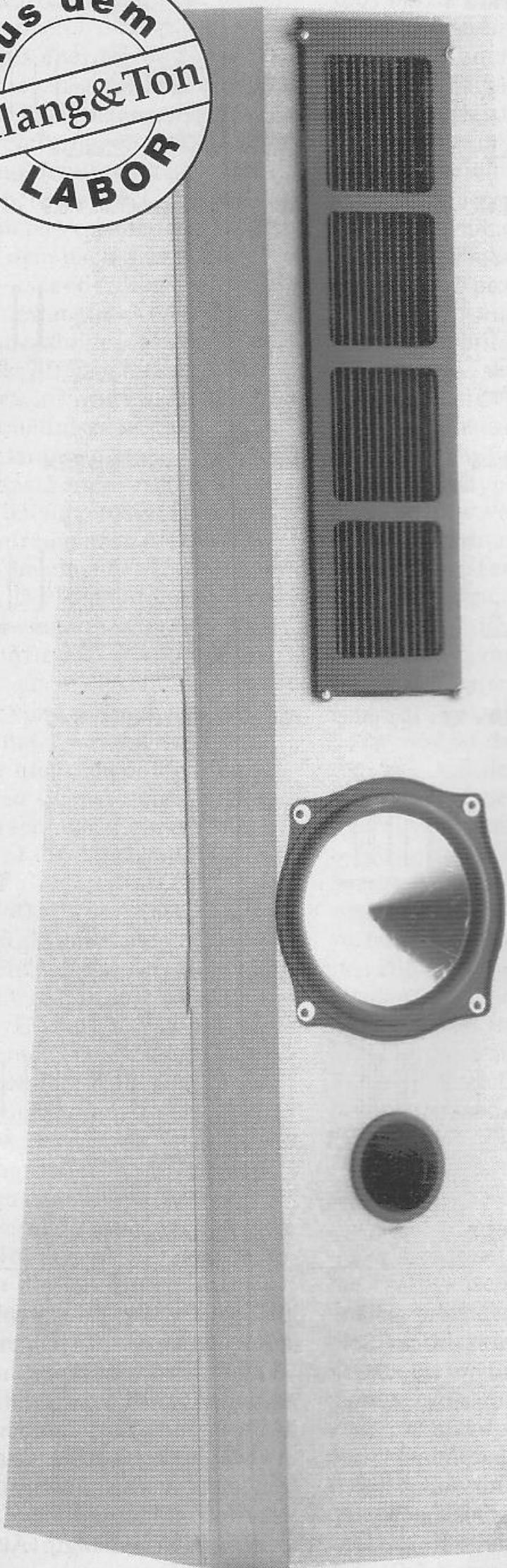




Labor

Klang & Ton





Zwei Wege bedeuten nicht immer einem Kompromiß. Lab.Top ist ein kompromißloses, allerdings nicht ganz billiges Zweikanalsystem.

Die Lautsprechersysteme, die diesem Projekt aus dem K&T-Labor zu gutem Klang verhelfen, stammen aus zwei unter Insidern wohlbekannten Entwicklerküchen, die beide in Nordrhein-Westfalen ansässig sind:

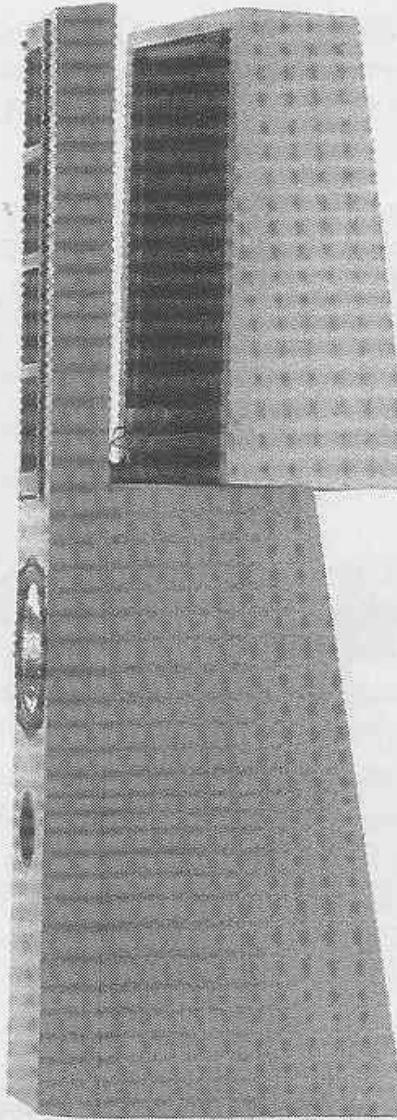
Jürgen Görlich produziert seine Hartschaummebranen in der Nähe der alten Kaiserstadt Aachen. Der 20-cm-Hartschaumkonus der Lab.Top zeichnet sich wie seine Kollegen in der fünf Lautsprecherchassis von 13 bis 25 cm umfassenden Produktpalette Görlichs durch eine extrem steife, trotzdem leichte Vollkonusmembran aus. Bis in den Mitteltonbereich hinein reicht sein nutzbarer Übertragungsbereich, wenngleich ihm in dem hier vorgestellten Lautsprecherbauvorschlag nur der Frequenzbereich bis 650 Hz zugeteilt wird.

Im Ruhrgebiet, genauer gesagt in Gelsenkirchen, entstehen bei Michael Sombetzki Elektrostaten, die nicht nur als Fertiglautsprecher, sondern auch einzeln für den Bausatzmarkt verkauft werden. Der jüngste und kleinste Sproß dieser Produktfamilie hört auf den Namen „ESL 800“. Ab 600 Hz ist er einsetzbar, und erst oberhalb von 30 kHz lässt seine Empfindlichkeit nach.

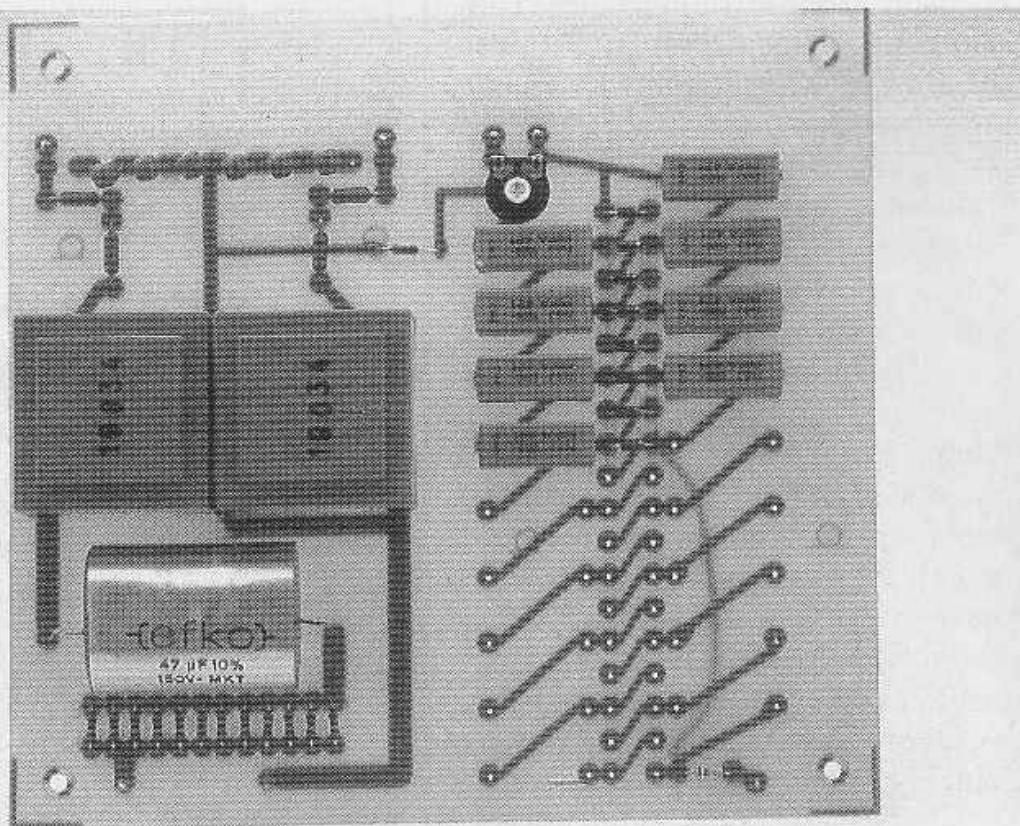
Für diese beiden Lautsprecherchassis entstand ein Gehäuse, das sich durch besonders große Festigkeit auszeichnet, und das dem Elektrostaten zwei unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten eröffnet: In der für Fullrange-Elektrostaten typischen Anordnung befindet sich der ESL 800 auf einer rückseitig offenen Schallwand, er arbeitet also als Dipolstrahler: Der Schall wird gleichermaßen nach vorne wie nach hinten abgestrahlt, die rückwärtigen Schallanteile erreichen nach einer oder mehreren Reflexionen im Raum zeitverzögert das Ohr des Zuhörers.

Je nach Beschaffenheit des Hörraums kann sich dieser Effekt positiv, aber auch negativ auf die Klangeigenschaften des Lautsprechers auswirken.

Dieser Effekt unterbleibt, wenn der Elektrostat auf ein geschlossenes Volumen arbeitet: Der rückwärtige Schallanteil wird durch Dämpfungs materialien im Gehäuse absorbiert, nur der Direktschall formt das Klangbild. Die Anbringung einer passenden Gehäusehalbschale hinter dem Elektrostatenpaneel ermöglicht beim K&T-Prototypen des Gehäuses diese Betriebsweise. In der K&T-Redaktion fand diese Version den größeren Beifall: Zwar klingt sie weniger spektakülär, modelliert winzige Details aber plastischer aus



Lab.Top lässt sich wahlweise ohne und mit rückwärtiger Elektrostatenabdeckung betreiben. Der Klang der geschlossenen Version ist weniger raumabhängig. Die typischen Klangeigenschaften des Elektrostaten bleiben auch in dieser Betriebsweise erhalten.



Die zum Elektrostaten gehörende Platine beinhaltet die Hochspannungskaskade für die Polarisationsspannung, zwei parallelgeschaltete Übertrager sowie den passiven Hochpaß erster Ordnung. Die abgebildete Platine zeigt bzgl. der Passivweiche noch nicht die endgültige Bestückung.

dem Klanggeschehen heraus. Meßtechnisch unterscheiden sich beide Versionen nur unterhalb von 2,5 kHz: Der akustische Kurzschluß der offenen Schallwand produziert eine gewisse Frequenzgangwelligkeit, während die geschlossene Version einen sehr glatten Frequenzgang zu bieten hat.

In letzter Konsequenz wird sich die Frage zwischen offenem und geschlossenem Einbau des Elektrostaten allerdings nicht beantworten lassen. Je nach persönlichen Hörgeschmack wird die eine oder die andere Version bevorzugt werden. Die K&T-Leser sollten sich selbst entscheiden, welche Version ihnen mehr zusagt. Die Gehäusekonstruktion

erlaubt es, beide Spielarten auszuprobieren, indem der rückwärtige Gehäuseteil abgenommen oder aufgesetzt wird.

Die Gehäusekonstruktion

Das Gehäuse der Lab.Top besteht aus 19 mm starken MDF-Platten, die inzwischen fast überall zu bekommen sind. Die Schallwand ist dreilagig aufgebaut, erreicht also eine Stärke von 57 nmm, während die übrigen Gehäusebereiche mit 19 mm Wandstärke auskommen müssen, dafür aber mit 18 mm starken Weichfaserdämmplatten beschichtet sind. Diese dämpfen nicht nur die Wand schwingungen des Gehäuses, sodaß

Zahlreiche Namensvorschläge für das Görlich/Sombetzki-Projekt erreichten die K&T-Redaktion. Einige Auszüge:

In Anlehnung an den „Großen Gatsby“ kann das Projekt natürlich nur „Der Große Götzki“ heißen. Jens Plewa, 2000 Hamburg

Wahrscheinlich baue ich die Box nach, da mir die Kombination sehr gefällt und mich neugierig macht. Meine Boxen würden nach einer Hörprobe hoffentlich den Namen „Daybreak“ bekommen, so, als wenn das Licht kommt. Vorher war Dunkelheit. Eine zweite Möglichkeit, nach Hörprobe, wäre „Airlich“ wegen ElektroSTAT und GÖRLICH. Ich bin sehr gespannt. Helmut Lemburg, 2000 Hamburg

Mein Namensvorschlag für Ihr Projekt wäre in Anbetracht der zu erwartenden Qualität schlicht und einfach „Transzendent“. Michael Keller, 4404 Telgte

Nein, kein Name mit „Sigma“, „Alpha“ oder „Delta“. Auch kein „Mega“ drin, oder irgend ein Planetenname. Einfach nur „Götz“, wie GÖRlich-SombeTZki. Hoffentlich klingt sie auch ergötzend, wenn sie fertig ist. Lars Haberlah, 6360 Friedberg

Mein Namensvorschlag wäre „LAB.TOP“. Hans-Peter Klein, 2000 Hamburg 73

Herzlichen Glückwunsch, Herr Klein! Ihr Namensvorschlag gefiel der Redaktion am besten. Ihr Preis, das Buch „Grundlagen der Lautsprecher“, ist schon an Sie unterwegs. K&T Spezial 5 folgt im Januar, sobald es fertig ist.



ein ähnliches Verhalten wie bei 38 mm starken Wänden erreicht wird, sie absorbieren auch mittel- und hochfrequenten Schall, sodaß auf jede weitere Bedämpfung des Baßgehäuses verzichtet werden kann.

Die 57 mm starke Schallwand bietet mehrere Vorteile: Die Gehäusekanten lassen sich 45 mm tief um 45 Grad anfasen, sodaß Beugungseffekte an den Gehäusekanten minimiert werden, der Elektrostat lässt sich trotz seiner Einbautiefe von 25 mm ober-

flächenbündig einlassen, und Eigenschwingungen der Schallwand sind kein Thema mehr.

Gewisse handwerkliche Fähigkeiten, vor allem aber ein Elektrohobel und ein Satz Schraubzwingen sind bei der Anfertigung der Gehäuse von unschätzbarem Nutzen: Die Rückwand ist um 9,5 Grad geneigt, sodaß pro Gehäuse sieben Gehrungen an den einzelnen Gehäusebestandteilen anzubringen sind. Die großen 45-Grad-Fasen an der Schallwand sind

manuell nur unter größten Mühen realisierbar, und das Zusammenleimen der einzelnen Platten ist ohne Schraubzwingen nur möglich, wenn die einzelnen Platten durch Schrauben zusammengehalten werden. In diesem Fall müssen die Schraubenköpfe eingesenkt und verspachtelt werden. In einer Hochglanzlackierung lassen sich solche Spachtelstellen später meist ausmachen, wenn die spiegelnde Oberfläche im Gegenlicht betrachtet wird. Unter einer Furnieroberfläche bereiten solche Spachtelstellen dagegen keine Probleme.

Die Bedämpfung

Im K&T-Hörraum stellte sich eine recht ungewöhnliche Bedämpfungsvariante als optimal heraus: Das Tiefton-Baßreflexgehäuse bleibt vollkommen leer. Lediglich die Weichfaserdämmplatten an den Gehäusewänden sorgen für eine Absorption des störenden von der Membranrückseite abgestrahlten mittelfrequenten Schalls. Die große Festigkeit und daher geringe Durchhörbarkeit der Vollkonusmembran wie auch der Gehäusewände erlaubt das Vorhandensein der nicht absorbierten Schallanteile. Auf die Funktion des Baßreflexgehäuses wirkt sich das fehlende Dämpfungsma- terial außerordentlich positiv aus: Der Helmholtzresonator arbeitet mit nur geringen Verlusten, abgesehen von den Strömungswiderstand im Baßreflexrohr treten praktisch keine mechanischen Widerstände auf. Die Funktionsweise des Gehäuses liegt daher sehr nahe bei den Theorien von Thiele und Small.

Stark bedämpft wird dagegen das geschlossene Gehäuse des Elektrostaten, sofern nicht eine offenen Paneele vorgesehen ist. In unserem Prototypen sind drei Lagen Nopponschaumstoff übereinandergeschichtet, sodaß das Volumen fast vollständig ausgefüllt ist. Mineralfaserwolle dürfte mindestens genau so gut, wenn nicht besser geeignet sein, und auch gegen textile Polsterwolle ist nichts einzuwenden. Die vielfach im Lautsprecherbau verwendete Polye-



sterwatte sollte dagegen auf keinen Fall Verwendung finden, da ihr Absorptionsvermögen speziell im unteren Frequenzbereich (bis ca. 1 kHz) zu gering ist.

Die Frequenzweiche

„Weniger ist mehr“ gilt für Lautsprecher-Frequenzweichen bekanntlich in besonderem Maße. Mit anderen Worten: Wo immer es möglich ist, sollten Filter mit möglichst geringer Flankensteilheit Verwendung finden. Das Optimum stellen mithin Filter erster Ordnung dar. Deren Phasendrehung ist gering, jedoch gilt für die Sperrwirkung das gleiche. Voraussetzung für deren Verwendung ist daher, daß sich die damit beschalteten Treiber außerhalb des zu nutzenden Frequenzbereichs mustergültig verhalten: Ein Tieftöner darf keine ausgeprägten Membranresonanzen aufweisen, und die Resonanzgüte eines Hochtönners darf nicht zu groß sein.

Sowohl der ESL 800 als auch der Görlich-Vollkonus bringen diese Voraussetzungen mit: Zwar zeigt sich im Frequenzgang des Tieftönners eine Membranresonanz bei 3 kHz, jedoch liegt diese mehr als zwei Oktaven oberhalb der angestrebten Trennfrequenz von 600 Hz. Der erste Ansatz für den Tiefpaß des Tieftönners bestand daher in einem Filter erster Ordnung, das durch ein impedanzentzerrendes R-C-Glied von 15 uF und 6,8 Ohm unterstützt wurde. Da die Sperrwirkung dieses Filters aber nicht ausreichte, wurde der Widerstand dieses parallel zum Tieftöner liegenden Schaltungszweigs halbiert, die Kapazität des Kondensators verdoppelt. Das Phasenverhalten des resultierenden Filters ist immer noch deutlich besser als das eines Tiefpasses zweiter Ordnung, die Sperrwirkung übertrifft die eines reinrassigen 6-dB-Filters aber klar.

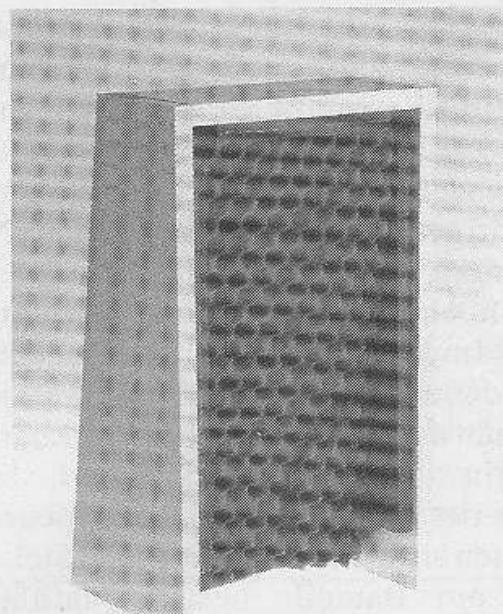
Für den Mittelhochtonelektrostaten findet ein Filter erster Ordnung Verwendung. Die kapazitive Last, die dieser für das Filter darstellt, wird durch ein parallelgeschaltetes R-L-Glied kompensiert. Der Serienwiderstand vor dem Elektrostaten ver-

hindert, daß die Impedanz des Lautsprechers sich bei hohen Frequenzen einem Kurzschluß nähert. Auch so werden bei 20 kHz 2,5 Ohm erreicht, die aber im Gegensatz zu einer solch niedrigen Impedanz bei tiefen Frequenzen verstärkerunschädlich sind. Bei noch höheren Frequenzen steigt die Impedanz des Lautsprechers wieder an, da sich die Eigeninduktivität des Übertragers bemerkbar macht.

In der Lab.Top-Frequenzweiche sollten an den beiden kritischen Stellen nur Bauteile bester Qualität Verwendung finden: Die klängentscheidenden Stellen liegen bei der Serieninduktivität des Tieftönners (L1) sowie beim Serienkondensator (C2) des Elektrostaten. L1 sollte mindestens als Pulverkernspule (z.B. Corobar oder Ferrobar) ausgeführt werden, besser noch ist eine Luftspule mit 1,4 oder 2,0 mm Drahtquerschnitt. Vorsicht ist bei Trafokernspulen geboten: Deren Innenwiderstand ist sehr gering, sodaß die Abstimmung des Baßreflexgehäuses, die unter Einbeziehung eines Innenwiderstands der Tieftonspule von ca. 0,5 Ohm entstand, nicht mehr stimmt. Der Spuleninnenwiderstand sollte zwischen 0,4 und 0,6 Ohm liegen, es sei denn, eine Röhrenendstufe mit relativ hohem Innenwiderstand steht zur Verfügung: In diesem Fall ist eine große Trafokernspule nicht nur zulässig, sondern sogar sinnvoll.

Der Kondensator C2 bietet sich als Objekt umfangreicher Klangvergleiche zwischen unterschiedlichen Fabrikaten an. Sehr gut klingen Eton-Caps, Solen-Kondensatoren und Siemens MKPs. Auch die Parallelschaltung unterschiedlicher Typen kann zum Erfolg führen: Ein relativ preiswerter 33 uF-MKT und ein Eton-Cap von 1 uF liefern bereits ein recht ordentliches Ergebnis.

Unkritisch ist die Qualität der übrigen Bauteile: Für C1 reicht ein bipolarer Elektrolyt-Kondensator (Elko), L2 kann als Luftspule mit kleinem Drahtquerschnitt (0,7 oder 1,0 mm) ausgeführt werden. Die Widerstände sollten eine Belastbarkeit von 5 W haben.

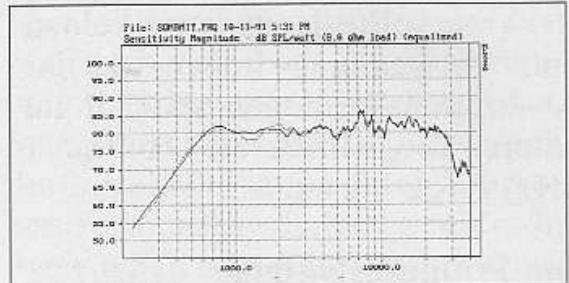


Die Elektrostatenabdeckung ist wie auch das Baßgehäuse mit 18 mm starken Weichfaserdämmplatten ausgekleidet. Auf diese Weise werden Plattenresonanzen des Gehäuses stark gedämpft.

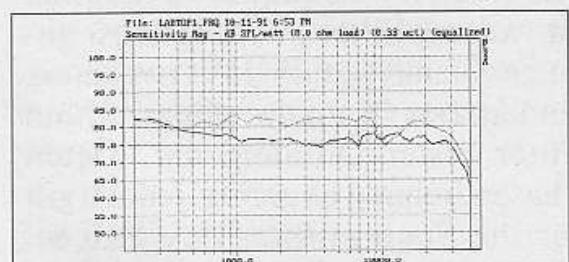
Endmontage

Die Elektrostaten-Platine, auf der neben den Übertragern und der Spannungsversorgung auch der entsprechende Frequenzweichenzweig Platz findet, kann nebst einer weiteren Platine für die Tieftonweiche von innen gegen die Rückwand des Tiefengehäuses geschraubt werden. Das Netzspannungskabel muß unbedingt mit einer Zugentlastung montiert werden. Besser ist die Anbringung eines Kaltgeräte-Einbausteckers auf der Gehäuserückseite. Die Netzzuleitung besteht dann aus einem fertig konfektioniert erhältlichen Kaltgeräteanschlußkabel.

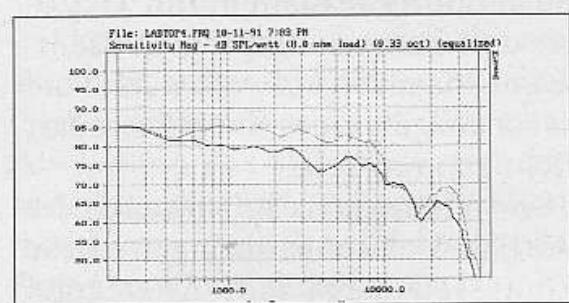
Da im Rahmen des Elektrostaten keine Montagelöcher vorhanden sind und er auch keinesfalls durchbohrt werden darf, wird er mit Silikonkautschuk in die Schallwand eingeklebt. Servicefreundlicher, weil später problemlos demontierbar ist die Montage mittels geschraubter Laschen, die den ELS gegen das in diesem Fall zu verwendende Dichtband (z.B. Tesamoll) drücken. Auch optisch sehr gut macht sich die Verwendung zweier Aluminium- oder Messingleisten, die links und rechts des Elektrostaten angebracht werden und diesem einen sicheren Halt geben.



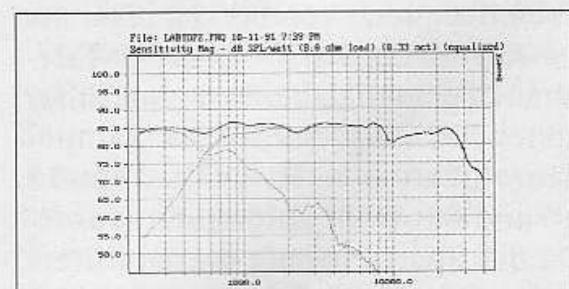
(1) Der Frequenzgang des Elektrostaten bei axialer Messung auf offener Schallwand (...) und mit geschlossenem Gehäuse(____). Im unteren Frequenzbereich zeigt der ELS bei offener Betriebsweise eine starke Welligkeit.



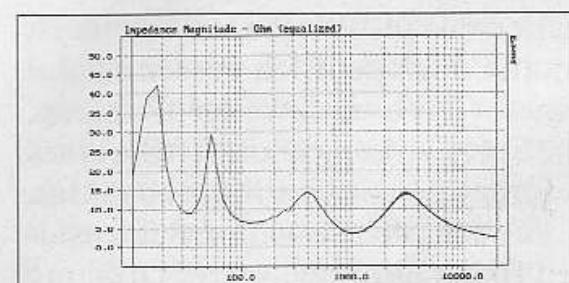
(2) Frequenzgang von Lab.Top bei Mikrofonpositionierung in der Symmetrieebene des Lautsprechers; ...: 90 cm Mikrofonhöhe; ____: 70 cm Mikrofonhöhe



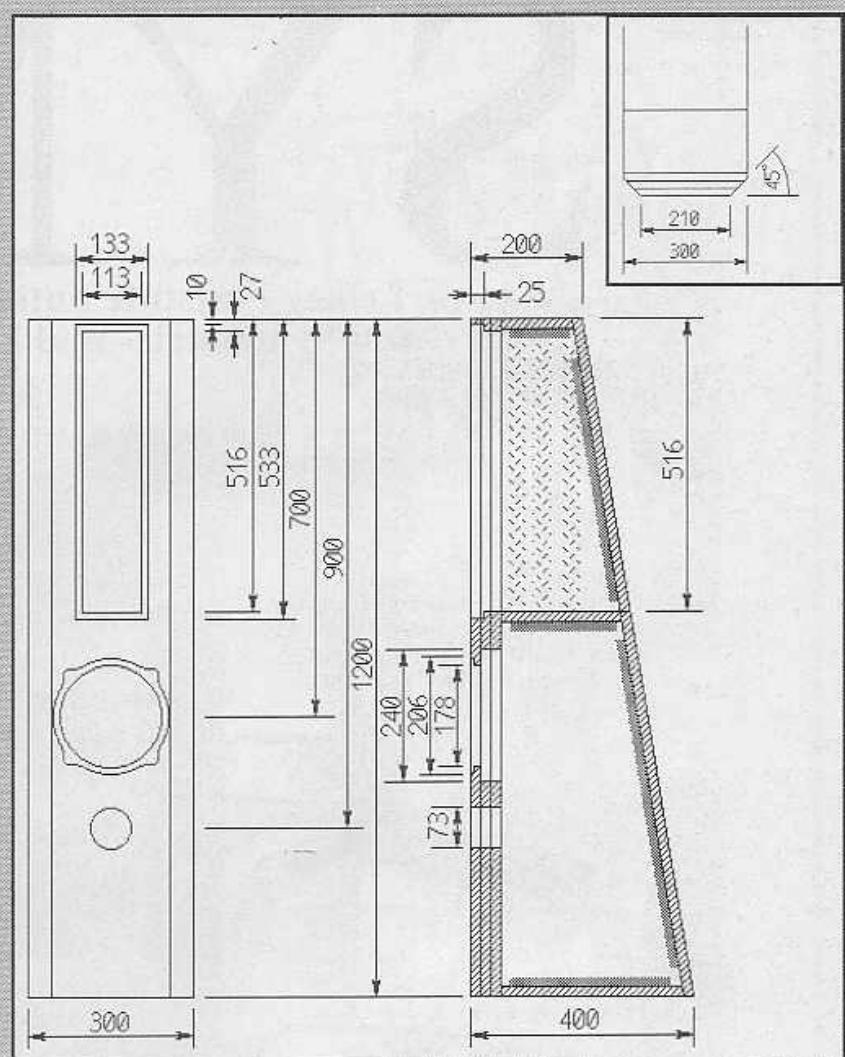
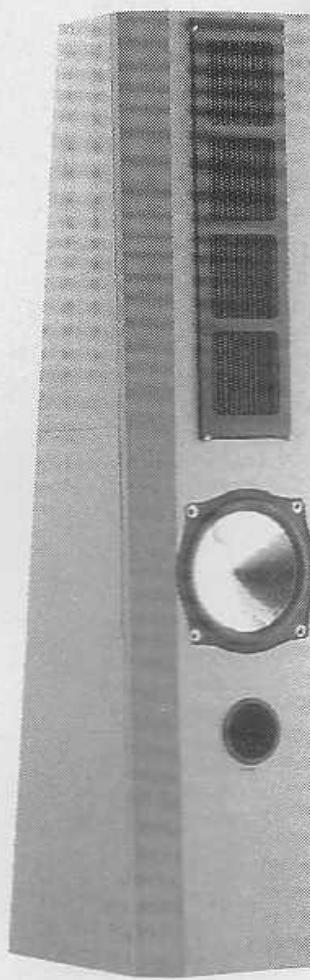
(3) Frequenzgang von Lab.Top bei Mikrofonpositionierung 30 Grad außerhalb der Symmetrieebene des Lautsprechers; ...: 90 cm Mikrofonhöhe; ____: 70 cm Mikrofonhöhe



(4) Gesamtfrequenzgang von Lab.Top und Einzelfrequenzgänge der eingesetzten Chassis; Die Trennfrequenz liegt knapp unterhalb von 600 Hz.



(5) Impedanzverlauf von Lab.Top: Im verstärkerkritischen Tieftonbereich bleibt die Impedanz oberhalb von 6,4 Ohm; Bei hohen Frequenzen wird der kapazitive Impedanzverlauf des Elektrostaten sichtbar.



STECKBRIEF

Bausatzname:
LAB.TOP
Chassishersteller:
Görlich, Sombetzki
Konstruktion:
KLANG&TON, Bernd Timmermanns

TECHNISCHE DATEN

Abmessungen:
BxHxT = 300x1200x400 mm
Innenvolumen des Baugehäuses:

35 Liter

Funktionsprinzip:
baßreflex

Bestückung:

1 Tieftöner 200 mm
Hartschaum-Vollkonus
1 Mittelhochtöner: Elektrostat

Nennimpedanz:

4 Ohm

Schalldruckpegel/1W, 1m:
85 dB

Trennfrequenz:
600 Hz

Theile-Small-Parameter des

Tieftönern:

$f_s = 22 \text{ Hz}$

$R_e = 7,2 \text{ Ohm}$

$Q_{ms} = 1,8$

$Q_{es} = 0,26$

$Q_{ts} = 0,23$

$V_{as} = 160 \text{ Liter}$

$SPL = 90 \text{ dB}$

CA.-STÜCKPREISE: nur Chassis:

1200,- DM

Weichenkit:

50,- (je nach verwendeter
Tieftonspule sehr unterschiedlich)

STÜCKLISTE

1 Tieftöner Görlich 202/37-8 VK
1 Elektrostat Sombetzki ESL 800
1 Frequenzweichenkit

Zubehör:

1 Baßreflexrohr
Durchm. 70 mm, Länge 100 mm
1 Anschlußterminal
Spanplattenschrauben 3,5*20 mm
Innenverkabelung min. 2*2,5 qmm
Dichtmaterial zur luftdichten
Chassismontage
Bedämpfung:
Tieftongehäuse: Allseitig mit
Weichfaserdämmplatten in 18 mm
Stärke auskleiden
Elektrostatengehäuse (sofern keine
Dipolabstrahlung gewünscht wird):
3 Lagen Noppenschaumstoff 23x48
cm

Frequenzweichenbauteile:

$L_1 = 4,7 \text{ mH Cerobar-, Ferrobar-}$
oder
 $L_2 = 1,0 \text{ mH Luft- oder}$

Ferritkernspule
 $C_1 = 33 \mu\text{F Elko}$
 $C_2 = 33 \mu\text{F MKP Folie}$

$R_1 = 3,3 \text{ Ohm}, 10 \text{ W}$

$R_2 = 4,7 \text{ Ohm}, 5 \text{ W}$

$R_3 = 1,5 \text{ Ohm}, 5 \text{ W}$

Gehäusebauteile:

Spanplatte oder MDF 19 mm

3 Schallwände 1200x300 mm

1 Rückwand unten 697x262 mm

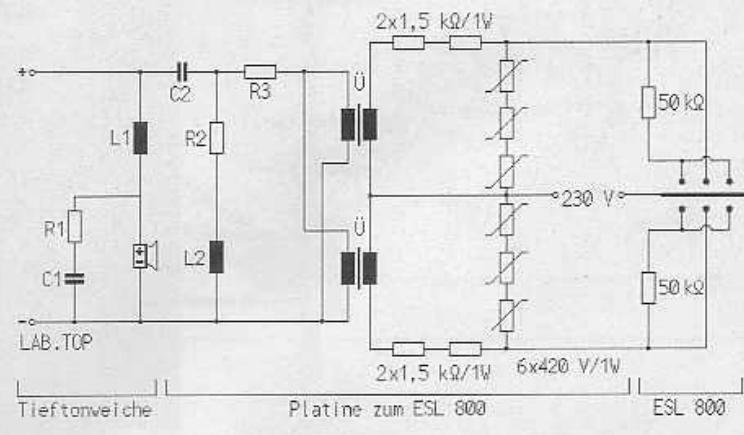
1 Rückwand oben 526x262 mm

oder 1 Rückwand 1220 x262 mm

2 Seitenteile unten 684x343/229 mm

2 Seitenteile oben 516x229/143 mm

oder 2 Seitenteile 1200x343/143 mm



1 Boden 324x262 mm
1 Deckel Baugehäuse 213x262 mm
1 Deckel 127x262 mm

KLANGLICHE CHARAKTERISIERUNG:

Präziser Baß, saubere Mitten, luftig-leichter Gesamteindruck, sehr realistische Räumlichkeit

MODIFIKATIONSMÖGLICHKEITEN:

L_1 kann variiert werden, um den Grundtonpegel zu verändern. C_2 dosiert den Elektrostatenpegel im Übernahmebereich. Klanglich wirkt sich C_2 im Mitteltonbereich aus.