das vereinfachte Blockschaltbild des C-4. Es stehen insgesamt 3 Phono-Eingänge (2×MM, 1×MC) zur Auswahl. (Alle als Cinch-Buchsen ausgeführten Phono-Eingänge sind vergoldet.) Für den Schneidkennlinien-Entzerrer (3180/318/75)  $\mu$ s ist ein mit 19 Transistoren (pro Kanal!) sehr aufwendiger verzerrungsarmer und übersteuerungssicherer Verstärker entwickelt worden, in den eine exclusive «Current Noise Re-

duction» integriert ist. Die reziproke Nachbildung der Schneidkennlinie weicht weniger als 0,2 dB von der RIAA-Normkurve ab, und die Übereinstimmung beider Kanäle in Abhängigkeit von der Frequenz kann fast als 100%ig bezeichnet werden. Die erwähnte Rauschunterdrückung funktioniert tatsächlich hervorragend. Praktisch ebenso bemerkenswert ist die Möglichkeit, für die angeschalteten Magnetsysteme (Phono 1...2) lediglich durch Umschalten von 2 Schaltern sowohl die ohmsche ( $R_L$ ) als auch die kapazitive Last ( $C_L$ ) in jeweils 5 Stufen zu ändern und somit im Höhenbereich den günstigsten (resonanzfreien) Frequenzgang einzustellen (Bild 2). Doch so gut diese Sache an sich ist, so schwierig ist es für den Nichtfachmann, hiermit praktisch etwas Vernünftiges anzufangen. Während der Wiedergabe einer Schallplatte lässt sich die günstigste Einstellung, insbesondere die der kapazitiven Last, durch eine akustische Kontrolle nur schwer finden.

Der Phono-Eingang 3 ist zum Anschluss von MC-Abtastern vorgesehen.



2 Möglichkeiten zur Beeinflussung des Höhenfrequenzganges eines Tonabnehmers durch die beiden Cartridge-Load-Schalter (Abtaster: ELAC ESG 795E).

Dieser wegen einer angestrebten Rauschoptimierung ebenfalls sehr aufwendige Verstärker (er besitzt pro Kanal zweimal vier parallelgeschaltete NPN- und PNP-Transistoren) hat einen frequenzunabhängigen Eingangswiderstand von  $500 \Omega$  und gibt bei einer Eingangsspannung von  $50 \mu\text{V}$  am Überspielausgang (Rec out)  $100 \text{ mV}$ , am Pre-out-Ausgang  $1,3 \text{ V}$  ab.

Das aktive Klangregel-Netzwerk hat den üblichen Höhen- und Tiefen-Steller, zusätzlich jedoch je einen Steller «Turnover Frequency», mit dem der Einsatzpunkt der Anhebung bzw. Absenkung kontinuierlich verschoben werden kann. Erstaunlich gering ist der maximale Regelbereich von kaum  $10 \text{ dB}$ .

Die durch kleine Drucktasten an-schaltbaren Low- und High-Filter wirken sich innerhalb des Tonfrequenz-Bereiches kaum aus. Sie sind wohl mehr zur Unterdrückung von Rumpelgeräuschen, tiefstfrequenten Schaltstößen und hochfrequenten Störeinflüssen gedacht. Die vorgenommenen Höhen- und Tiefen-Einstellungen lassen sich durch Druck auf die dezent beleuchtete Taste «Tone Bypass» überbrücken (Bild 3), wodurch der Frequenzgang des C-4 optimal linearisiert werden kann.

Die Ausgangsspannung des C-4 wird über kleine Tastenschalter an 2 Pre-out-Buchsen geführt und gleichzeitig an einen Kopfhörer-Verstärker, dessen Ausgangspegel kontinuierlich einstellbar ist. Auch dieser Verstärker ist mit 9 Transistoren pro Kanal relativ aufwendig, u.a. mit einem verzerrungsarmen Differenzenverstärker im Eingang und Gegentakt-B-Verstärker im Ausgang. Bei  $U_a = 1 \text{ V}$  (Pre out) liegen hier maximal  $0,75 \text{ V}$  an  $8 \Omega \triangleq 70 \text{ mW}$ . Wie Bild 4 zeigt, liegt das Minimum der Gesamtverzerrungen bei einer Ausgangsspannung um  $8 \text{ V}$ . Diese wird bei normalpegeligen Signalquellen nur bei Vollaussteuerung erreicht, wenn der Volume-Steller ganz aufgedreht ist. Das würde aber wiederum bedingen, dass der Pegelsteller am Eingang des Endverstärkers M-4 – der bereits bei  $U_e = 1 \text{ V}$  seine Nennleistung erreicht – weit heruntergeregelt werden müsste. Und weil man ja wohl kaum die Nennleistung ausnutzen kann, liegt auch die Ausgangsspannung des C-4 im praktischen Betrieb weit unter dem Wert, bei dem die extrem geringen Klirrfaktorwerte erreicht werden.

### Leistungsfähige Endstufe

Obwohl es schon aus Gewichtsgründen (9 und  $17 \text{ kg}$ ) ratsam wäre, beide Kom-

ponenten nicht übereinanderzustellen, konnten bei der praktischen Erprobung irgendwelche Nachteile daraus nicht erkannt werden. Die Ansteuerung von insgesamt 10 LED-Stufen der «Peak Output Level»-Anzeige erfolgt über den IC

vom Typ TA 7612 AP, wobei bei  $8 \Omega$ -Last die 1. Anzeigenstufe beim Testmodell schon bei etwa  $2,5 \text{ mW}$  ( $\triangleq -47 \text{ dB}$ ) und die 10. Stufe bei  $145 \text{ W}$  ( $\triangleq 0 \text{ dB}$ ) ansprach. Wird die Anzeige von

## Messungen in «rte»-Labor

### Vorverstärker C4

#### Übertragungsbereich Fremdspannungsabstand

2 Hz...1MHz ( $-2 \text{ dB}$ )  
Phono  $\frac{1}{2}$ :  $114 \text{ dB}$   
Phono 3:  $58 \text{ dB}$   
Aux  
Tape  $114 \text{ dB}$   
Tuner

#### Geräuschspannungsabstand

Phono 3:  $\geq 70 \text{ dB}$   
alle anderen Eingänge:  $> 136 \text{ dB}$   
 $\leq 0,001\%$  ( $1 \text{ kHz}$ )

#### Klirrfaktor: (THD) Filter ( $-3 \text{ dB}$ )

Low:  $6,4 \text{ Hz}$   
High:  $12 \text{ kHz}$

#### Eingangsspannungen

Phono  $\frac{1}{2}$ :  $1,0 \text{ mV}$   
Phono 3:  $0,1 \text{ mV}$   
Aux  
Tape  $75 \text{ mV}$   
Tuner

#### Ausgangsspannungen (für die genannten Eingangsspannungen)

Pre out:  $1 \text{ V}$ ; max.:  $19 \text{ V}$   
Rec out:  $75 \text{ mV}$ ; max.:  $1,3 \text{ V}$   
Kpes:  $\leq 1\%$

#### Klangregelung

#### Phono-Entzerrung Kanal-Gleichheit Leistungsaufnahme Abmessungen Gewicht Preis:

Bass/Treble: max.  $10 \text{ dB}$   
(Einsatzpunkt variabel)  
RIAA ( $3180/318/75 \mu\text{s}$ )  
 $\pm 0,2 \text{ dB}$   
etwa  $35 \text{ VA}$  ( $220 \text{ V}$ ;  $50 \text{ Hz}$ )  
( $44 \times 10 \times 34$ ) cm  
 $9 \text{ kg}$   
 $1105 \text{ sfr.}$

### Endverstärker M4

#### Übertragungsbereich

DC:  $0...280 \text{ kHz}$  ( $\pm 0 \text{ dB}$ )  
AC:  $10 \text{ Hz}...100 \text{ kHz}$  ( $-1 \text{ dB}$ )  
 $1 \text{ Hz}...280 \text{ kHz}$  ( $-3 \text{ dB}$ )

#### Nenn-Ausgangsleistung Max. Ausgangsleistung

$2 \times 135 \text{ W}$  ( $8 \Omega$ )  
 $185 \text{ W}$ ;  $8 \Omega$   
 $210 \text{ W}$ ;  $4 \Omega$

#### Dämpfungsfaktor Klirrfaktor

$100$  ( $4 \Omega$ ;  $1 \text{ kHz}$ )  
 $< 0,1\%$  ( $135 \text{ W}$ )  
 $\leq 0,005\%$  ( $60 \text{ W}$ )

#### Fremdspannungsabstand

$> 100 \text{ dB}$

#### Eingangsspannung

$1 \text{ V}$  für  $100 \text{ W}$

#### Eingangs-Impedanz

$25 \text{ k}\Omega$ ;  $500 \text{ pF}$

#### Übersprechdämpfung

$92 \text{ dB}$  ( $1 \text{ kHz}$ )

#### Slew-Rate

$35 \text{ V} \mu\text{s}$

#### Peak-Output-Level-Anzeige

$2,5 \text{ mW}...145 \text{ W}$  ( $\triangleq -47...0 \text{ dB}$ )

Ansprechzeit:  $100 \mu\text{s}$

Rücklaufzeit:  $1,2 \text{ s}$

Over Load-Anzeige:  $\geq 160 \text{ W}$

#### Kopfhörer/Verstärker

$8...2000 \Omega$ ; (für  $8 \Omega \text{ Pa} = 70 \text{ mW}$ )

#### Leistungsaufnahme

$900 \text{ VA}$ ; ( $220 \text{ V}$ ;  $50 \text{ Hz}$ )

#### Abmessungen

( $44 \times 13 \times 38$ ) cm

#### Gewicht

etwa  $17 \text{ kg}$

#### Preis

$1320 \text{ sfr.}$

etwa 160 W überschritten, leuchtet eine «Overload»-LED auf. Der Klirrfaktor ist dann jedoch noch  $\triangle 1\%$ , (siehe auch Bild 6). Diese Anzeige reagiert mit etwa 0,1 ms sehr schnell, zwecks Beruhigung der Anzeige ist der Rücklauf jedoch verzögert.

Das vereinfachte Blockschaltbild der M-4 Endstufe zeigt Bild 5. Im Eingang, der sich zwischen DC-AC-Kopplung umschalten lässt, liegt ein für jeden Kanal getrennt einstellbarer Spannungsteiler «Level», der sich ganz herunterregeln lässt. Für eine Ausgangsleistung von 100 W ( $8\ \Omega$ ) ist eine Eingangsspannung von 1 V erforderlich. Die folgende Spannungsverstärkerstufe ist bestückt mit einer «Low Noise»-Dual-FET-Differentialstufe und einer an den Source-Anschluss angekoppelten Cascade-Doppel-Transistorstufe in Bootstrapschaltung. Diese auch in HF-Verstärkern z.B. in Oszilloskopen, oft verwandte Schaltungstechnik bewirkt – auch bei der DC-Kopplung in NF-Verstärkern – eine ungewöhnliche Sicherheit gegen Drift von Arbeitspunkten und eine weitgehende Unabhängigkeit von Schwankungen der Quellen-Impedanz. In einem diesbezüglichen Test blieb nach erfolgter maximaler Erwärmung das Klirrfaktor-Minimum tatsächlich unbeeinflusst.

Der einzelne Kanal lässt sich bis zum exakt symmetrischen Clippen bis 162 W ( $8\ \Omega$ ) und bei  $4\ \Omega$  bis 256 W ausfahren. Werden beide Kanäle gleichzeitig angesteuert, geht die so kontrollierte Ausgangsleistung auf 185 W, bzw. 210 W zurück.

Durch den PC-Limiter (Spannungs-

kontrolle am Emitter der Endtransistoren und Schalttransistor an der Basis des Treibers) wird die Kollektor-Verlustleistung schlagartig begrenzt, wenn die Lastimpedanz den Wert  $2\ \Omega$  unterschreitet, bzw. der Lsp.-Ausgang (versehentlich) kurzgeschlossen wird. (Bei der Parallelschaltung von 2 Boxen mit je  $4\ \Omega$  Nennimpedanz sprach dieser Limiter noch nicht an!) Tritt am Ausgang eine Gleichspannung auf (Verschiebung der Mittenspannung) reagiert ein sogenannter «DC-Detecting Speaker Protection Circuit», der über Relais die Lautsprecher von der jeweils gestörten Endstufe trennt. Diese Relais werden auch durch die Muting-Schaltung aktiviert, die erst einige Sekunden nach dem Einschalten des Gerätes die Wiedergabe freigibt. Der Verlauf des Klirrfaktors  $k$  in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung ist aus Bild 6 zu ersehen. Auch hier zeigt sich das für Gegentakt-Endstufen typische Bild, dass bei geringen Leistungen die Übernahme-Verzerrungen relativ hoch sind und darüber hinaus, bis zum Verzerrungseinsatz durch das Clippen, sehr geringe Verzerrungen vorliegen. Wer also keine grossen Abhör lautstärken mag, oder im Interesse des Hausfriedens einstellen kann, sollte sich stark gedämpfte Boxen aussuchen, damit der M-4 in einem günstigen Leistungsbereich gefahren wird. Die Pegel-Anzeige sollte sich dann etwa zwischen -20 und -10 dB bewegen.

### Zusammenfassung:

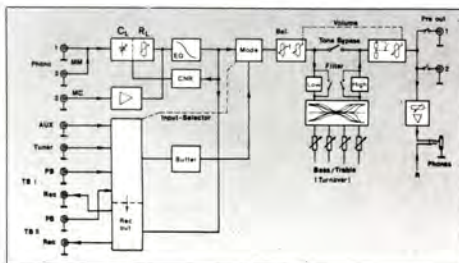
Sowohl der Vorverstärker C-4 als auch

Die Leistungsendstufe M-4 von Yamaha sind kompromisslos konzipierte HiFi-Stereo – Wiedergabeverstärker, mit denen durch eine fortschrittliche Schaltungstechnik – unter Ausnutzung fortschrittlicher Halbleitertechnik – extrem geringe Verzerrungen und sehr hohe Störabstände erreicht werden. Es dürften sich kaum Verstärker auf dem Markt befinden, deren Übertragungstechnische Daten merkbar besser sind als die der vorstehend beschriebenen Yamaha-Entwicklungen. Darüber hinaus sind sie ohne modischen Schnick-Schnack optisch sehr ansprechend gestaltet und vergleichsweise ungewöhnlich solide gefertigt. Die üblichen Bedienungselemente geben keine Rätsel auf, bis auf einige neue Einstellmöglichkeiten, die erhebliche Ansprüche an das technische Verständnis stellen. Bei der Wiedergabe müssen Tonabnehmer, Bandgerät und Tuner Farbe bekennen. Mit Sicherheit sind hörbare Verzerrungen nicht im Verstärkerweg entstanden, wenn die Anpassungs- und Aussteuerungsbedingungen beachtet werden und ein Lautsprecher-Paar zur Verfügung steht, das den höchsten Ansprüchen und damit der C-4/M-4-Kombination gerecht wird.

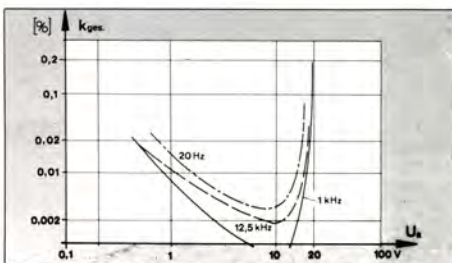
Für den HiFi-Freund, der sich mit einem 30-m<sup>2</sup>-Abhörraum im Reihenhaus zufrieden geben muss, ist diese Konzeption sicher wenig geeignet, es sei denn, er verzichtet auf den Endverstärker und steckt seinen HiFi-Kopfhörer in die «Phones»-Buchse des C-4.

Selten hat der Autor eine Testapparatur so ungern zurückgegeben!

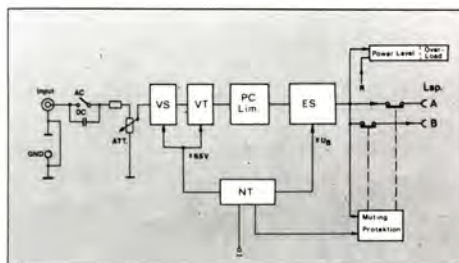
Hans-Joachim Haase



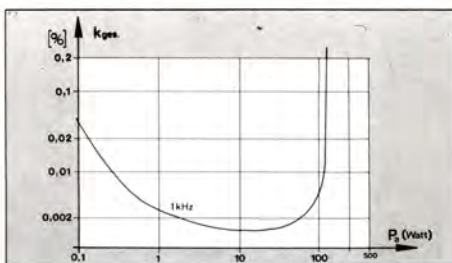
3 Vereinfachtes Blockschaltbild des C-4



4 Klirrfaktoren in Abhängigkeit von der Ausgangsspannung des Vorverstärkers C-4. in: AUX; Out: Pre out.



5 Vereinfachtes Blockschaltbild des Endverstärkers M-4



6 Klirrfaktor der Endstufe in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung (an  $8\ \Omega$ ).

Sonderdruck aus der Fachzeitschrift «rte», Heft Nr. 9/79

# YAMAHA HIFI

DER NATURAL SOUND



Unsere Verpflichtung zur musikalischen Perfektion wird immer wieder sichtbar, wenn hochspezialisierte Techniker ihre Meßgeräte sprechen lassen. Einerseits. Andererseits ist diese Perfektion hörbar. In der sinnvollen Kombination perfekt aufeinander abgestimmter Audio-Komponenten, die eines gemeinsam mitbringen - hohe Musikalität. Denn nur Ihr Ohr kann bestätigen, was wir Ihnen hier auf-führen: ein musikalisches Meisterstück.

Endverstärker M 4, Vorverstärker C 4, Tuner T 2,  
Sendust-Reineisenrecorder K-950.

Hören und erleben Sie diese Komposition.