

Luxman Röhren-Vorverstärker

Luxman ist bei uns als Hersteller eines umfangreichen Geräteprogramms, vorzugsweise der oberen Preisklasse, bekannt. Daneben gibt es in Japan noch ein komplettes Angebot an Röhrenverstärkern, von denen nur zwei Geräte bei uns auf dem Markt sind. Eine Tochtergesellschaft, die Lux-Kit, vertreibt sogar ausschließlich Röhrengeräte in Bau-satzform, was auf einen breiten Kreis von Anhängern schließen läßt.

Eigenschaften und Konstruktion

Der CL 32 präsentiert sich flach, wie man es von den meisten Transistorgeräten gewöhnt ist. Dazu wurden alle Röhren liegend auf einer senkrechten Zwischenplatte angebracht. Der Innenaufbau ist sehr sauber und

übersichtlich, wobei die beiden Verstärkerzüge nach links und rechts getrennt auf eigenen Platinen untergebracht sind, nur die Stromversorgung ist gemeinsam. Hier werden auch die einzigen Halbleiter des Geräts verwendet. Die Heizung erfolgt mit Gleichstrom und wird mit einer Transistorre-

gelung stabilisiert.

Auf der Frontplatte befinden sich von links nach rechts der Eingangsumschalter, der außer der Tuner zwei Phono- und zwei Aux-Eingänge aufweist. Eingangsempfindlichkeit für Tuner und Aux 2 wird mit Pegelstellern auf der Rückseite variiert werden. Phono 1 arbeitet auf dem gleichen Eingang wie Phono 2, kann jedoch in der Eingangsimpedanz abweichend vom Standardwert 50 kOhm auch auf 30 kOhm oder 100 kOhm umgeschaltet werden. Die zwei Kippschalter neben dem Eingangswähler dienen zum Anschluß und Überspielen zwischen zwei Tonbandgeräten, gefolgt vom Betriebsartenschalter für Stereo, Mono und Reverse.

Eine Klangregelung im üblichen Sinne besitzt der

CL 32 nicht, dafür aber eine als Linear Equalizer bezeichnete Einrichtung, die dem Frequenzgang als Ganzem eine steigende oder abfallende Charakteristik verleiht. Man kann damit den Klangcharakter von heller auf wärmer variieren, nicht aber den Frequenzgang in Einzelbereichen korrigieren. Interessanterweise wird diese Variante der Klangregelung mittlerweile auch in anderen Geräten verwendet (siehe Test Quad 44, Ausgabe März 1980).

Die beiden kleinen Knebschalter in der Mitte der Frontplatte, dienen zum Einschleifen von zwei Filtern mit 20 und 10 Hz Grenzfrequenz, bzw. als Balanceregler mit Mittenrastung. Zwei weitere Kippschalter dienen zum Abschwächen bzw. Abschalten des Ausgangs-



CL 32 und -Endstufe MQ 3600

signals, mit dem rechten können zwei Ausgangskanäle einzeln oder gemeinsam angewählt werden. Ein kleiner Druckschalter für das Netz ist mit einer Anzeigelampe darüber gekoppelt, der Lautstärkereglers sitzt ganz außen und arbeitet kontinuierlich ohne Rasterung.

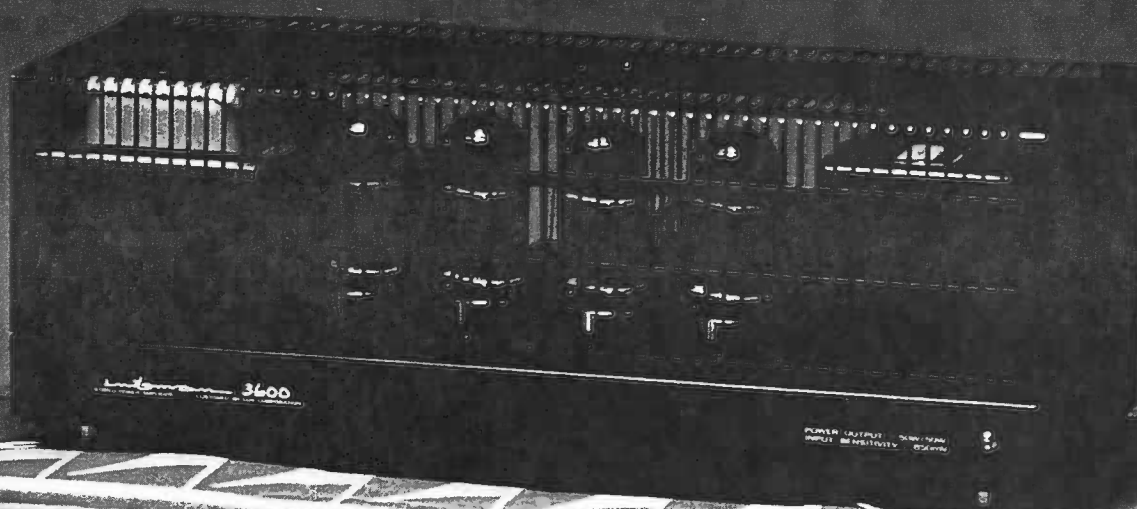
Alle Anschlüsse auf der Rückseite sind in Cinch ausgeführt, daneben gibt es noch eine Erdklemme, einen ungeschalteten und

zwei geschaltete Netzstecker nach US-Norm, sowie die schon erwähnten Pegelschalter und den Impedanzumschalter für Phono. Die Bedienung des Geräts ist dank der logischen Anordnung und vernünftigen Größenabstufung der Elemente einfach und angenehm. Leichtgängige Schalter und Potentiometer vermitteln den Eindruck von Präzision. Bei der Schaltungsauslegung hat Luxman trotz konventioneller Bestückung

(5x ECC83, 2x ECC82) einige neue Ideen entwickelt, dazu gehört z. B. eine SRPP (Shunt Regulated Push Pull) bezeichnete Ausgangsstufe des Phonoentzerrers, die Gleichstrom-gekoppelt ist und einige Merkmale moderner Transistorverstärker aufweist. Ungewöhnlich sind auch der beschriebene Linear Equalizer, ein Vierfachlautstärkereglers und ein Doppel-T-Filter zur Unterdrückung von tieffrequentem Rumpeln. Dessen un-

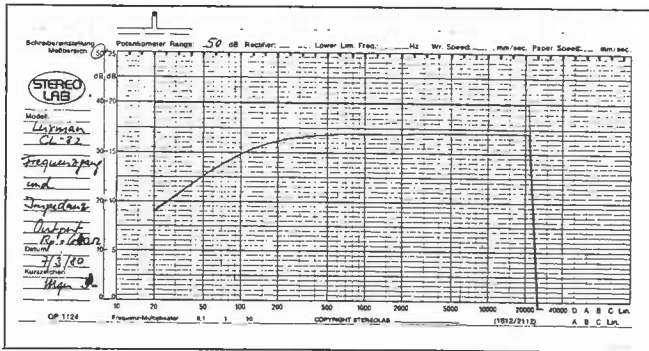
geachtet arbeitet die Schaltung recht geradlinig und mit geringer Gegenkopplung. Zusammen mit der Endstufe MQ 3600, erhält man eine Kombination, die ausschließlich mit Trioden bestückt ist.

Mit einem MC-Eingang oder einer Anschlußmöglichkeit für Kopfhörer, kann der CL 32 nicht aufwarten. Der erstere läßt sich in Röhrentechnik kaum realisieren, während ein vernünftig dimensionierter

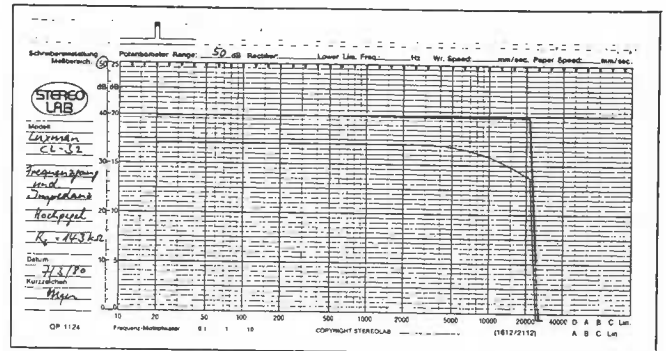


LUX CORPORATION, JAPAN

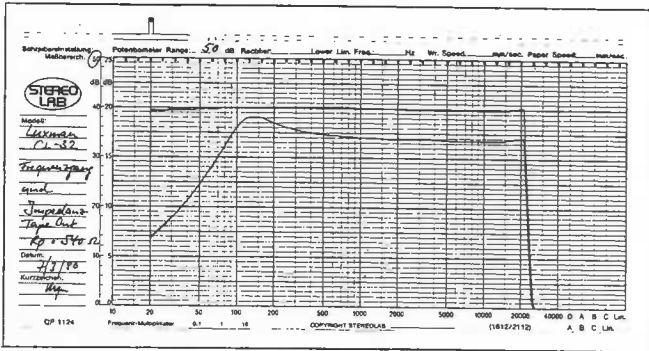
LUXMAN 3600
STEREO POWER AMPLIFIER model MQ3600



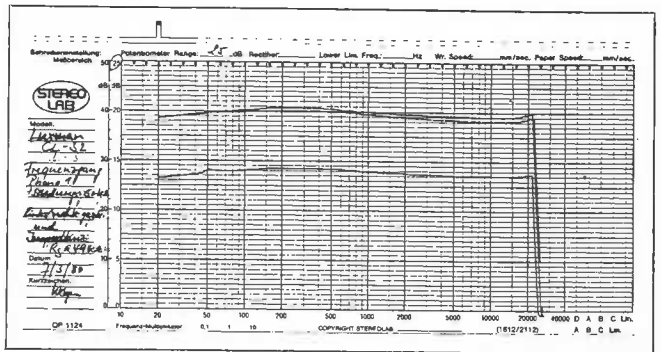
Frequenzgang und Impedanz Output



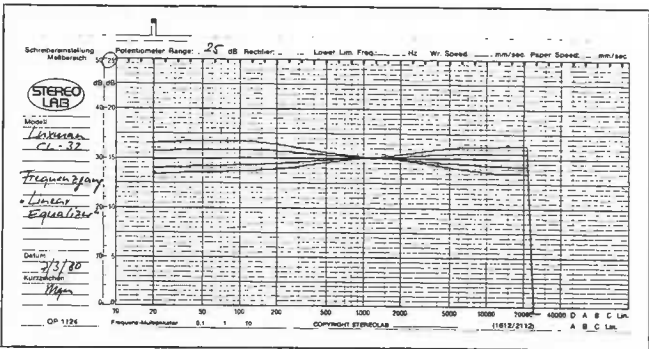
Frequenzgang und Impedanz Hochpegel



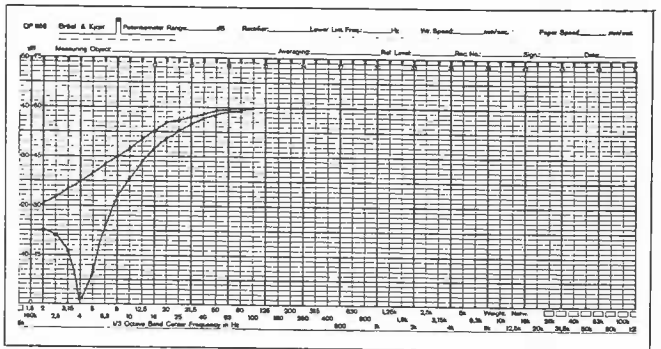
Frequenzgang und Impedanz Tape out



Frequenzgang und Impedanz Phono 1



Frequenzgang „Linear Equalizer“



Frequenzgang „Lowcut“ und „Subsonic“

Kopfhörerausgang bei Röhren eine beträchtliche Verlustleistung bedeutet. So hingegen bleibt der Leistungsverbrauch erfreulich gering.

Meßwerte und Kommentar

Mit 1,7 mV liegen die Empfindlichkeiten für Phono und 145 mV für Hochpegel bei üblichen Werten, die 70 HIFI exklusiv

Eingangswiderstände sind hoch, was sich bei Röhrengeräten leicht verwirklichen läßt. Beim Phonoeingang mit umschaltbaren Widerständen, ist die 100 kOhm-Stellung mit 111 kOhm etwas zu hoch ausgefallen. Oberhalb 5 kHz zeigen die Hochpegeleingänge einen Abfall des Eingangswiderstandes, der bei den immer vorhandenen Kapazitäten kaum vermeidbar ist und

auch nicht stört.

Die erzielbare Ausgangsspannung ist mit über 17 V an 47 kOhm sehr hoch und sinkt bei 4,7 kOhm auf 3,5 V ab. Für hochohmige Endstufen, wie die MQ 3600 spielt das keine Rolle, Verstärker mit weniger als 10 kOhm sollte man wohl besser nicht verwenden. Im wichtigen Ausgangsspannungsbereich unter 1 V ist das Klirrvverhalten ausge-

zeichnet. Bis 0,3 V liegen die Werte bei 0,01 % und darunter, um dann stetig anzusteigen. Bei 10 kHz konnten wir unter 0,3 V nur noch Rauschen messen, auch die Intermodulationswerte sind mit 0,04 % sehr gering.

Mehr als ausreichend erwies sich die Übersteuerungsfestigkeit des Phono-eingangs mit 280 mV, selbst laute Tonabnehmersysteme und Direktschnitte kommen

LABOR BERICHT

Luxman Röhren-Vorverstärker CL 32 und -Endstufe MQ 3600

bei weitem nicht an diesen Wert heran. Die Phonoentzerrung liegt mit $\pm 0,5$ dB Abweichung im Bereich von 20 Hz bis 20 kHz und 0,5 dB Kanalunterschied knapp außerhalb der Luxman-Angaben. Die übrigen Frequenzgänge sind im gesamten Bereich linealglatt.

Eine Besonderheit stellen die beiden Rumpelfilter dar, die nicht nur bei Phono wirksam sind. In der Low-cut-Stellung ist ein normales RC-Filter mit 20 Hz Grenzfrequenz und 6 dB/Oktave Flankensteilheit wirksam. Schaltet man auf Subsonic, kommt ein Dop-

pel-T-Filter dazu, das seine Nullstelle bei 4 Hz hat. Hier steigt die Dämpfung auf 40 dB und weist auch bei 2 und 6,3 Hz immer noch Werte von 25 dB auf. Tieffrequente Störungen von verwellten Schallplatten, werden damit von Endstufe und Lautsprecher wirkungsvoll fernge-

halten. Der Linear Equalizer arbeitet mit sehr feiner Abstufung, der Drehpunkt liegt bei rd. 1200 Hz. Aus den Schrieben erkennt man, daß die Impedanz aller Ausgänge bei tiefen Frequenzen ansteigt, wie das bei kondensatorgekoppelten Verstärkern immer der Fall

WIE ERHÄLT MAN EHRliche 30Hz AUS EINEM 35 LITER* LAUTSPRECHERSYSTEM?

Die Geschichte von den neuen Computer Kontrollierten KLH Lautsprechern.

Mit der Einführung des luftdichtgeschlossenen Lautsprechergehäuses (Acoustic Suspension) vor mehr als 20 Jahren machte die Lautsprecher Entwicklung einen eindrucksvollen Schritt nach vorne. Diese Technologie erlaubte es den Herstellern, einen Lautsprecher mit erheblich kleineren Gehäuseabmessungen als vorher zu bauen, der in der Lage war, den vollen Frequenzumfang wiederzugeben. Seitdem kamen und gingen "revolutionäre" Neuentwicklungen, aber keine war in der Lage, die Größe eines Lautsprechers unter Beibehaltung des vollen Frequenzumfangs - bedeutlich zu reduzieren.

Der Grund ist in Wirklichkeit recht einfach: Akurate Basswiedergabe setzt voraus, daß ein Tieftonsystem ein großes Luftvolumen bewegen kann. In einem kleinen Lautsprecher muß die Membran des Basslautsprechers einen großen Hub vollführen, um die tiefen Töne wiedergeben zu können.

Wohl solch ein kleiner Tieftöner in den meisten Fällen mehr als befriedigende Wiedergabequalität zulässt, können tiefe Töne mit hohem Pegel den Lautsprecher mechanisch so überlasten, dass starke Verzerrungen entstehen. Um dies zu verhindern, wird der Tieftonbereich in kleinen Lautsprechern in der Lautstärke etwas abgesenkt. Dies ist die Ursache dafür, dass kleine Lautsprechersysteme immer eine stark eingeschränkte Basswiedergabe hatten.

DER KLH ANALOG BASS COMPUTER

Diesem Problem ging KLH mit einem neuen Ansatz zu Leibe - Computer-Kontrolle. Wir entwickelten eine separate Einheit, der KLH-Analog Bass Computer, als integralen Bestandteil des gesamten Lautsprechersystems. Dieses Gerät steht neben Ihrem Steuergerät oder Verstärker und überwacht dessen Ausgangssignal, das der Membranbewegung des Lautsprechers entspricht und steuert den Basslautsprecher so exakt, dass Überlastverzerrungen nicht entstehen können.

Mit Hilfe dieses präzisen und zuverlässigen Kontrollmechanismus waren unsere Entwicklungs-Ingenieure in der Lage, dass optimale theoretische Wiedergabeverhalten eines Lautsprechers für jede vorgegebene Gehäusegröße herauszuholen. Und sie entwickelten eine Reihe von Lautsprechern, bei kleineren

Gehäuseabmessungen als es je zuvor möglich war. Ein Beispiel ist unsere KLH 1. Aus einem 35 Liter-Gehäuse zaubern wir 30 Hz (-3 dB) mit einem Schalldruck von 105 dB, ohne die Gefahr möglicher Überlastverzerrungen.

JENSEITS DES COMPUTERS

Da der Lautsprecher und der Analog Bass Computer als ein integriertes System entworfen werden müssen, gingen wir unter dem Gesichtspunkt, unsere neue Technologie zu optimieren, von Grund auf neu an.

Um den größtmöglichen Frequenzumfang mit einem akzeptablen Wirkungsgrad zu erzielen verwandten wir eine 6. Ordnung nach Butterworth korrigierten Lautsprecher. In Verbindung mit unserem Analog Bass Computer haben diese Lautsprecher eine untere Grenzfrequenz, vergleichbar mit einem konventionellen Acoustic Suspension Lautsprecher vierfacher Größe.

Im Rahmen dieser neuen Technologie wollten wir auch keine Kompromisse bezüglich der anderen Konstruktionselemente eingehen. So wurden Polypropylene als Material für die Lautsprechermembranen verwendet, ein Werkstoff, der von Ingenieuren der BBC für Studiolautsprecher entwickelt wurde. Polypropylene ermöglichen eine exaktere Signalproduktion verglichen mit Pappe oder Bextrene. Das Resultat kann sich sehen lassen (und hören): eine bemerkenswert klare und unverfärbte Wiedergabe der mittleren Tonlagen. Die Lautsprecherkörbe sind keine billigen Stahlblechstanzeile, sondern bestehen aus massivem Aluminium-Druckguss. Darüber hinaus benutzen wir sehr große und schwere Magnetkonstruktionen als Antrieb für unsere Lautsprecherchassis.

DREI ENTWICKLUNGS- RESULTATE

Zu guter letzt brachten wir unser gesamtes Wissen und unsere Erfahrung ein, um drei Entwicklungsziele zu realisieren.

*Nettovolumen



Unser erstes Ziel war es, einen Lautsprecher zu bauen, der von höchster Wiedergabequalität - speziell auch im Bassbereich - ist, bei noch wohnraumgerechten Abmessungen. Das ist unser KLH 1.

Er ermöglicht als Standlautsprecher eine Basswiedergabe herabreichend bis 30 Hz (-3 dB) bei erstaunlich geringen Abmessungen: 28 (B) x 77,5 (H) x 26 (T).

Unser zweites Ziel war es, einen Lautsprecher mit bestmöglichem PreisLeistungsverhältnis herzustellen. Unsere Lösung: der KLH 2.

Basswiedergabe linear bis 38 Hz (-3 dB) bei einem Schalldruck von 102 dB. Mit seinen Abmessungen von 26 (B) x 53,5 (H) x 22 (T) passt er in jedes Regal.

Unser drittes und letztes Entwicklungsziel war es, einen Lautsprecher mittlerer Preislage zu produzieren, dessen Leistung mindestens allen anderen vergleichbaren Lautsprechern ebenbürtig sein sollte, bei nur einem Viertel des Gehäusevolumens. Der KLH 3.

Abmessungen: 22 (B) x 32 (H) x 15,5 (T). Lineare Basswiedergabe bis 40 Hz (-3dB) bei 95 dB Schalldruck. Eine neue Lautsprechergeneration. Computer-Kontrollierte Lautsprecher von KLH. Hören Sie auf uns - Hören Sie uns!

Broschüre über die Entwicklungsarbeit des KLH-Computers gegen DM 2,- (in Briefm.)

Informationen durch:



Research and
Development
Deutschland GmbH

Am Simmler 41 · 6200 Wiesbaden-Frauenstein
Tel. 0 61 21 42 22 28 · Telex 4 186 428

ist. Bei den gegebenen Werten sollte man deshalb 20 k Ω für den Tonbandeingang und 10 k Ω bei Endverstärkern nicht unterschreiten.

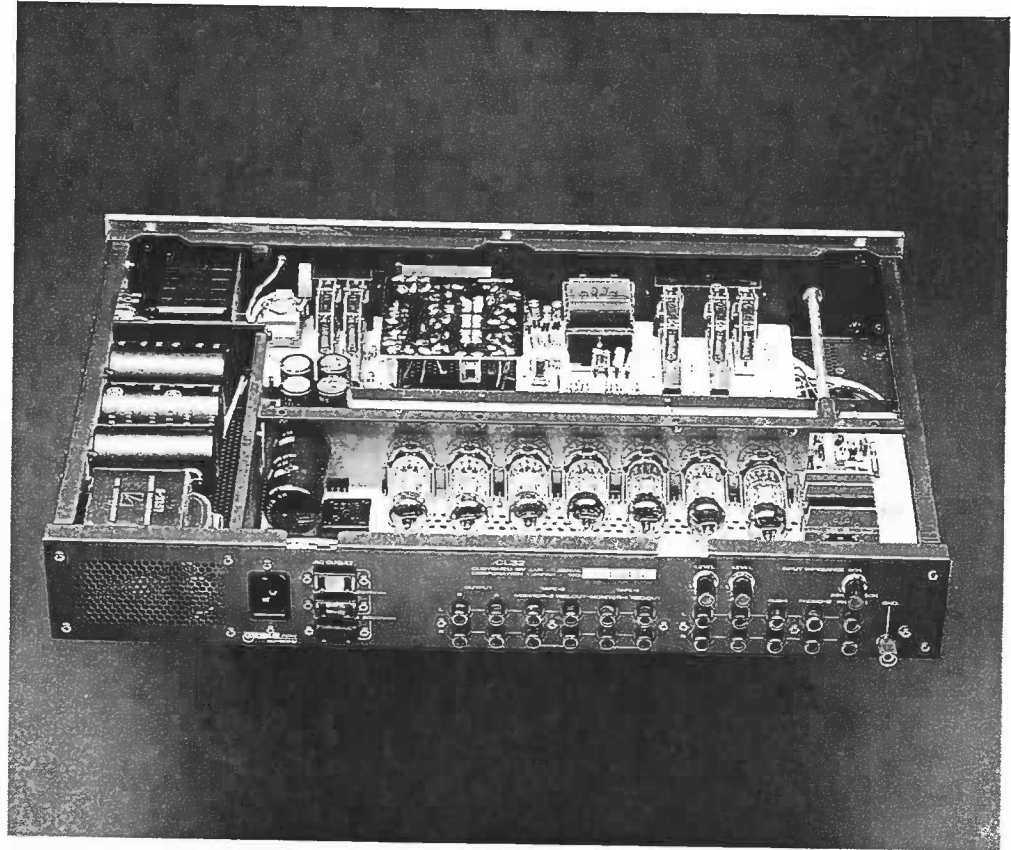
Sehr gut sind die Fremdspannungsabstände. Hier machen sich die Gleichstromheizung und selektierte Röhren im Phonoingang bezahlt. Der CL 32 ist auch einer der wenigen Verstärker, die mit einem Vierfachlautstärkeregler ausgerüstet sind. Damit bleibt der Fremdspannungsabstand bei kleinen Ausgangsspannungen höher als bei üblichen Geräten. 62,5 dB bzw. 69 dB, bewertet für den Phonoeingang, sprechen für sich.

Dagegen ist die Übersprechdämpfung mit weniger als 40 dB bei 10 kHz nicht ganz überzeugend. Sie steigt zwar bei 1 kHz auf 60 dB an, jedoch haben wir hier schon bessere Werte gemessen. Gehörmäßig sollte das jedoch kaum eine Rolle spielen, denn die meisten Signalquellen sind eher schlechter. Die Übersprechdämpfung zwischen den Eingängen ist vergleichsweise sehr gut.

Zusammengenommen beweist Luxman mit dem CL 32, daß man auch heute Röhrenverstärker bauen kann, die bei den wichtigen Übertragungseigenschaften mit guten Transistorgeräten vergleichbar sind.

Endstufe MQ 3600

Anders als beim Vorverstärker sind bei der Endstufe die Röhren nicht zu übersehen: vier große Endstufentrioden und drei Doppeltrioden für die Vorstufen. Dazu kommen die beiden Ausgangstrafos und die Stromversorgung, bei der wie in alten Zeiten die Versorgungsspannung über eine Kette von Elkos und eine Drossel (der kleinere rechteckige Metallbecher neben dem Netztrafo) gesiebt wird. Alle Trafos sind in Abschirmbechern untergebracht und die



Vorverstärker CL 32: Rückansicht mit Anschlußfeld

Elkos sind gegen Berührung isoliert, so daß das Gerät auch ohne Abdeckhaube betrieben werden kann. Aus thermischen Gründen ist das nicht nötig, denn trotz der beträchtlichen Leistungsaufnahme von 300 W, auch im Leerlauf, tritt keine starke Erwärmung auf. Lediglich die Abdeckhaube wird in der Umgebung der Endröhren heiß, allerdings, ohne daß man sich daran die Finger verbrennt. Auch im Geräteinneren hat sich Luxman einiges einfallen lassen, damit die Thermik stimmt. So ist z. B. die Drossel und ein Ausgangstrafos mit Schirmblechen gegen die Wärmestrahlung der

MESSPROTOKOLL VORVERSTÄRKER Modell Luxman CL-32

Testingenieur: Marquardt
Datum 6.3.80
Seriennummer F 8100133

Werte aus Diagramm:

Maximale Ausgangssp. links rechts
 $K_{ges} = 0,7\%$, $f = 1 \text{ kHz}$: an 47 k Ω 17,1 V 17,9 V
 an 4,7 k Ω 3,5 V 3,5 V

Ausgangsspannung Intermodul. Klirrgrad
 links: 19 V (40 Hz, $K_{ges} = 1\%$) -1 dBV, 0,5% 0,3% 0,3%
 1 V, 0,06% 0,011% 0,011%
 0,1 V, 0,04% 0,007% 0,006%

Eingangsempfindlichkeit / Impedanz / Obersteuerungsfestigkeit
 für $U_a = -1 \text{ V}$, $f = 1 \text{ kHz}$, $K_{ges} = 0,5\%$

Phono 1 1,7 mV 29-111 k Ω 280 mV für $f =$
 Phono 2 1,7 mV 50 k Ω 280 mV 40 Hz
 Hochpegel (alle) 44 mV

Aux 1 145 mV 143 k Ω > 12 V
 Tape (Cinch) 145 mV 126 k Ω > 12 V
 Tuner 145-4600 mV 91-249 k Ω > 12 V
 Aux 2 145-4900 mV 92-262 k Ω > 12 V

Änderung der Hochpegelimpedanz als F. (Lautstärksteller) nein

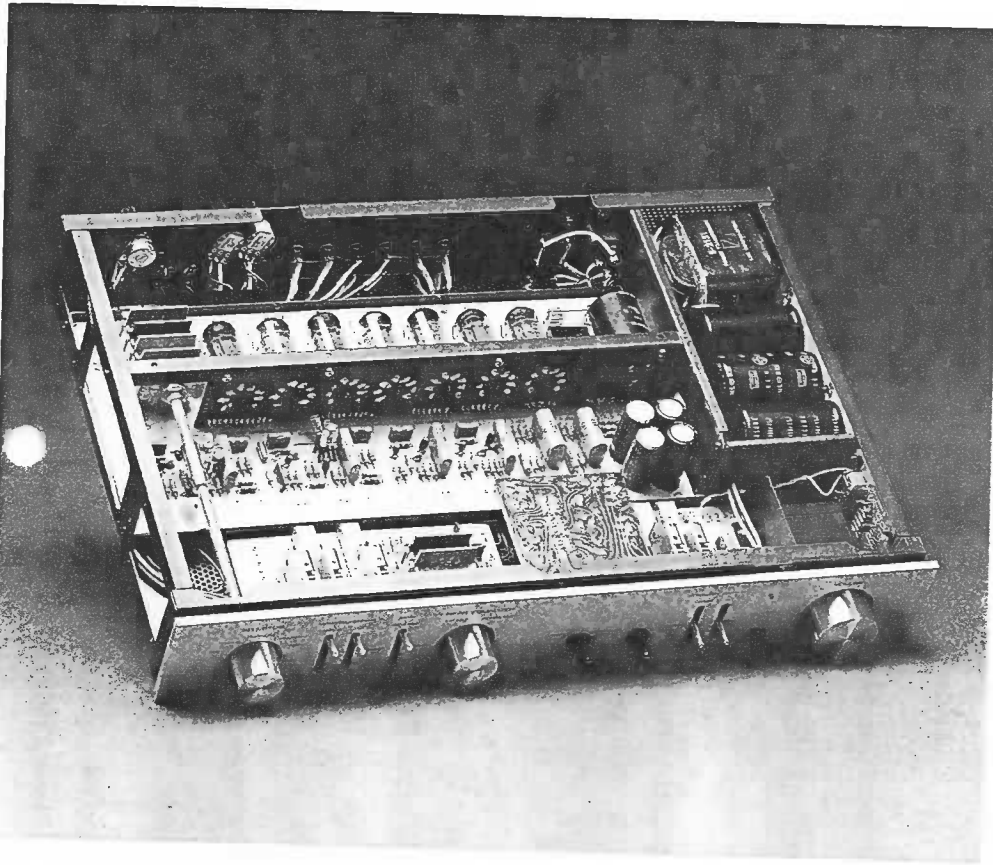
Ausgangsimpedanz ($f = 1 \text{ kHz}$)
 Tape (Cinch) 540 Ω
 Output 640 Ω
 Minimaler Lastwiderstand 1,5 k Ω

Frequenzbereich (1 V) von 1,3 Hz bis 62,5 kHz (-3 dB)
 von 1,7 Hz bis 24 kHz (-0,5 dB)

Gleichlauf des Volume-Stellers bis -50 dB < 0,5 dB
 bis -60 dB < 0,5 dB

LABOR BERICHT

Luxman Röhren-Vorverstärker CL 32 und -Endstufe MQ 3600



Endröhren geschützt. Eine Abdeckhaube schirmt auch den Vorverstärkerteil ab, der übrigens als gedruckte Schaltung ausgeführt ist, während alle anderen Teile handverdrahtet sind. Da der MQ 3600 mit relativ wenigen Bauelementen auskommt, sieht es im Chassis sehr aufgeräumt aus. Im Vergleich zu anderen Röhrenendstufen gleicher Leistung ist er recht kompakt gebaut. Mit 17 kg ist er kein ausgesprochenes Leichtgewicht, der Hauptanteil steckt in den Trafos. Die einzigen Halbleiter, die verwendet werden, sind Gleichrichterdioden in der Stromversorgung.

Technisch ist der MQ 3600 ein Leckerbissen unter den Röhrenverstärkern, denn in der Endstufe werden Trioden verwendet. Diesen hat man schon seit jeher besondere Klangqualitäten nachgesagt, da die Triodenkennlinie relativ linear verläuft. Das äußert sich darin, daß keine höheren Anteile als k_3 im Klirrspektrum vorkommen, solange die Röhre nicht übersteuert wird. Im Gegensatz dazu hat ein Transistor auf Grund seiner exponentiellen Kennlinie praktisch ein unendliches Klirrspektrum mit beliebig vielen Oberwellen, die in der Amplitude immer geringer werden. Ein Nachteil der

Vorverstärker CL 32 bei
geöffneter Deckplatte

Balance-Steller Dämpfung

Linksanschlag 55,5 dB
Rechtsanschlag 48,5 dB

Obersprechdämpfung zwischen den Kanälen

$f = 10 \text{ kHz}$

Aux (Abschl. 1 kOhm) 38,5 dB
Tape (Abschl. 1 kOhm) 38,5 dB
Phono (Abschl. 1 kOhm) 39 dB

Obersprechen zwischen den Eingängen

Abschluß: 10 kOhm (Hochpegel), 1 kOhm (Phono), 10 Ohm (Phono dyn.)

Tuner ----- Aux	78 dB	10 kHz
Tuner ----- Tape 1	72,5 dB	59 dB
Tuner ----- Tape 2	73 dB	53 dB
Tuner ----- Phono 1	100,5 dB	53,5 dB
Tuner ----- Phono 2	97,5 dB	101,5 dB
		93 dB

Ausgangsspannung bei Einspeisung Phono 5 mV, $f = 1 \text{ kHz}$
Tonbandausgang (Rec-Out Cinch, Abs. Wid. 50 kOhm) 430 mV

Fremdspannungsabstand

gemessen linear (20 Hz bis 20 kHz), Effektivwert

Einspeisung: Phono mag. 5 mV; Phono dyn. 0,5 mV; Hochpegel 500 mV.

Volume-Steller auf 1 V bzw. -30 dBV eingestellt,

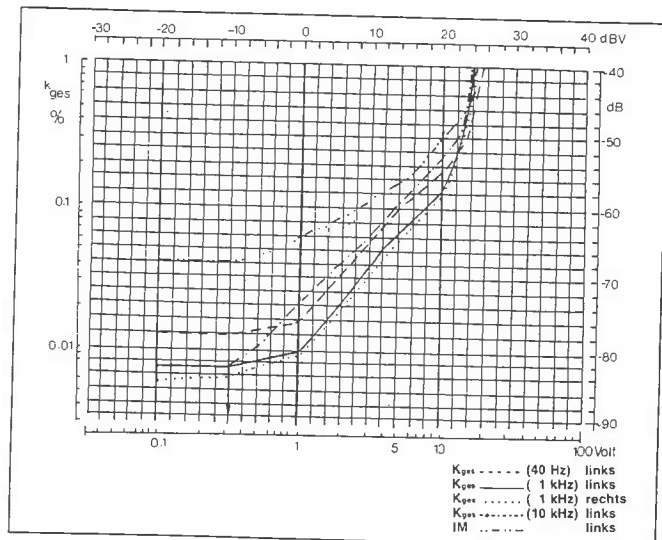
dann Abschluß der Hochpegeleingänge mit 10 kOhm, Phono mit

1 k bzw. Phono dyn. mit 10 Ohm.

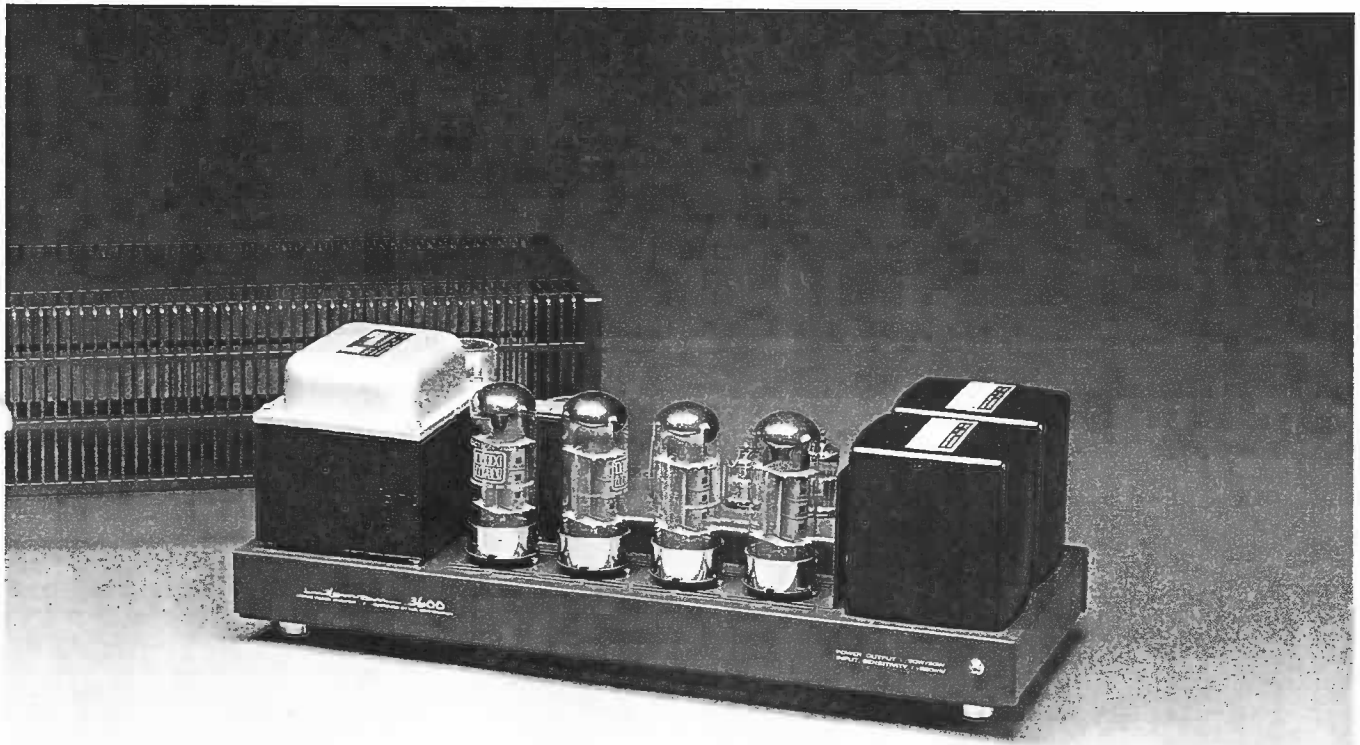
Meßfrequenz 1 kHz.

	$U_a = 1 \text{ V}$	88,5 dB	DIN-OK.-Filter
Hochpegel	-30 dBV	63,5 dB	89,5
Phono 1	$U_a = 1 \text{ V}$	73 dB	71
	-30 dBV	62,5 dB	69
Phono 2	$U_a = 1 \text{ V}$	71,5 dB	76,5
	-30 dBV	62,5 dB	69

Abmessungen (BxHxT) in cm 43,3x7,5x32,6
Vertrieb: all-akustik Vertriebs GmbH



Verzerrungsdiagramm

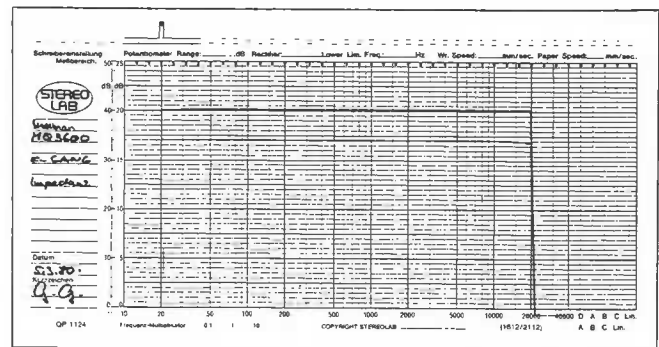


Triode gegenüber den sonst üblichen Pentoden oder Tetroden ist die geringere Aussteuerbarkeit und damit eine relativ kleine Ausgangsleistung. Bei Luxman hat man deshalb den Typ 8045 G neu entwickelt, der bei normalen Abmessungen beachtliche 45 W Anodenverlustleistung ermöglicht. Während bei Leistungs- transistoren die Wärme über Kühlkörper abgeführt wird, muß die Röhre die Verlustleistung abstrahlen, was prinzipiell nur bei hohen Temperaturen funktioniert. Die 8045 G hat dafür ein spezielles fünfzigiges Anodenblech, das so geformt ist, daß eine große Oberfläche entsteht.

Weil Trioden eine relativ geringe Verstärkung besitzen, muß auch die Ansteuerung der Endröhren recht kräftig sein, Luxman hat auch hier einen neuen Typ entwickelt, die Doppel-

triode 6240 G, die in der sog. „Mullard“-Schaltung als Phasensplitter betrieben wird. Lediglich im Eingang findet sich eine handelsübliche Röhre, die Doppeltriode 6AQ8, von der jeweils eine Hälfte in beiden Verstärkerzügen eingesetzt wird. Die Schaltung als solche ist konventionell, das heißt, es werden bekannte Schaltungen unter Verzicht auf alle Tricks wie Mehrfachgegenkopplung verwendet. Die Leerlaufverstärkung ist nicht sehr hoch, so daß sich nur 16 dB Gegenkopplung ergeben. Dies stellt einige Ansprüche an das open-loop-Verhalten, ganz im Gegensatz zu Transistorverstärkern, die mit 100 dB Gegenkopplung und mehr, praktisch alle Fehler meßtechnisch verschwinden lassen.

Zur Handhabung der Endstufe ist wenig zu sagen. Auf der Längsseite des Chassis befinden sich alle



Frequenzgang und Impedanz

Ein- und Ausgänge, nämlich zwei Cinch-Buchsen und Schraubklemmen zum Anschluß von 4, 8, oder 16 Ohm Lautsprechern. Die Eingangsempfindlichkeit kann für jeden Kanal über gerastete Potentiometer eingestellt werden. Rechts außen sind Netzschalter und Sicherung angebracht. Offenbar hat man sich bei Luxman dieses Anschluß-

feld als Rückseite gedacht, denn das Lämpchen zur Betriebsanzeige ist auf der anderen Seite montiert. Das setzt allerdings voraus, daß man die Endstufe über einen Adapter an den geschalteten Netzausgang des Vorverstärkers anschließt, da sonst die Betriebsanzeige vorn ist und das Gerät von hinten her eingeschaltet werden muß.

LABOR BERICHT

Luxman Röhrenvorverstärker CL 32 und -Endstufe MQ 3600



Meßwerte und Kommentar

Die von Luxman angegebene Ausgangsleistung von 50 W pro Kanal wird genau eingehalten. Nach unserer Meßmethode, die auf 1 % Klirrfaktor bezogen ist, ergeben sich sogar 55 W, wobei der rechte Kanal etwas mehr liefert. Dazu benötigt man rund 900 mV Eingangsspannung, ein üblicher Wert, den jeder Vorverstärker liefert. Der Eingang ist mit 78 kOhm sehr hochohmig und frequenzunabhängig.

Der Frequenzgang von 20 Hz bis 20 kHz ist linealglatt, was bei Grenzfrequenzen von 4,5 Hz bzw. 78 kHz auch zu erwarten ist. Anders ist die Leistungsbandbreite zu bewerten, die wir mit 29 Hz bis 21 kHz gemessen haben. Bei diesen Frequenzen steht bei kon-

stantem Klirrfaktor noch die halbe Nennleistung zur Verfügung. Im Zeitalter der

Gleichstrom-gekoppelten high-speed-Verstärker, die man teilweise auch als Mittelwellensender verwenden könnte, erscheinen diese Werte recht bescheiden. Verantwortlich dafür ist der Ausgangstrafo, der zwei widersprüchliche Forderungen erfüllen muß. Bei tiefen Frequenzen hängt die übertragbare Leistung von der magnetischen Energie ab, die im Eisenkern gespeichert werden kann. Diese ist das Produkt von magnetischer Induktion und dem Volumen des Kerns. Bei der Induktion darf ein blechabhängiger Maximalwert nicht überschritten werden, weil man sonst in die Sättigung gerät und die Verzerrungen schlagartig ansteigen. So wird das Volumen des Trafos erzwungenermaßen immer größer, wodurch

auch die Wicklungen immer größer werden. Das ist aber im Interesse einer guten Kopplung bei hohen Frequenzen unerwünscht, denn man handelt sich damit Streuverluste und Phasenverschiebungen ein, die den Verstärker instabil machen. Zur Verbesserung dieser Eigenschaften werden Primär- und Sekundärwicklung in zahlreiche Einzelwicklungen aufgeteilt und miteinander verschachtelt. Dadurch wird der Ausgangstrafo immer komplizierter und teurer. Generell kann man von Röhrenverstärkern sagen, daß dieses Bauteil die Gesamtqualität entscheidend beeinflusst. Eine Ausnahme davon machen nur trafolose Spezialkonstruktionen, die aber wiederum andere Nachteile aufweisen. Beim MQ 3600 hat man offenbar die hochfrequenten Eigenschaften optimiert, denn die Klirrwerte bei 10 kHz sind

sehr gut, während die 40 Hz-Werte deutlich höher liegen. Diese Auslegung erscheint vernünftig, da die Wahrnehmbarkeit von Verzerrungen bei tiefen Frequenzen stark eingeschränkt ist. Im übrigen müssen Klirrwerte im Baßbereich im Zusammenhang mit dem Lautsprecher gesehen werden. Mir ist kein System bekannt, das bei 29 Hz eine Leistung von 25 W auch nur annähernd sauber verarbeiten kann. Wichtiger ist hier schon, daß keine höheren ungeradzahligen Oberwellen erzeugt werden, die das Ohr als unangenehm empfindet. In dieser Hinsicht ist der MQ 3600 ausgezeichnet, denn der Analyzer zeigt hauptsächlich k_2 , etwas k_3 , und dann praktisch nichts mehr.

Der Verlauf des Klirrfaktors ist grundsätzlich anders als bei Transistorgeräten mit hoher Gegenkopp-

HIFI exklusiv 75

lung. Die Verzerrungen steigen bis zu einer Ausgangsleistung von 10 W kontinuierlich an, bleiben bis 40 W in etwa konstant, um dann schnell anzuwachsen. Dies ist darauf zurückzuführen, daß der MQ 3600 mit so hohem Ruhestrom läuft, daß bei 10 W Ausgangsleistung praktisch A-Betrieb herrscht. Bei 50 mW liegen die Klirrwerte teilweise unter 0,01% und auch die IM-Werte bleiben in diesem Bereich bei 0,05% unverändert. 20 bis 50 mW ergeben bei Boxen mit normalem Wirkungsgrad eine Lautstärke von etwa 65 bis 70 dB. Das ist keineswegs leise sondern normale Abhörlautstärke, Pegelspitzen von mehr als 5 W kommen so gut wie nie vor. Transistorverstärker mit falscher Ruhestromeinstellung neigen bei diesen Leistungen zu unangenehmen Übernahmeverzerrungen.

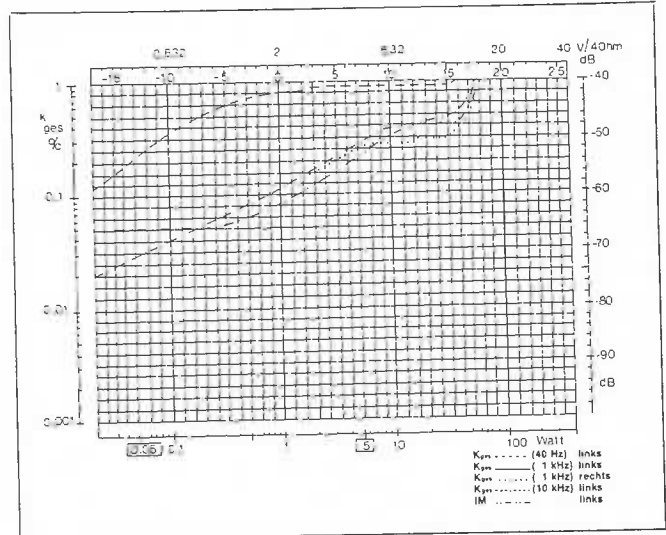
Dies dürfte einer der Gründe für die oft festgestellten Klangunterschiede zwischen Transistor- und Röhrendstufen sein. Wirklich zuverlässig vermieden werden solche Verzerrungen nur bei A-Endstufen, die bezüglich Gewicht und Wärmeentwicklung Röhrengeräten recht ähnlich sind.

Ein anders Kriterium für Verstärker ist das dynamische Verhalten. Hier werden

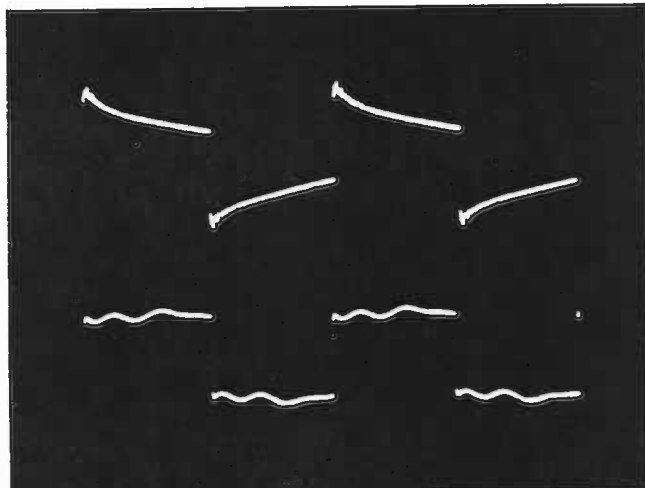
üblicherweise die Verzerrungen nach der TIM 100 Methode gemessen. Da beim MQ 3600 der Übertragungsbereich viel größer ist als die Leistungsbandbreite, kann er als klassischer TIM-Kandidat gelten. Tatsächlich zeigt das Spektrum zahlreiche Komponenten, von denen die größten an die 0,3% Marke heranreichen, wo nach einigen Untersuchungen die Wahrnehmbarkeit beginnen soll. Dieses Ergebnis war zu erwarten, denn bei der TIM 100 Methode wird der Verstärker mit einem Rechtecksignal von 100 kHz Bandbreite zu 80% angesteuert. Da der MQ 3600 jedoch nur eine Leistungsbandbreite von 21 kHz hat, kann er dem Rechtecksignal nicht mehr folgen oder anders ausgedrückt, die maximale Anstiegsgeschwindigkeit (slew rate) am Ausgang wird überschritten. Diese Messung ist einigermaßen unrealistisch, denn so schnelle Wellenfronten kommen in einem normalen Signal nicht vor, weshalb auch das Ergebnis nur von akademischem Interesse ist. Etwas wirklichkeitsnähere Verhältnisse herrschen bei der TIM 30 Methode, bei der die Bandbreite auf 30 kHz begrenzt ist. Tatsächlich sieht hier das Störspektrum auch wesentlich besser aus. Mit

einem TIM-1MHz Signal wird wahrscheinlich überhaupt kein Verstärker mehr fertig. Ob solche Messungen noch gehörmäßig relevante Ergebnisse liefern, ist eine andere Frage. Das Rechteckverhalten an reeller Last ist sehr gut. Das 40 Hz Signal hat die der unteren Grenzfrequenz entsprechende Dachschräge, während das 10 kHz Signal ganz leichte und gut gedämpfte Einschwingvorgänge zeigt, die weit über 100 kHz liegen. An komplexer Last verhält sich das Gerät stabil und bringt noch volle Leistung. Die Einschwingvorgänge, die bei

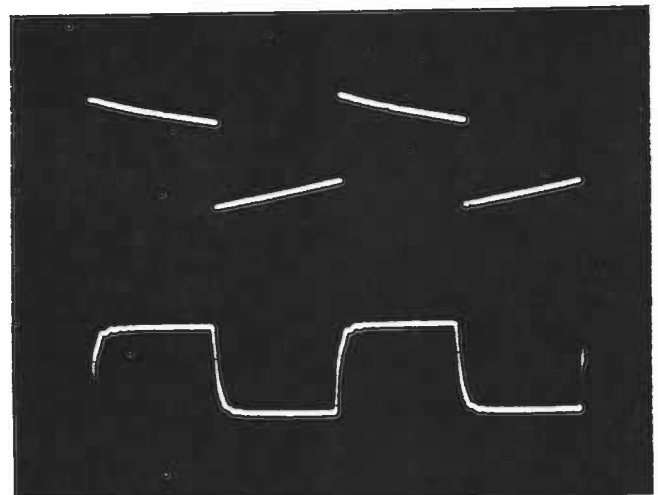
10 kHz als verwelltes Dach gut zu erkennen sind, rühren von Schwingkreisen unserer Boxennachbildung her. Sie sind im Prinzip immer vorhanden, werden aber von Verstärkern mit großem Dämpfungsfaktor bei hohen Frequenzen unterdrückt. Da der MQ 3600 hier nur bescheidene Werte um 7,5 ausweist (rund 11 bei 8 Ohm), sind sie deutlich zu erkennen. Man sollte sich aber dadurch nicht zu dem Schluß verleiten lassen, daß der Tieftöner schlecht bedämpft sei und die Baßwiedergabe verschwommen wirkt. Bei jedem Lautsprecher ist der Dämpfungsfak-



Leistungsverzerrungsdiagramm



Rechtecke an komplexer Last, 40 Hz (oben), 10 kHz (unten)



Rechtecke an reeller Last, 40 Hz (oben), 10 kHz (unten)

