

## **KLANG+TON-Referenzbox Duetta mit SAC-Elektronik aktiviert**

# Aktivposten



Was ist denn mit der **KLANG+TON-Mannschaft** los? Erst küren sie ihr Projekt **Duetta** zur Referenzbox jetzt, wenige Monate später, kommt schon eine neue Version heraus, hören wir jetzt schon einige unserer Leser murren.

Gemach, ganz so ist es nun doch nicht. Es ging auch nicht darum, die eigene Referenz vom Thron zu stoßen. Allerdings kann man eines sagen – das Bessere ist der Feind des Guten. Und so haben wir versucht, aus einem exzellenten Lautsprecher einen wirklichen Superlautsprecher zu machen. Das ist allerdings nicht mit Kleinigkeiten zu bewerkstelligen, wie Kondensatoren tauschen oder verschiedenartige Spulen auszuprobieren. Letztendlich hat man dabei immer ein passives Konzept, in dem man, bezogen auf die Ergebnisse, nur Peanuts verändern kann. Deshalb kam als logischer Schritt nur eines in Frage: Aktivierung!

### Konzept

Damit man aber nicht auf irgendwelche zusammengestoppelte, vielleicht inkompatible Baukastenlösungen angewiesen ist, haben wir ein spezielles, auf diesen Lautsprecher zurecht geschnittenes Modul verwendet. Und das beinhaltet konsequent alle in der Praxis vorkommenden notwendigen Details:

1. Wahlweise umschaltbarer Eingang für symmetrische und asymmetrische Tonquellen
2. Auf Tastendruck zuschaltbarer Equalizer, der im Bass- und Hochtonbereich eine Anpassung an die Aufstellung ermöglicht
3. Signalgesteuerte Einschaltautomatik
4. PegelEinstellung für jeden Weg um 6 dB
5. GesamtpegelEinstellung um 12 dB
7. Einzelne Endstufen für jeden der drei Wege
8. Phasensubtraktionsweiche
9. Subsonicfilter

An dieser Stelle soll nicht über den Sinn oder Unsinn eines symmetrischen Einganges für Home-HiFi diskutiert werden, für Alle, die so etwas brauchen oder glauben es zu brauchen, ist er auf Tastendruck da. Sofort einsichtig sollte jedem aber der Equalizer sein, der in der Lage ist, dröhnende Bässe bei wandnaher oder Eckaufstellung zu minimieren oder bei überdämpften Räumen mittels leichter Höhenanhebung die Absorption höherer Frequenzen auszugleichen. Und was der Wegfall verlustbehafteter Bauteile von Frequenzweichen bedeutet, davon kann sich jeder, der dieses Projekt nachgebaut hat, mit einem zufriedenen Grinsen im Gesicht selber überzeugen.

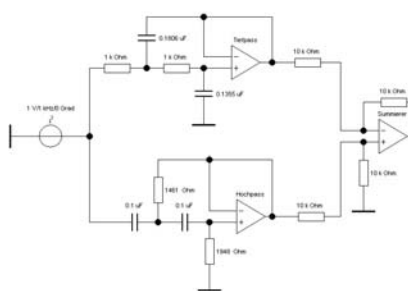
### Technik

Die Einschaltautomatik trennt in Verbindung mit der Schutzschaltung die Lautsprecherchassis von den Endstufen, die Schutzschaltung spricht an bei zu tiefen Frequenzen (unter 7 Hz) oder bei Gleichspannung am Ausgang der Verstärker. Allerdings sollte ein solcher Zustand nie eintreten, da direkt hinter dem Eingang ein Subsonicfilter mit 16 Hz Grenzfrequenz bei einer Steilheit von 18 dB/Oktave in Butterworthcharakteristik lauert. Es besteht auch die Möglichkeit, eine thermische Sicherung einzubauen, allerdings bleiben die Module auch unter harten Bedingungen so kalt, dass es mehr als überflüssig erscheint, diese Funktion zu integrieren. Alternativ ist es auch möglich, die bei einigen Vorverstärkern (z. B. Burmeister) anstehende Steuerspannung zum Einschalten des Modules zu benutzen, dazu muss allerdings die XLR-Buchse gegen eine vierpolige Type getauscht werden.

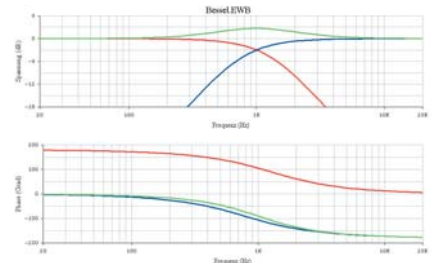
Selbstverständlich handelt es sich bei den Endstufen um gleichspannungsgekoppelte Typen, damit sind Phasen- und Frequenzgangveränderungen fast völlig ausgeschlossen. Die Verzerrungen von kleinsten Pegeln bis zur Nennleistung bewegen sich im gesamten Frequenzbereich immer unter 0,1 %, von daher ist auch keine gravierende Einflussnahme auf das Klangbild zu befürchten. Jeder der drei Wege kann mittels eines Potis um 6 dB gegenüber den anderen Wegen abgesenkt werden, damit sind schon einmal grundsätzlich gravierende Anpassmöglichkeiten an den Aufstellungsort, die Akustik innerhalb des Hörraums, den eigenen Geschmack oder die Eigenheiten der vorgeschalteten Anlagenteile gegeben. Eins sei aber bemerkt: Den Klang eines schlechten Vorverstärkers oder CD-Players kann eine solche Einstellmöglichkeit auch nicht ausbügeln! An dieser Stelle gilt: Was einmal verschwunden ist, kann nicht wieder zurückgerufen werden.

Der Gesamtpegel des Einschubs ist um 6 dB variabel, was auch die Anpassung an den Drehbereich des Lautstärkepotis im Vorverstärker ermöglicht oder an den hohen Ausgangspegel mancher Röhrenvorverstärker. Aber was ist eine Phasensubtraktionsweiche? Eine „normale“ Frequenzweiche besteht aus Hoch- und Tiefpässen, die parallel und/oder seriell arbeiten. Verwendung finden meistens Bessel- und Butterworthfilter. Nehmen wir einmal an, wir hätten die idealen Lautsprecherchassis – also absolut ohne Zicken und Ausreißer im Übertragungsbereich und auch etwas darüber und darunter, gesegnet mit einem perfekten Ein- und Ausschwingverhalten. Dann führt der Einsatz eines der genannten Filter zu Fehlern, welche die Chassis freiwillig nicht machen würden: Jedes dieser Filter hat ein bestimmtes Impulsverhalten, welches sich dem Übertragungsbereich der Lautsprecher aufprägt. In der Summe mehrerer Filter addieren sich die Fehler sogar. Somit benötigen wir ein Filter, das alle diese Fehler nicht macht. Da gibt's nur eins: Ein einfaches RC-Filter. Es kennt prinzipiell kein Überschwingen und ist bestens durch seine Zeitkonstante definiert. Dafür wird man mit einer Flankensteilheit von gerade einmal 6 dB/Oktave bestraft und einem relativ weichen Übergangsverhalten. Mit einem Trick – Entkopplung durch Operationsverstärker – kann man aber zwei solcher Filter hintereinander schalten und bekommt dann immerhin 12 dB/Oktave. Das grundsätzlich unterschiedliche Verhalten soll in den nachfolgenden Grafiken dargestellt werden: Die erste Schaltung ist mit Besselfiltern aufgebaut, die zweite Schaltung mit Phasensubtraktionsfilter. Beide haben eine Übergangsfrequenz von 1.000 Hz.

Hier der Schaltplan der Besselweiche:

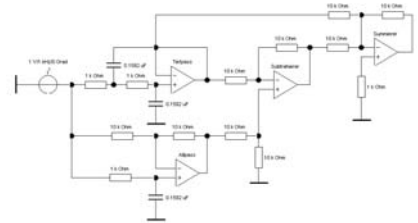


Die einzelnen Frequenzgänge sehen aus wie folgt:



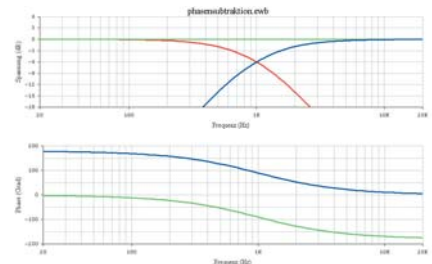
Man kann deutlich im Punkt der Übergangsfrequenz erkennen, dass im Summenfrequenzgang (grün) eine deutliche Erhöhung erscheint. Der mit Summierer bezeichnete Schaltungsteil ist kein Bestandteil der Weiche, sondern lediglich dazu gedacht, die Einzelfrequenzgänge zu addieren.

Als nächstes die Phasensubtraktionsweiche:



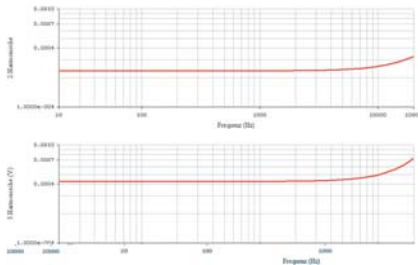
Hierzu einige Erklärungen: Der Tiefpass besteht aus zwei entkoppelten RC-Gliedern, der parallele Allpass erzeugt bei 1.000 Hz eine identische Phasenverschiebung. Am Ausgang des Subtrahierers entsteht ein dem Tiefpass inverses Signal, also ein Hochpass.

Dazu wieder die Frequenzgänge:

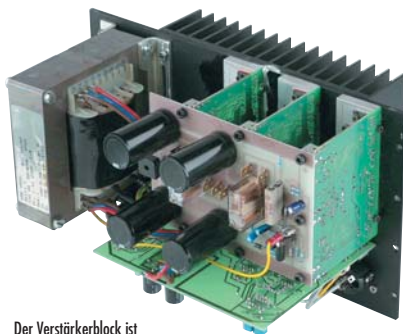


Man sieht sofort, dass keine Überhöhung auftritt, mit einem -6 dB Loch bei 1.000 Hz und der Phasenverlauf völlig gleichmäßig ist. Durch die inversen Phasenlagen haben diese Filter auch ein perfektes Rechteckverhalten oder anders gesagt: rein wie raus! Der Aufbau der Elektronik erfolgt mit handelsüblichen Operationsverstärkern des Typs NE 5532. Um etwaigen Diskussionen zuvorzukommen: Nein, diese OPs sind nicht schlecht, nur weil sie schon einige Jahre auf dem Markt sind. Der Einsatz exotischer Typen mit größerer Slewrate erzeugt höchstens unerwünschte parasitäre Oszillationen. Verzerrungen und Rauschen sind auf extrem niedrigem Niveau, wie die folgende Grafik belegt.

Dort arbeitet das IC als Verstärker mit einer Verstärkung von ca. 1 f. Der Lastwiderstand beträgt 600 Ohm.



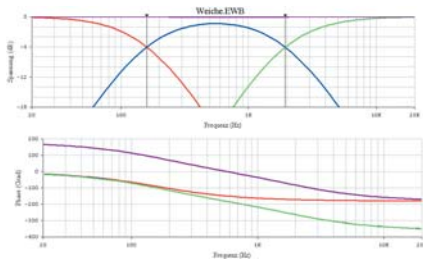
Die Endstufen haben einen extrem hohen Dämpfungsfaktor (>1000 bei 1 kHz, >600 bei 10 kHz), der sehr gut dynamische Systeme kontrollieren kann. Sie stellen eine Nennleistung von 80 W/8 Ohm oder 120 W/4 Ohm zur Verfügung.



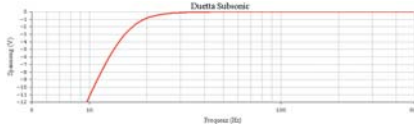
Der Verstärkerblock ist modular aufgebaut und bietet viele Anschluss- und Stellmöglichkeiten



Die Frequenzgänge der kompletten Weiche sind wie folgend gezeigt, mit realen Übergangsfrequenzen von 160 Hz und 1.950 Hz, markiert durch die beiden Cursors in der Grafik für den Frequenzgang.



Der Frequenzgang des Subsonicfilters ist hier zu sehen:



### Aufbau

Wer bis jetzt noch keine Duetta gebaut hat, hat zwar monatelang auf höchsten Musikgenuss verzichtet, es jetzt aber mit der Verwirklichung des aktiven Boxentraums etwas einfacher. Dann lässt sich von vornherein der Raum für den Verstärkerblock mit einplanen. Der bekommt eine eigene Kammer im Bassteil der Duetta, das deshalb etwas tiefer gebaut werden muss, damit kein Volumen verloren geht. Stolz Besitzer einer passiven Duetta müssen dennoch nicht auf die Aktivierung verzichten. Sie können einen Kasten mit den Abmessungen der Kammer bauen und diesen hinter die Box stellen oder schrauben. Das ist zwar nicht ganz so elegant, erfüllt aber seinen Zweck. Der grundsätzliche Aufbau gleicht dem der Duetta aus **KLANG+TON** 1/02. Die angepassten Baupläne finden Sie in diesem Artikel.

### Messwerte

Auffallend sind die deutlich geringeren Verzerrungen im Bassbereich. Zeigte die passive Version noch rund 2,4 Prozent K2 bei 90 dB und 50 Hertz, so zeigt die Aktive nur noch 0,7 Prozent unter identischen Bedingungen. Erst in der Gegend um 100 dB, einer im Wohnbereich kaum realisierbaren Lautstärke, steigen die Bassverzerrungen kräftig an. Ansonsten liegen die Klirrwerte auf genauso niedrigem Niveau wie die der passiven Version. Auch die Messung der akustischen Phase zeigt ein nahezu perfektes Bild. Die Phase dreht sich streng frequenzproportional und ohne störende Phasensprünge. Der Verlauf ist dabei glatter als bei der passiven Version, die in dieser Disziplin bereits sehr gute Ergebnisse zeigte.

Dagegen sieht der Frequenzgang der aktiven Duetta ein wenig ungünstiger aus. Das ist aber häufig bei Aktivboxen so und hält sich bei der Duetta im Rahmen. Der Grund ist, dass der immense Vorteil der direkten Ankoppelung der Chassis an die Endstufen mit dem kleinen Nachteil erkauft wird, nicht mehr an den Unregelmäßigkeiten der Chassis herumzubielen zu können. Mit dem Einsatz parametrischer Equalizer wäre das wohl möglich, aber extrem aufwändig und dem Wohlklang auch nicht gerade förderlich. Mit passiven Filtern und diversen Saug- und Sperrkreisen geht das leichter von der Hand.

Der große Vorteil des Aktivkonzepts ist aber dennoch ein besserer Klang durch direkte Ankoppelung und die Möglichkeit der individuellen Pegelanpassung aller beteiligter Chassis, sowie in unserem Fall die leichte Equalizerfunktion für Tief- und Hochtöner. Damit ist die Aktive an unterschiedliche Räume gut anzupassen und jetzt auch in Zimmern unter 30 Quadratmetern sinnvoll einsetzbar. Insgesamt reicht der Tiefbassbereich durch eine speziell angepasste Anhebung deutlich tiefer als der passiven Duetta.

### Klang

Wir haben es oft genug gesagt, dass wir immer etwas Schwierigkeiten haben, wenn es um die klangliche Beurteilung eigener Konstruktionen geht. Im Hinblick auf die Duetta fällt uns das etwas leichter, da dieser Lautsprecher überdurchschnittlich oft nachgebaut wurde und **KLANG+TON** daher viel Feedback aus der Leserschaft bekam. Mit durchweg hervorragenden Ergebnissen, übrigens.

Die aktive Version klingt im Vergleich zur passiven erst einmal tiefer und substantieller im Bass. Das geht sogar noch mit deutlich gesteigerter Sauberkeit und Klarheit einher, was die in diesem Bereich drastisch verringerten Verzerrungen bereits vermuten ließen. Richtig aufgestellt und eingepegelt, lässt die Basswiedergabe der Duetta so keine Wünsche mehr offen und das Verlangen nach einem Subwoofer niemals aufkommen. Was die aktive Duetta im Bass hören lässt, ist im wahrsten Sinne eine Wucht und hat Suchtpotenzial.

Was den Mittel- und Hochtonbereich betrifft, sind die Verbesserungen ebenfalls klar hörbar. Das Klangbild ist noch unmittelbarer und direkter, ohne lästig zu werden. Die leichte Senke im Bereich um 3.000 Hertz tritt ohnehin nicht störend in Erscheinung. Hier gilt seit jeher, dass zwei dB zu wenig immer besser klingen als ein dB zu viel. Die Senke macht das Klangbild also eher angenehm, wenn überhaupt von irgendeiner Färbung gesprochen werden kann.

Was wir nach den ausgiebigen Erfahrungen mit der Duetta kaum für möglich hielten: Detailtreue und Feinauflösung erfuhren noch einmal eine hörbare Steigerung. In Verbindung mit dem einstellbaren Hochtöner lassen Durchzeichnung und Feindynamik des Klangbildes keinerlei Wünsche mehr offen. Einschließlich der Lebendigkeit, die wegen der gesteigerten Dynamik des Aktivsystems noch realistischer wurde. Auch im Heimkinobetrieb macht die aktive Duetta eine sehr gute Figur und stößt dabei dynamisch nicht an ihre Grenzen. Wohl bemerkt, ohne Subwoofer.

Ebenso auffällig wie die gesteigerte Basswiedergabe, ist eine weiter verbesserte Präzision in puncto Räumlichkeit und Abbildung. Hierbei kann die Phasensubtraktionsweiche ihre Vorteile voll ausspielen. Die Wiedergabe löst sich perfekt von den Boxen und steht frei im Raum, wobei die Abmessungen der imaginären Bühne sehr realistisch erscheinen. Alle Einzelheiten werden in Breite und Tiefe korrekt gestaffelt und freigestellt. Nichts klebt aneinander, noch wirkt irgend etwas wie definitionsloser Brei.

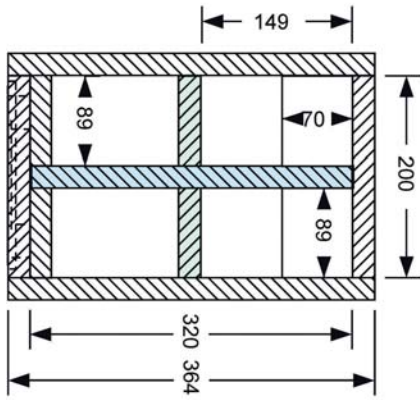
### Fazit

Die Aktivkur hat aus der hervorragenden Duetta einen außergewöhnlichen Lautsprecher gemacht, der kaum noch Wünsche offen lässt. Dafür sind 700 Euro pro dreikanaligem Verstärker wirklich nicht zu viel verlangt. Noch günstiger kommt der weg, der erst jetzt eine Duetta bauen will. Er spart die Anschaffung der sehr teuren Frequenzweichenbauteile, die allein schon rund ein Drittel des Verstärkerpreises ausmachen. Mit der Aktivierung gibt es noch einen Grund weniger, keine Duetta zu bauen.

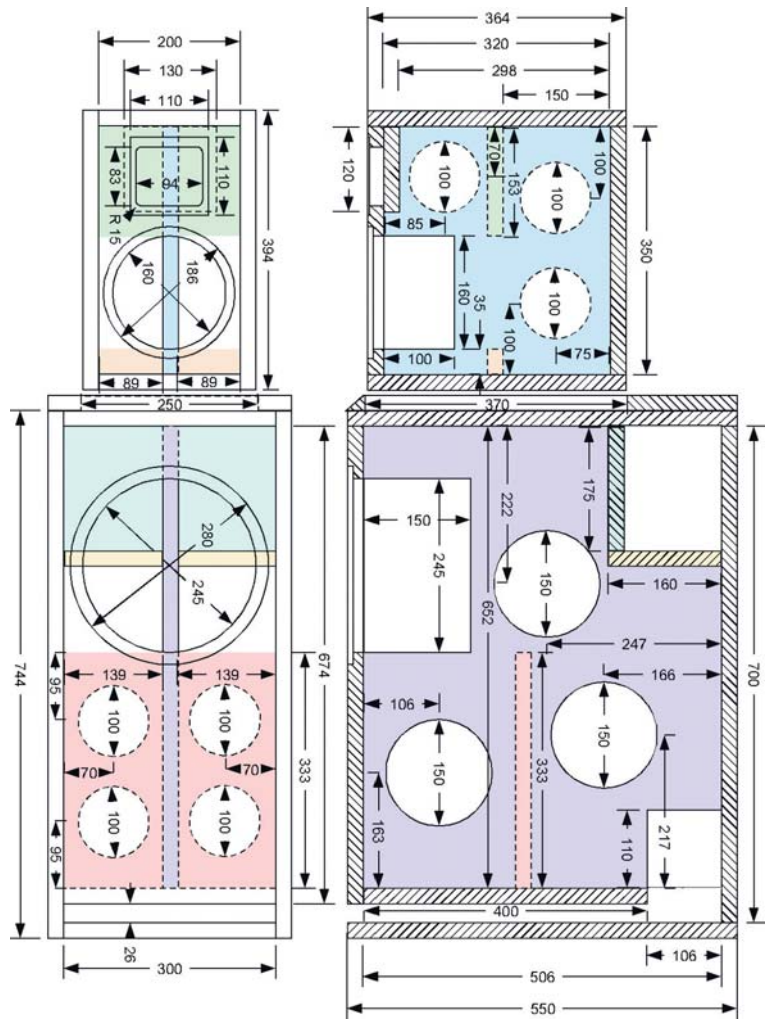
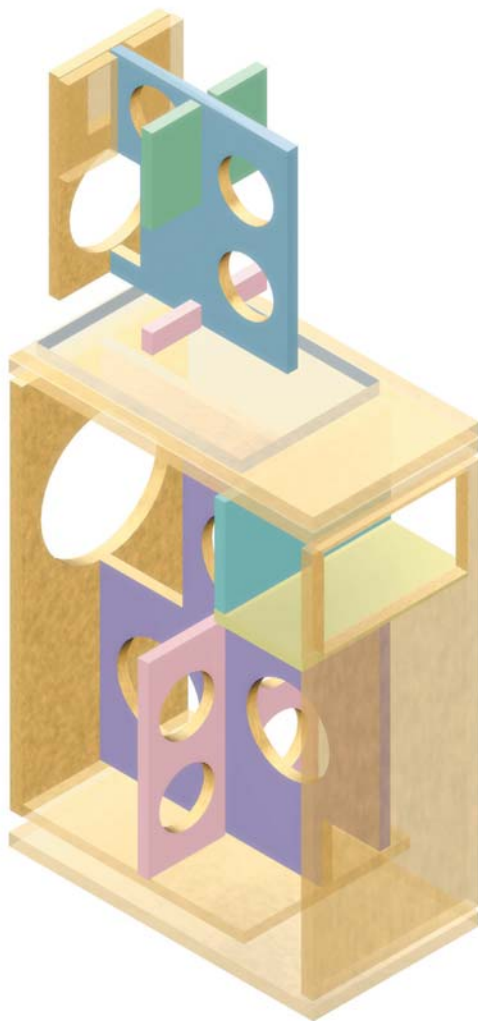
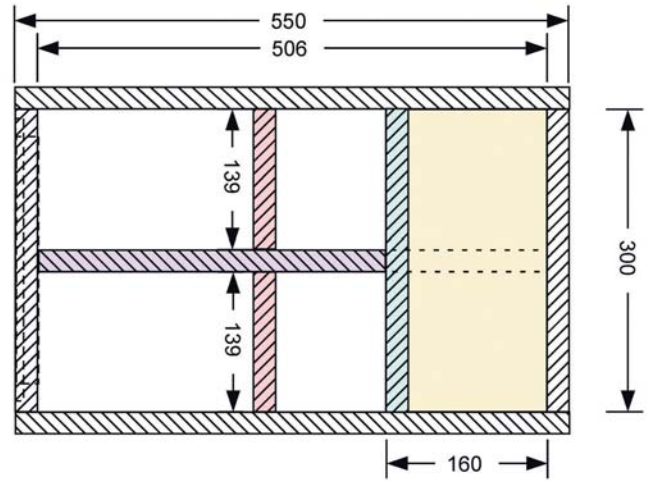
Heinz Schmitt / Walter Fuchs

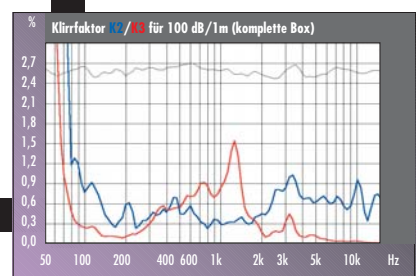
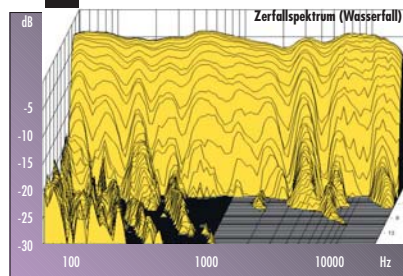
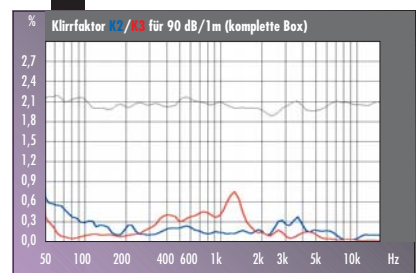
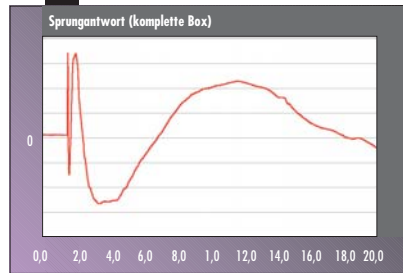
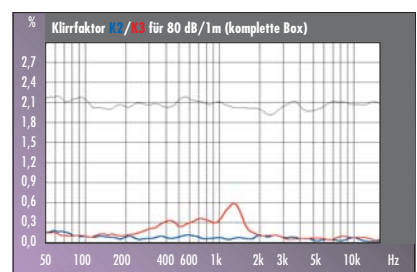
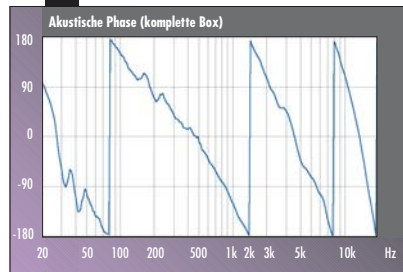
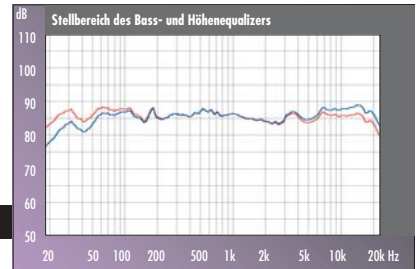
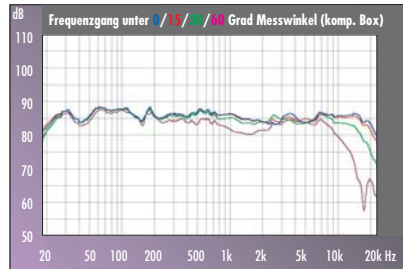


Aufsicht MHT-Gehäuse ohne Deckel



Aufsicht TT-Gehäuse ohne Deckel





Der Verstärker muss unbedingt waagrecht eingebaut werden, da es sonst durch den fehlenden Kamineffekt an den Kühlrippen zum Hitze-  
stau kommt



Neben den üblichen Pegelstellern bietet das Modul noch Equalizer für Tief- und Hochtöner an



Das Bild zeigt eine weitere Variante der „Duetta“, bei der das Mittel-/Hochtongehäuse keine Verbindung zum Bassteil hat, und quasi über diesem schwebt

Profil		Duetta aktiv	
Chassishersteller:	Eton		
Vertrieb:	Intertechnik, Kerpen		
Modulhersteller und Vertrieb:	SAC GmbH, Essen		
Konstruktion:	Heinz Schmitt, Walter Fuchs, Udo Wohlgemuth		
Technische Daten			
Funktionsprinzip:	Bassreflex		
Nennimpedanz:	entfällt, da aktiv		
Kennschalldruckpegel 2,83V/1m:	entfällt, da aktiv		
3 Endstufen mit 80/120 Watt an 8/4 Ohm, 15 A Peak			
THD < 0,1 % im gesamten Übertragungsbereich,			
Bandbreite > 100 kHz			
Dämpfungsfaktor > 1.000 bei 1 kHz			
3-Weg Phasensubtraktionsweiche			
THD < 0,1 % bei allen Pegeln			
S/N Ratio > 100 dB,			
Eingangsimpedanz 10 kOhm			
Gleichtaktunterdrückung > 50 dB,			
Eingangsspannung für Nennleistung 1 Volt			
Headroom > 6 dB			
abschaltbare Signaleinschaltautomatik,			
Transformator Philbertkernschnitt, 250 VA			
Siebkapazität 40.000 µF			
zuschaltbarer Equalizer			
Entzerrung bei 20 Hz plus/minus 5 dB, bei 20 kHz plus/minus 3 dB			
Stromaufnahme im Standby ca. 10 Watt			
Kosten pro Box			
Lautsprecherchassis:	ca.	870	Euro
Aktiveinschub:		700	Euro
Kleinmaterial:	ca.	50	Euro
Holzzuschnitt Baumarktpreis:	ca.	200	Euro
<b>Gesamtkosten:</b>	ab ca.	1.820	Euro