

# Sound & Recording

RECORDING. PRODUCING. MUSIC.

**+** KEYBOARDS  
ELECTRONIC. MUSIC. INSTRUMENTS.

2020  
02

## ADAM AUDIO T10S

 ADAM AUDIO

Sonderdruck aus Sound & Recording 02.2020

# BOOOM!

## ADAM AUDIO T10S – KOMPAKTER BANDPASS-SUBWOOFER

Der Berliner Hersteller ADAM Audio stellte für seine Studiomonitore der T-Serie unlängst einen passenden Subwoofer vor.

Autor: Anselm Goertz



➡ Der mit einem 10"-Treiber bestückte T10S ist für die Kombination mit den Monitoren T5V (Testbericht in S&R 11.2018) und T7V (Testbericht in S&R 4.2018) optimiert und fügt sich sowohl von der Größe wie auch vom Preis gut in die T-Serie ein. Naturgemäß sind die T7V und T5V mit ihren relativ kleinen Tieftönern in der Basswiedergabe etwas limitiert. Ein Subwoofer kann daher unter verschiedenen Aspekten einen Zugewinn bringen. Der wiedergegebene Frequenzbereich lässt sich nach unten hin ausdehnen, es können höhere Basspegel wiedergegeben werden und die eigentlichen Monitore werden entlastet. Speziell Letzteres ist ein wichtiger Aspekt, wenn der Tieftöner der Monitore keine große Auslenkungen für die Basswiedergabe mehr vollziehen muss und damit auch die Intermodulationsverzerrungen im mittleren Frequenzbereich reduziert werden.

Für die Tieftonwiedergabe wird aufgrund des zu den tiefen Frequenzen hin mit dem Quadrat der Frequenz abnehmenden Strahlungswiderstandes im Medium Luft ein großes Verschiebevolumen benötigt, das man entweder durch eine große Membranfläche oder große Auslenkungen oder eben beides zusammen erreichen kann. Ein 5"-Tieftöner muss so für den gleichen Schalldruck bei tiefen Frequenzen die vierfache Membranauslenkung im Vergleich zu einem 10"-Tieftöner machen. Bei hohen Pegeln bewegt sich dann die Schwingspule aus dem linearen Arbeitsbereich des Antriebs heraus, wodurch zunächst einmal nichtlineare Verzerrungen (THD) entstehen. Bei tiefen Frequenzen wäre das bis zu einer bestimmten Grenze noch zu verkraften, da man hier weniger sensibel auf Verzerrungen reagiert. Wird der gleiche Treiber aber, wie es bei 2-Wege-Monitoren unvermeidlich ist, noch weit bis in den mittleren Frequenzbereich (typisch 2–3 kHz) eingesetzt, dann werden auch diese Signalanteile in Mitleidenschaft gezogen, wenn der Antrieb des Tieftöners seinen linearen Arbeitsbereich verlässt.

Diese Art der Verzerrungen nennen sich Intermodulationsverzerrungen (IMD) und beschreiben, wie sehr sich gleichzeitig übertragene, verschiedenartige Signalanteile gegenseitig beeinflussen bzw. stören. Die Argumente für 3-Wege-Monitore führen auch immer wieder genau diesen Aspekt an, dass der Tieftöner hier nicht mehr die Wiedergabe der sensiblen Mitteltonlagen mit übernehmen muss. So oder ähnlich könnte man es auch für Kombinationen mit Subwoofern sehen, wodurch der 2-Wege-Monitor dann auch zu einem 3-Wege-System wird, wenn der Subwoofer die tiefen Frequenzanteile übernimmt.

Beschäftigt man sich mit Filmtone in 5.1-, 7.1- oder noch komplexeren Formaten, dann kommt dem Subwoofer für den LFE (Low Frequency Effects) Kanal eine weitere Bedeutung zu. Im Filmtone werden zur

Unterstützung der filmischen Handlung gerne tieffrequente Effekte eingebaut, die zusätzlich zum normalen Ton in der Mischung über den LFE-Kanal wiedergegeben werden. Der LFE-Kanal ist hier ein eigenständiger Kanal und nicht der Tieftonanteil der LCR-Frontkanäle. Spezielle Prozessoren für das sogenannte Bassmanagement ermöglichen jedoch auch beides, sodass der Subwoofer den LFE-Kanal und den Tieftonanteil des LCR-Hauptsystems übernimmt. Umgekehrt kann mithilfe des Bassmanagements bei entsprechend kräftigen Hauptlautsprechern auch der Subwoofer entfallen und das LFE-Signal auf die LCR Lautsprecher geroutet werden. Der T10S ist als typische Erweiterung eines Abhörsystems mit T5V- oder T7V-Monitoren zu verstehen.

**Die Elektronik** des T10S befindet sich auf einer herausnehmbaren Rückwand. Zwei große Platinen mit solide fixierten Bauteilen tragen hier zum einen das Netzteil und die Endstufe sowie die Schaltung für Filter, Summierer und weitere signalverarbeitende Stufen. Die Elektronik verfügt nicht über eine eigene Kammer und befindet sich direkt im akustisch wirksamen Volumen des Tieftöners. Bedenken in Sachen Haltbarkeit und Schäden durch Vibrationen muss man hier aber wohl nicht haben, da man bei ADAM Audio selbstsicher und erfahren bis zu 5 Jahre Garantie auf den Subwoofer gibt.

Das rückwärtige Anschlussfeld verfügt über symmetrische Ein- und Ausgänge für den linken und rechten Kanal mit XLR-Buchsen und zudem auch noch über gleichlautende Anschlüsse mit Cinchbuchsen. Wird der Subwoofer mono eingesetzt, werden

#### Hersteller

ADAM Audio

#### UVP/Straßenpreis

449,- Euro / ca. 399,- Euro

#### Internet

[www.adam-audio.com](http://www.adam-audio.com)

#### Unsere Meinung

++ Messwerte

++ Einsatzmöglichkeiten

+ Verarbeitung und Wertigkeit

+++ Preis/Leistungs-Verhältnis



## Profil ADAM Audio T10S

Frequenzbereich:	28 Hz – 250 Hz (–6 dB)
Welligkeit:	(3.1) dB (35 Hz – 200 Hz)
Basstauglichkeit:	100 dB (10 % THD 30 – 100 Hz)
Störpegel (A-bew.):	<15 dBA (10 cm)
Maße/Gewicht:	318 × 390 × 413 mm (B×H×T) / 12.2 kg

beide Stereokanäle zunächst zum Subwoofer geleitet und von dort aus weiter zu den Topteilen. Die Bassanteile für den Subwoofer werden dann ausgefiltert und summiert. Benutzt man zwei Subs, dann wird nur das Signal des entsprechenden Kanals angeschlossen und zu dessen Topteil weitergeleitet. Für die Trennung zwischen Subwoofer und Topteil kann zwischen 80 Hz und 120 Hz ausgewählt werden. Die dritte Einstellung, bypass, kann benutzt werden, wenn ein externes Bassmanagement eingesetzt wird.

Neben der Übergangsfrequenz lassen sich auch noch der Pegel des Subwoofers einstellen und ein Phase Reverse aktivieren. Die Hochpassfilterung für den Topteilausgang passt sich der jeweils gewählten Übergangsfrequenz an. Über eine Remote-Buchse

kann mit einem einfachen Schalter der Subwoofer deaktiviert und der Topteilausgang in den Fullrange Modus geschaltet werden.

**Bandpass Subwoofer.** Aus akustischer Sicht ist der T10S als eine Art Bandpasssystem aufgebaut. Der im Boden des Gehäuses eingebaute Tieftöner strahlt nicht direkt ab, sondern über zwei Resonatoren. Der eine befindet sich wie ein normaler Bassreflexkanal in der Rückseite des Gehäuses, und der zweite entsteht durch das zwischen der Membran und dem Fußboden befindliche Luftvolumen. Abgestrahlt wird der Schall über den ca. 3 cm hohen, rundum laufenden Spalt, der durch die Füße des T10S definiert wird. Während der hintere Resonator mit 36 Hz tief abgestimmt ist, liegt die Resonanzfrequenz des zweiten Resonators am Boden des Gehäuses deutlich höher und außerhalb des typischen Übertragungsbereiches für einen Subwoofer. Die besondere Bauart des Gehäuses ist daher vielleicht eher unter praktischen Aspekten zu sehen, wo man es jetzt nur noch mit einem rundum geschlossenen Kasten zu tun hat.

**Messwerte.** Für eine etwas detailliertere messtechnische Betrachtung wurde der Subwoofer zunächst ohne Elektronik gemessen, d. h. wie ein einfacher passiver Lautsprecher. Die am Treiber gemessene Impedanzkurve zeigt Abb.1. Bei der Impedanz gibt es Betrag und Phase abhängig von der Frequenz, die hier beide dargestellt sind. Eine Phase gleich Null bedeutet, dass man es mit einem rein reellen elektrischen Widerstand zu tun hat, positive Werte stehen für einen induktiven Anteil und negative für einen Kapazitiven. Im Weiteren erkennt man, dass die Impedanz, wie bei fast allen Lautsprechern, alles andere als konstant ist und sich mit der Frequenz stark verändert. Der Begriff der Nennimpedanz bedeutet daher auch nicht mehr, als dass dieser Wert an keiner Stelle des relevanten Frequenzbereiches um mehr als 20 % unterschritten wird. Das Impedanzminimum des Tieftöners zwischen den beiden Peaks bei 36 Hz gibt die Abstimmfrequenz des hinteren Resonators zu erkennen.

Bei der Messung des Frequenzganges hat man es zunächst einmal mit einem grundsätzlichen Problem aller reflexionsarmen Messräume zu tun. Unterhalb einer bestimmten Frequenz, die von der Tiefe der absorbierenden Auskleidung auf den Raumbegrenzungsflächen abhängt, ist der Raum nicht mehr reflexionsarm, und es treten Interferenzen in den Messungen auf. Abb.2 zeigt die Messung des T10S im Messraum mit einer unteren Grenzfrequenz von 100 Hz (85 cm Tiefe der Absorber). Die rote Kurve lässt deutliche Welligkeiten unterhalb von 100 Hz erkennen, die nicht vom Lautsprecher kommen. Versucht man die Reflexionen durch eine zeitliche Fensterung abzuschneiden (blaue Kurve), dann wird damit auch die Auflösung im Frequenzbereich reduziert. Die Kurve

ist dann vielleicht schön glatt, aber auch nicht richtig. Es gibt nun zwei Auswege: Der erste wäre eine echte Freifeldmessung, z. B. auf einem großen Parkplatz, oder alternativ eine Nahfeldmessung für tiefe Frequenzen. Für eine Nahfeldmessung wird das Mikrofon direkt vor den Strahlerflächen platziert, und diese werden alle einzeln gemessen. Beim T10S sind das der Port auf der Rückseite und der Spalt am Boden. Abb.3 zeigt die zugehörigen Kurven für den Port (grün) und für den Spalt am Boden (blau). Anschließend werden diese Kurven addiert. Das Ergebnis der Summenfunktion zeigt die rote Kurve. Da die Nahfeldmessungen jedoch keine absolute Amplitude oder Phase anzeigen können, werden diese anschließend mit der Fernfeldmessung, die beide Informationen enthält, kombiniert. Die Frequenz für diese Kombination sollte oberhalb der Grenzfrequenz des Raumes liegen. Abb.4 zeigt anschaulich, wie die Fernfeldmessung des T10S unterhalb von 100 Hz durch die Nahfeldmessung ergänzt wird. Als Ergebnis erhält man dann eine Kurve, die für den gesamten Frequenzbereich einen korrekten Verlauf zeigt.


Für den kompletten Subwoofer kommen jetzt noch die Filterfunktionen der Elektronik hinzu. Die Filter für den Subwoofer-Kanal werden in der T10S mithilfe eines kleinen DSPs ausgeführt, der Signalweg für die Toppteile ist dagegen komplett analog. Die Filterfunktionen für beide Wege in den Einstellung 80 Hz, 120 Hz und bypass zeigt Abb.5. Zusammen mit dem Subwoofer ergeben sich dann die finalen Kurven aus Abb.6. Die Eckfrequenzen (-3 dB) für das Tiefpassverhalten des Subwoofers liegen jetzt genau bei 80 Hz (blaue Kurve) bzw. 120 Hz (rote Kurve). In der Einstellung bypass (grüne Kurve) werden die Filter zur Korrektur des Frequenzganges weiterhin eingesetzt, das Tiefpassfilter ist jedoch weit nach oben oberhalb von 500 Hz geschoben.

Wie sich der T10S zusammen mit einem Toppteil darstellt, konnte mithilfe der Messungen aus dem T7V-Test geprüft werden. Als Trennfrequenz wurde dazu 80 Hz gewählt, womit sich die hellblaue Kurve für die T7V einstellt. Die hier nicht abgebildeten Phasengänge beider Wege verlaufen dann perfekt deckend, und die Amplitude addiert sich zu einem Verlauf mit einer breiteren 3 dB Überhöhung im Übergangsbereich. Die Überhöhung entsteht zum einen durch die etwas zu breite Überlappung, aber auch durch die Addition der beiden Frequenzgänge als On-axis-Messungen unter Freifeldbedingungen. Filter, bei denen sich die Hoch- und Tiefpasskurven im -3-dB-Punkt schneiden, erzeugen in der Summenfunktion eine 3 dB Überhöhung. Addiert man die Kurven energetisch, so wie es auch im Diffusfeld eines normalen Raumes passiert, dann ist der Verlauf in der Summe jedoch geradlinig. Je nach Aufstellung ist noch zu beachten, dass sich durch Laufzeitun-

terschiede auch die Phasenlagen der Tops zu den Subs zueinander verschieben können.

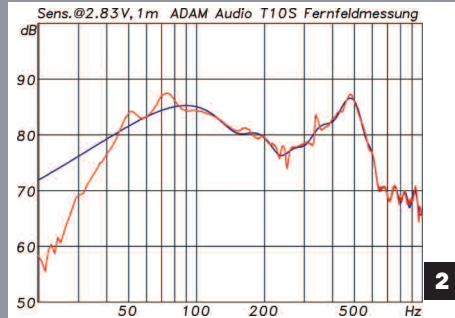
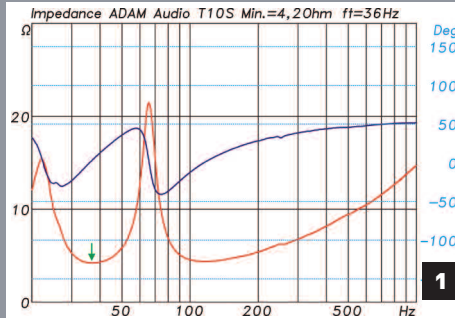
Die letzte Messung betrifft noch den erreichbaren Maximalpegel, der laut Datenblatt bei 104 dB liegt. Im Labor wurde dazu die typische Sinusburst-Messungen durchgeführt, mit denen sich für gegebene Verzerrungsgrenzwerte von 3 % und 10 % der maximal erreichbare Schalldruck bestimmen lässt. Die rote 10%-Kurve aus Abb.7 erreicht ein Maximum von 103 dB und zwischen 30 und 100 Hz einen Mittelwert von 100 dB. Diese Werte beziehen sich jedoch auf eine Vollraummessung. Im Halbraum, entsprechend einer typischen Subwoofer-Aufstellung auf dem Boden, liegen die Werte 6 dB höher. Neben einer Messung lässt sich der erreichbare Maximalpegel auch über die Sensitivity zusammen mit der Endstufenleistung berechnen. Diese wird für den T10S mit 130 W angegeben, was gegenüber 1W Leistung +21 dB bedeutet. Nimmt man nun die 1W/1m-Sensitivity-Kurve und schiebt diese entsprechend um 21 dB nach oben, dann erhält man den rechnerisch möglichen Maximalpegel. Diese Kurve liegt für den T10S etwas höher als die Messwerte, was unter anderen auch darin begründet ist, dass die Sensitivity-Kurve für 2,83V/1m gemessen wurde, die Impedanz des T10S aber deutlich unter der eines nominellen 8- $\Omega$ -Systems liegt. Die Sensitivity, auf 1W/1m bei der nominellen Impedanz von 5,2  $\Omega$  bezogen, wäre daher 1,83 dB geringer, um die dann auch beide Kurven nach unten verschoben werden müssten, so wie in Abb.7 gezeigt.

Andere Verluste gegenüber der rechnerisch ermittelten Kurve entstehen durch Power-Compression, Limitierungen der Endstufe und natürlich durch die bei hohen Pegeln entstehenden Verzerrungen des Treibers. Die sonst übliche Messung mit einem breitbandigen Multitonsignal entfällt bei einem reinen Subwoofer, da Intermodulationsverzerrungen im Frequenzbereich oberhalb der Trennfrequenz bei Subwoofern nicht auftreten können.

**Fazit:** Mit dem T10S Subwoofer erweitert ADAM Audio aus Berlin seine T-Serie um einen Subwoofer. Der kompakte und preiswerte T10S ist von seiner Größe und Leistungsfähigkeit her passend zu den beiden Monitoren T5V und T7V dimensioniert und ergänzt diese bestens. Der nutzbare Frequenzbereich wird bis knapp unter 30 Hz erweitert und entlastet die Tieftöner der Toppteile von der Basswiedergabe. Der T10S ist somit als Ergänzung zu den Monitoren der T-Serie eine volle Empfehlung.  [12335]

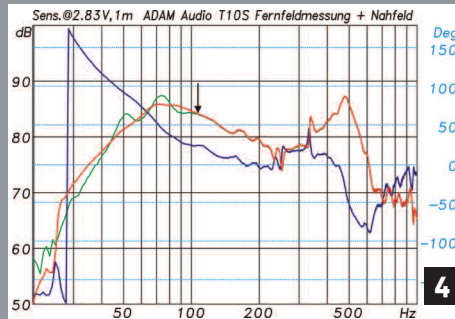
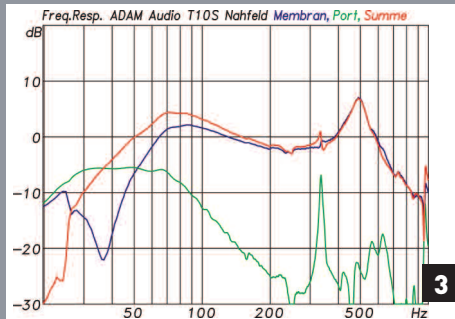
# AUS DEM MESSLABOR

unter reflexionsfreien Bedingungen stammen die folgenden Messungen zum Frequenzgang, zum Abstrahlverhalten und zu den Verzerrungswerten. Der Klasse-1-Messraum erlaubt Messentfernung bis zu 8 m und bietet Freifeldbedingungen ab 100 Hz aufwärts. Alle Messungen erfolgen mit einem B&K 1/4"-4939-Messmikrofon bei 96 kHz Abtastrate und 24 Bit Auflösung mit dem Monkey-Forest Audio-Messsystem. Messungen unterhalb von 100 Hz erfolgen als kombinierte Nahfeld-Fernfeldmessungen.



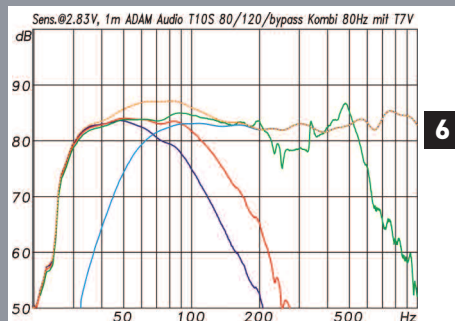
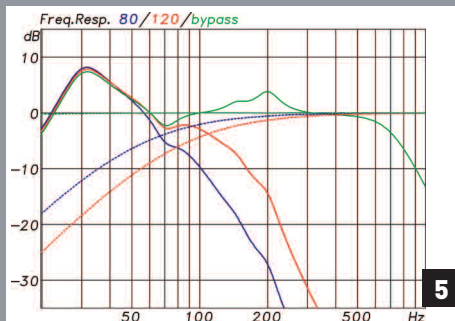
01 Impedanzkurven des Treibers im T10S Subwoofer: Amplitudenverlauf (rt) und Phasenverlauf (bl)

02 Messung des T10S ohne die interne Elektronik; die rote Kurve zeigt die Messung im reflexionsarmen Raum (ab 100 Hz) mit Raumeinflüssen unterhalb von 100 Hz. Die blaue Kurve wurde mit zeitlicher Fensterung (15 ms) berechnet.



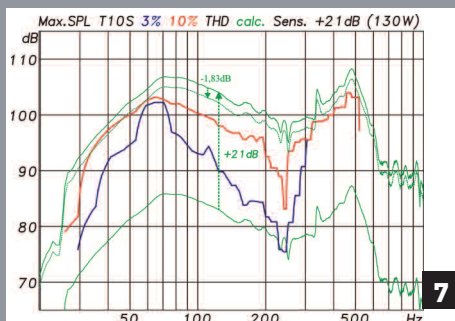
03 Nahfeldmessungen am T10S. Die blaue Kurve wurde am Bodenspalt der Box gemessen, die grüne am Bassreflexport in der Rückwand. Die rote Kurve wurde als komplexe Summenfunktion der beiden Nahfeldmessungen berechnet.

04 Die bei tiefen Frequenzen durch den Raum verfälschte Fernfeldmessung (grün), wird unterhalb von 100 Hz durch eine angepasste Nahfeldmessung ersetzt, woraus dann als finaler Frequenzgang die rote Kurve entsteht. Die blaue Kurve zeigt den zugehörigen Phasengang.



05 Filterfunktionen der Elektronik für die Einstellungen Bypass(gr), 100 Hz(rt) und 80 Hz(bl); die gestrichelten Kurven zeigen die Filterfunktionen für den Ausgang zu den Topteilen mit Hochpassfunktion.

06 Frequenzgänge des T10S Subwoofers komplett mit Elektronik für die Einstellungen Bypass(gr), 100 Hz(rt) und 80 Hz(bl); exemplarisch ist in Hellblau auch der Frequenzgang einer T7V, betrieben über den Ausgang mit Hochpassfilter, eingezeichnet sowie deren Summenfunktion (orange gestrichelt) zusammen mit dem T10S Subwoofer.



07 Maximalpegelmessung des T10S für höchstens 3% Verzerrungen (blau) und höchstens 10% Verzerrungen (rot); die grünen Kurven zeigen den aus der Sensitivity und der maximalen Verstärkerleistung von 130 W rechnerisch möglichen Maximalpegel.