

Endstufen

Master Audio DPU-3K6

Das in der PRODUCTION PARTNER-Ausgabe 3/98 getestete Modell DPU-2k5 von Master Audio wurde binnen weniger Monate von einer Neuentwicklung abgelöst, die mit verbesserten technischen Werten und einer im Funktionsumfang deutlich erweiterten Controllerkarte aufwarten kann. Grund genug für einen kurzen Test des neuen Topmodells DPU-3k6.

Die neue Endstufenbaureihe von Amate Electroacustica umfaßt wieder zwei Modelle, die DPU-2k4 und die DPU-3k6. Gegenüber den vorherigen Modellen wurden primär Detailverbesserungen eingebracht und ein neues Controllermodul entwickelt. Die Ausgangsleistung wurde deutlich erhöht, was sich auch äußerlich in dem jetzt 3 HE großen Gehäuse widerspiegelt. Das grundsätzliche Konzept blieb jedoch erhalten, wobei sich auch die erste DPU-Baureihe schon durch die Philosophie eines extremen Verhältnisses von Peak- zu Dauerleistung auszeichnete.

Gerätebeschreibung

Die 3-HE-Gehäuse von Master Audio sind aus stabilem Stahlblech mit einem massiven Aluprofil für die Frontplatte gefertigt und lassen so schon beim ersten Kontakt einen soliden und wertigen Eindruck entstehen. Etwas gewöhnungsbedürftig erscheint dagegen die braune Farbe. Die Frontansicht unterteilt sich in das linke Viertel mit dem Einschub für das Controllermodul und die restliche Fläche, die mittig je Kanal sechs Leuchtdioden für die Statusanzeige enthält und oben und unten große Lüftungsschlitze für den Luftaustritt der Kühlung. Ein großer in der Rückwand angeordneter Ventilator bläst um die Trafos herum in die fein gerippten Kühlblöcke der beiden Endstufen. Positiv zu vermerken ist die Drehzahlsteuerung des Lüfters, die allerdings sehr nervös schon auf kurze Signalspitzen am Eingang reagiert und sofort die Drehzahl hochfährt. Neben den beiden Trafos, die für ein gemeinsames Netzteil arbeiten, findet sich noch ein kleiner Hilfstrafo, der sich ständig am Netz befindet und die Peripherieschaltungen speist. Erst nachdem durch eine Controllschaltung die Netzspannung für gut befunden wurde, d. h. den Wert von 240 V nicht überschreitet, wird das Hauptnetzteil zugeschaltet. Katastrophale Schäden durch defekte Drehstromleitungen können so sicher vermieden werden, was sicherlich der eine oder andere Anwender sehr zu schätzen weiß. Für jeden Kanal finden sich in der Front eine –20-dB-, eine –10-dB- und eine rote Peakanzeige, die das Erreichen der Leistungsgrenze und den Limitereinsatz anzeigt. Weitere drei Leuchtdioden zeigen eine zu hohe Temperatur, eine zu niedrige Lastimpedanz oder ein Ansprechen der Schutzschaltung wegen längerer Überlast, DC am Ausgang, zu hoher Netzspannung oder ähnlicher Vorfälle an. Die bis hier aufgezählten Schutzfunktionen bezogen sich nur auf die Endstufe selber. Weitere Funktionen, die angeschlossenen Lautsprecher betreffend, können über die Controllermodule eingestellt werden. Im Normalfall findet sich hier eine Standardkarte ohne Filter, die lediglich die

Limiterfunktion und ein Übersteuern der Eingänge bei mehr als 3 V Eingangsspannung anzeigt. Mittels zweier Trimmer kann hinter der Modulplatte die Limiterschwelle zur Anpassung an die Lautsprecher abgesenkt werden. Auch ohne weitere Filter auf dem Controllermodul befinden sich natürlich Hochpaß- und Tiefpaßfilter mit Eckfrequenzen von 20 Hz und 20 kHz im Signalweg, die die Lautsprecher vor unerwünschten Signalanteilen schützen.

Ein Blick ins Innere des Amps bringt massive Leistungselektronik ans Tageslicht, die Dank der geschickten Konstruktion mit sehr fein gerippten Kühlflächen nur ein Gesamtgewicht von 18 kg auf die Waage bringt. An den vier Siebelkos lassen sich Spannungen von ±75 V und ±150 V messen. Mit dem Konzept der zweifach gestuften Versorgungsspannung kann die Endstufe so immerhin Spitzenspannungen von 140 Volt liefern. Auf den Kühlflächen finden sich demgemäß pro Endstufe 4 × 4 Leistungstransistoren. Ebenfalls auf den Endstufenplatinen sind noch vier Schmelzsicherungen untergebracht, die nur im äußersten Katastrophenfall die Endstufen vom Netzteil trennen. Auch auf der Primärseite des Netzteiles gibt es noch eine interne Schmelzsicherung, die allerdings ebenso wie die vier anderen nur dann anspricht, wenn wirklich ein Defekt in der Endstufe oder eine extreme Überlast vorliegen sollte. Im Normalbetrieb wird der Amp durch einen Überstromschutz auf der Primärseite des Netzteiles geschützt, der bei Strömen über 10 A auslöst und automatisch wieder zuschaltet, wenn die Überlast abgeklungen ist. Diese Lösung ist zweifellos die eleganteste und auch einem Sicherungsautomaten noch vorzuziehen. Demgegenüber steht der zusätzliche Aufwand eines kleinen Hilfsnetzteiles für die Schutzschaltung, was nicht vom Netz getrennt wird und ständig den Überblick über die Situation bewahren kann.

Als weiteres erwähnenswertes Detail befindet sich in der Netzzuleitung ein Tiefpaßfilter 5. Ordnung, um Störanteile aus dem Stromnetz von der Endstufe fernzuhalten und natürlich auch umgekehrt keine Störungen aus der Endstufe ins Netz weiterzugeben.

Insgesamt darf der DPU-3k6 an dieser Stelle eine mehr als ausreichende Ausstattung bescheinigt werden. In Kombination mit der guten Verarbeitung entsteht bis hier schon ein überzeugender Eindruck, so daß man neugierig sein darf, wie weit dieser Anspruch bei den Meßwerten gehalten werden kann.

Impulsmessung nach IHF

Die schon im Test der DPU-2k5 ausführlich erläuterte Problematik der Peak- und Dauerleistung bei Endstufen, die zu der Schlußfolgerung führte, daß bei üblichen Crestfaktoren von mindestens 9 dB auch in stark komprimiertem Musikprogramm ein verstärktes Augenmerk auf die Peakleistung eines Amps geworfen werden sollte, schlägt sich nach Erläuterung der Master-Audio-Betriebsanleitung im Standard des IHF (High Fidelity Institute) für Endstufenmessung nieder. Hier wird als Testsignal ein 1-kHz-Sinus verwendet, dessen Pegel sich für 480 ms auf –20 dB befindet und dann für 20 ms auf 0 dB. Das entspricht einem Crestfaktor von 17,3 dB, der nach zahlreichen Untersuchungen des IHF bei nicht komprimiertem Musikmaterial als Mittelwert zu finden ist. Musikproduktion aus der Techno-Ecke und stark in die Kompression gefahrene Limiter können den Crestfaktor dann doch wieder deutlich senken. Die ausschließliche Messung mit IHF-Signal scheint daher nicht ganz ausreichend.

Die hier im Test ermittelten Werte entstanden in Anlehnung an den IHF-Standard ebenfalls mit Sinussignalen von 1 kHz, die alle 100 ms einen 20-dB-Burst enthalten und so zunächst einmal einen vergleichbaren Crestfaktor von 18 dB aufweisen (siehe Abb. 13). Für geringere Crestfaktoren wird dieses Signal dann über einen normalen Limiter so weit komprimiert, daß sich die gewünschten Werte von 12 dB (Abb. 14) bzw. 6 dB (Abb. 15) einstellen. Wann bei diesem Signal die Leistungsgrenze des Verstärkers erreicht ist, wird nun an der letzten Halbwelle des Sinusburst beobachtet. Abbildung 16 zeigt in einer Ausschnittvergrößerung den Burst für die drei Signale mit den Crestfaktoren von 6,12 und 18 dB, wo deutlich zu erkennen ist, wie die ersten zwei Halbwellen beim Attack des Limiters noch abgeschnitten werden. Das Clippen durch die Endstufe muß daher bei den unverzerrten letzten Halbwellen ausgewertet werden. Der absoluten Peakleistungswert, den eine Endstufe zu erzeugen in der Lage ist, findet man ebenfalls mit einem Sinusburst, der eingeschaltet wird, ohne daß die Endstufe vorher Signale zu verarbeiten hatte und somit die Netzteilkondensatoren mit Sicherheit voll aufgeladen sind. Das entspricht der Messung für Abb. 12, wo die DPU-3k6 dann auch beachtliche 138 Volt Spitzenwert an einer 4-Ohm-Last zweikanalig erreicht. Der anschließende Leistungsabfall zeigt sehr anschaulich, wie das weiche Netzteil der

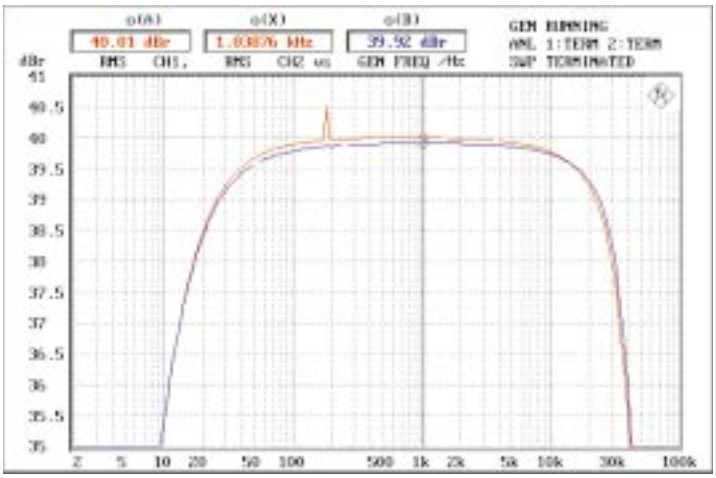


Abb. 1: Verstärkung über der Frequenz (CH1, CH2)



Abb. 2: Phasengang über der Frequenz (CH1, CH2)

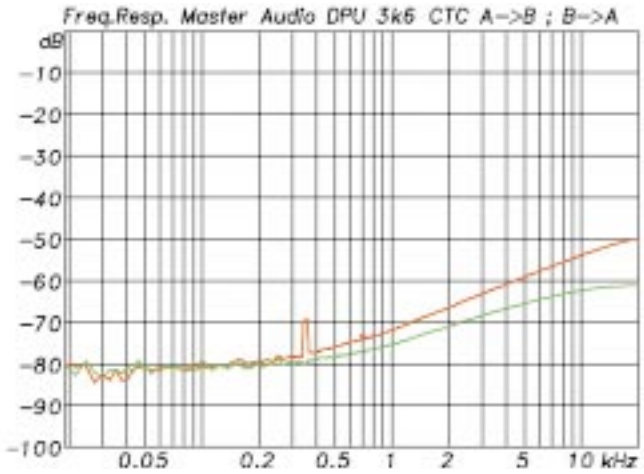


Abb. 3: Übersprechdämpfung (CH1→CH2, CH2→CH1)

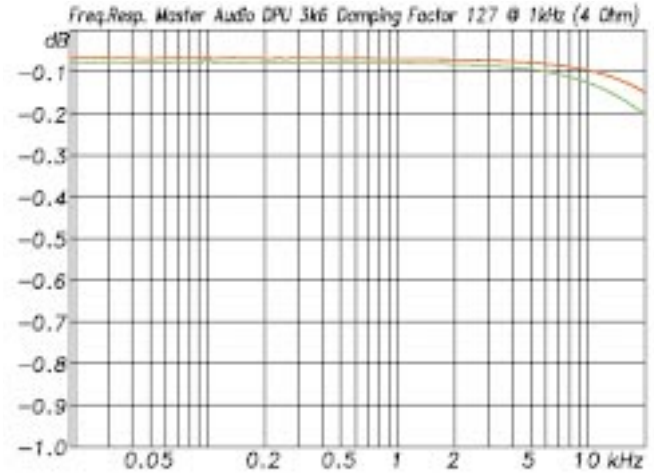


Abb. 4: Dämpfungsfaktor an 4 Ohm Last über der Frequenz (CH1, CH2)

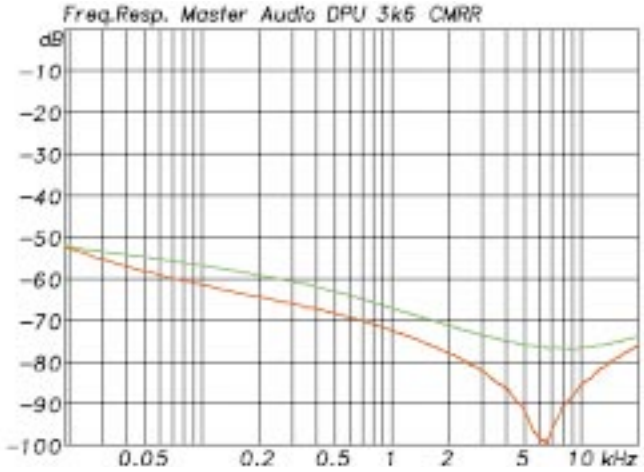


Abb. 5: Gleichtaktunterdrückung (CH1, CH2)

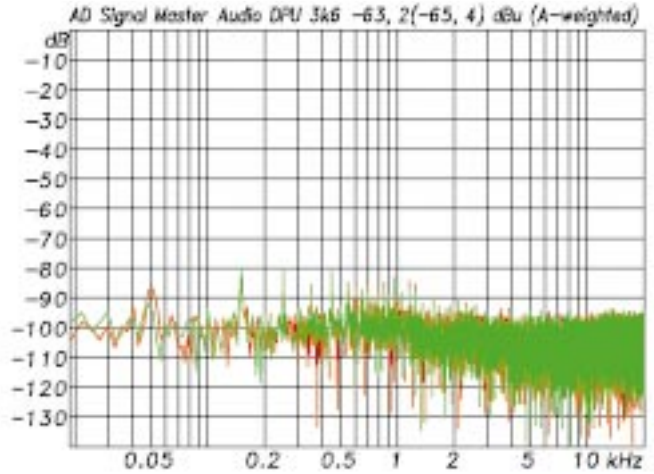


Abb. 6: Störspektrum am Ausgang (CH1, CH2)

Endstufe nachgibt und die Versorgungsspannung abfällt. Endstufen mit hart geregelten Schaltnetzteilen stellen hier das andere Extrem dar, wo kaum ein Unterschied zwischen der anfänglichen Peakleistung und der Dauerleistung zu beobachten ist. Abhängig vom geplanten Einsatzbereich sollte so die Auswahl der Endstufe nach der Leistungsangabe bei mehr oder weniger großen Crestfaktoren erfolgen. Für den Einsatz im Bassbereich sollten 6 dB Crestfaktor zugrundegelegt werden und für die Low-Mid- und Mid-High-Wege 12 dB bzw. 18 dB.

Meßwerte

Bei den Meßwerten drängt sich natürlich ein direkter Vergleich zum alten Modell DPU-2k5 oder zu den zuletzt getesteten Crest-Amps 8001 und 8002 auf, die sich in einer vergleichbaren Leistungsklasse befinden. Abb. 1 und Abb. 2 zeigen den Frequenz- und Phasengang, wobei die Hoch- und Tiefpaßfilter im Eingang zu erkennen sind und eine Verstärkung von 40 dB bei 1 kHz abgelesen werden kann. Mit einer Eingangsspannung von 0 dBV kann somit die DPU-3k6 bis an die Peakleistung ausgesteuert werden. Für Eingangsspannungen bis 3 V können die Peaklimiter der Endstufen ein hartes Verzerren sauber verhindern. Erst bei Spannung über 3 V kommt es auch im Input-Modul zu Verzerrungen, die durch den Limiter nicht mehr verhindert werden können. Ein extremes Übersteuern, wie es mit normalen Line-Ausgängen mit Ausgangsspannungen von +20 dBu möglich wäre, sollte daher unbedingt vermieden werden. Die Meßkurve der Übersprechdämpfung beginnt bei tiefen Frequenzen bei 80 dB und fällt zu hohen Frequenzen auf ca. 50 dB ab, was sich durch das leichtere Übersprechen für hochfrequente Signale erklärt. Etwas ungewöhnlich fallen die Kurven der Gleichtaktunterdrückung der symmetrischen Eingänge (Abb. 5) aus, die entgegen aller Erfahrungen bei hohen Frequenzen bessere Werte annehmen als im tieffrequenten Bereich. Der Dämpfungsfaktor fällt mit einem Wert von 127 auf 4 Ohm bezogen gut aus und ist für den praktischen Einsatz absolut ausreichend. In puncto Störabstand kann die DPU-3k6 trotz der höheren Ausgangsleistung einen noch um 3 dB geringeren Störpegel aufweisen als die DPU-2k5. Wie das Spektrum in Abb. 6 zeigt, ist das Störsignal von gutmütigem Rauschen dominiert und enthält kaum Brummanteile, die deutlich unangenehmer auffallen können. Die THD-Kurven in Abb. 7 und Abb. 8 fallen standesgemäß für eine Endstufe in dieser Klasse aus und brauchen einen Vergleich mit der Crest 8001 nicht zu scheuen. Erfreulich ist auch, daß der Klirrfaktor gegenüber der DPU-2k5 noch gesenkt werden konnte und auch durch die gestufte Versorgungsspannung keine Schmutzeffekte auftreten. Lediglich eine kleine Sprungstelle bei der halben Ausgangsspannung zeugt von der zweistufigen Konzeption. Der Abbruch der Meßkurven oberhalb der maximalen Ausgangsleistung geht auf das Ansprechen der Überstromsicherung zurück, die eine länger andauernde Überlastung detektiert und abschaltet. Bei Endstufen mit sehr hohen Ausgangsspannungen muß die Abschaltung zwangsläufig erfolgen, da das Netzteil nicht für diese hohen Ströme bei längeren Zeiträumen ausgelegt ist.
Die transienten Verzerrungswerte (Abb. 9-11) erfüllen ebenfalls alle Erwartungen und konnten auch um einige dB gegenüber dem alten Modell verbessert werden. Bei der Leistungsmessung konnte die Master-Audio-Endstufe ihre Stärken in Sachen Peakleistung klar herausstellen. Stattliche 2200 Watt können bei 18 dB Crestfaktor gleichzeitig auf jedem Kanal der Endstufe entnommen werden. Bei geringerem Crestfaktor fällt dieser Wert natürlich drastisch ab, was aber, wie schon erläutert, zur Philosophie gehört und kein Nachteil ist. Ein Vergleich mit der Crest 8002 mit geregeltem Schaltnetzteil zeigt das andere Extrem. Hier fällt die Leistung nur um knappe 15% gegenüber 58% bei der DPU ab, wenn sich der Crestfaktor von 18 dB auf 3 dB verringert. An dieser Stelle ist aber nicht zwischen gut und schlecht zu unterscheiden, sondern wie so oft, nur zwischen richtigem und falschen Einsatzort.

Dynamic Power Module

Eine weitere Besonderheit der Master-Audio-Endstufen ist das Einschubmodul, das in der alten Baureihe auch schon vorhanden war, aber wesentlich eingeschränkter im Umfang war. Schon das große Einschubfach in der Frontplatte der Endstufe deutet darauf hin, daß hier bei Bedarf einiges an signalverarbeitender Elektronik untergebracht werden kann. Neben den üblichen Filterfunktionen für Frequenzweichen und System-EQs finden sich auf den Modulen auch ein Phase-Reverse-Schalter und ein Phasen-Feinabgleich. Speziell für die Lautsprecher aus dem Hause Master Audio gibt es noch ein



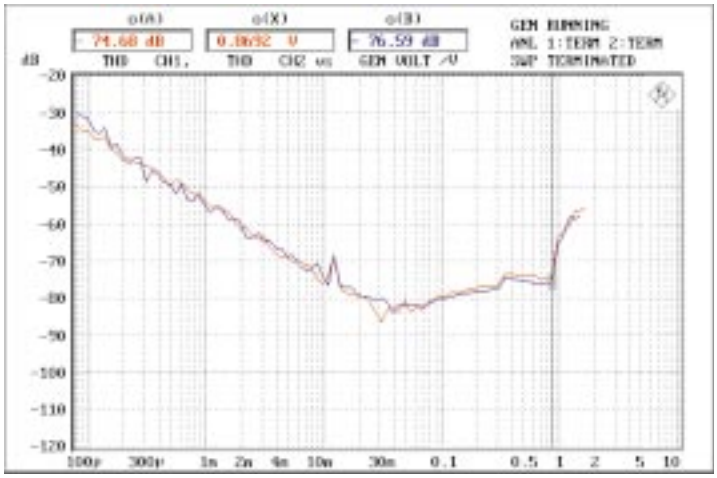


Abb. 7: Klirrfaktor (THD+N) bei 1 kHz und 2 × 4 Ohm Last (CH1, CH2)

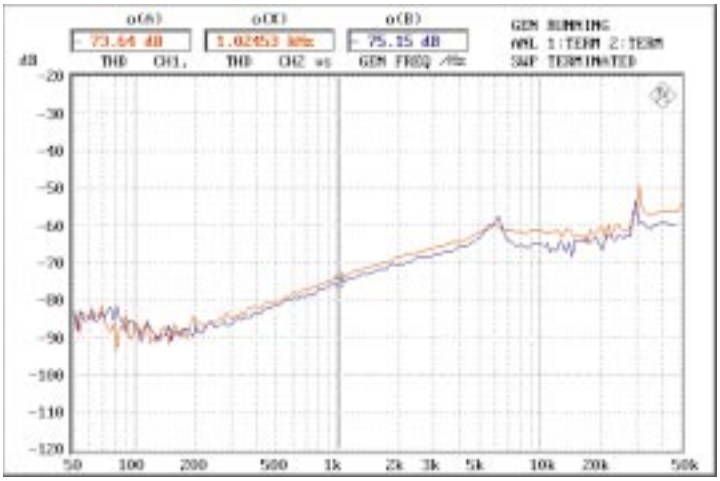


Abb. 8: Klirrfaktor (THD+N) über der Frequenz 3 dB unter Vollaussteuerung und 2 × 4 Ohm Last (CH1, CH2)



Abb. 9: Intermodulationsverzerrungen DIM 100 (3,15 kHz und 15 kHz) und 2 × 4 Ohm Last (CH1, CH2)



Abb. 10: Modulationsverzerrungen nach SMPTE (60 Hz und 7 kHz) und 2 × 4 Ohm Last (CH1, CH2)

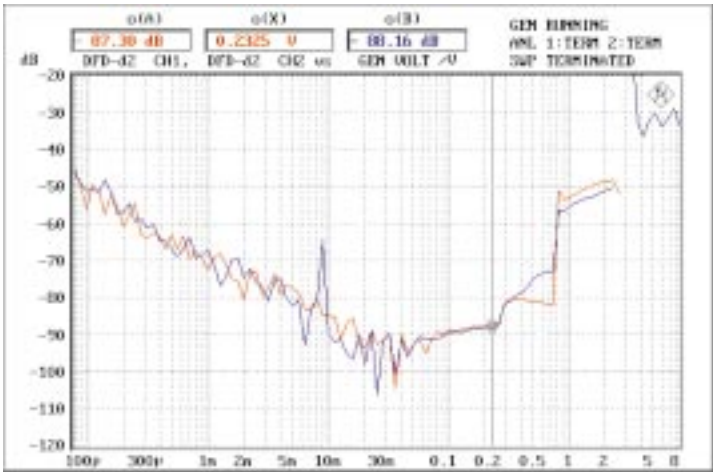


Abb. 11: Differenztonverzerrungen (10,5 kHz und 11,5 kHz) und 2 × 4 Ohm Last (CH1, CH2)

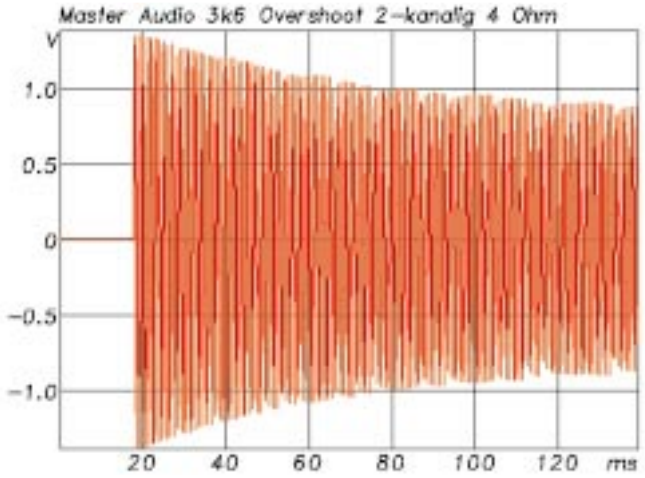


Abb. 12: Overshoot zweikanalig an 4 Ohm Last

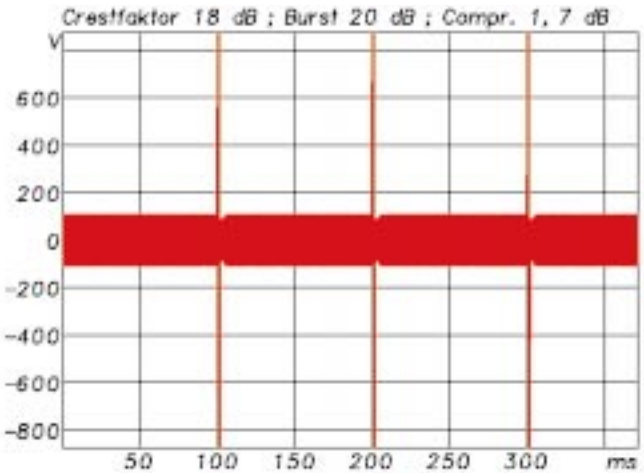


Abb. 13: Testsignal mit Sinusburst und Crestfaktor von 18 dB

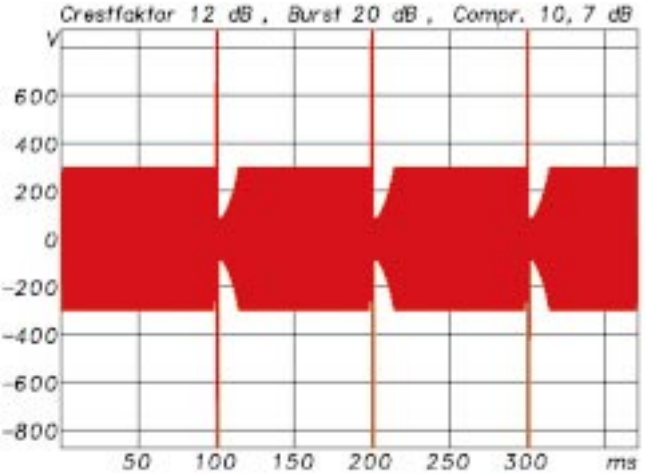


Abb. 14: Testsignal mit Sinusburst und Crestfaktor von 12 dB

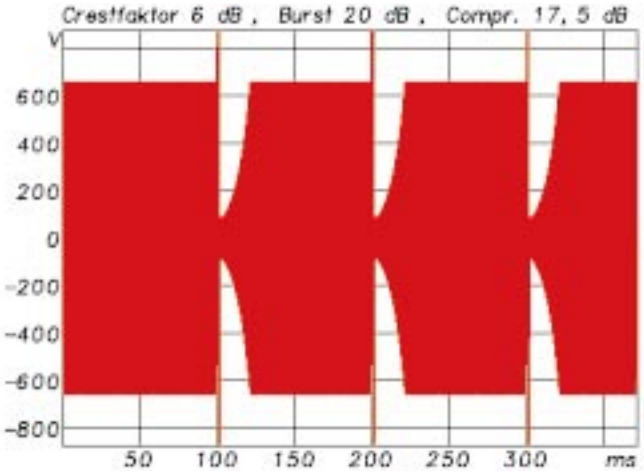


Abb. 15: Testsignal mit Sinusburst und Crestfaktor von 6 dB

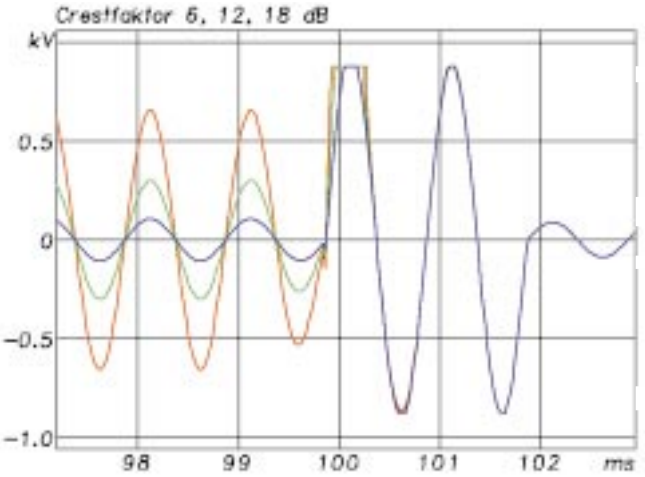


Abb. 16: Testsignal mit Sinusburst (Ausschnittvergrößerung)

Thermal Power Control, bei dem über zwei Sense-Leitungen (PIN 2+ und 2-) von der Box eine Rückmeldung kommt, wenn die thermischen Grenzen eines Systems erreicht sind. Die Endstufe kann darauf hin in diesem Bereich die Leistung so weit reduzieren, bis sich wieder unkritische Werte einstellen. Wie das Verfahren genau funktioniert und welche Größen in der Box ausgewertet wird, war leider nicht in Erfahrungen zu bringen.

Fazit

Die neue DPU-Endstufe von Master Audio bietet alle Vorzüge des alten Modells mit einer vollständigen Ausstattung und einer sehr soliden Verarbeitung. Auch der kleine Schwachpunkt des schlechten Störabstandes bei der alten DPU-2k5 konnte um 7 dB verbessert werden. Bei noch geringeren Verzerrungswerten liefert die DPU-3k6 nahezu die doppelte Ausgangsleistung, was die Endstufe auch für leistungshungrige Anwendung empfiehlt. Das erfreulichste aber ist der Preis von ca. 5.000,– DM gegenüber dem nur 400,– DM günstigeren alten Modell. Mit einem Preis/Leistungsverhältnis von 1,74 DM/Watt hat sich die DPU-3k6 so einen deutlichen günstigeren Platz ergattert als ihr Vorgängermodell mit 2,46 DM/Watt. Zu berücksichtigen ist bei der DPU-3k6 auch die reichhaltige Ausstattung.

Text und Messungen:
Anselm Goertz
Fotos: Dieter Stork

Übersicht

Maximale Dauerleistung an 4 Ohm zweikanalig bei 1% THD: 920 W
Verstärkung: 40 dB
Dynamik (unbewertet): 105,0 dB
Dynamik (A-bewertet): 106,2 dB
(Dynamikwerte bezogen auf die Impulsausgangsleistung bei 18 dB Crestfaktor)
Fernsteuermöglichkeiten: -
Gewicht/HE: 18 kg / 3 HE
Leistung/Gewicht: 159 Watt/kg
(an 4 Ohm für beide Kanäle summiert bei 12 dB Crestfaktor)
Preis/Leistung: 1,74 DM/Watt
(an 4 Ohm für beide Kanäle summiert bei 12 dB Crestfaktor)
Peakleistung: 2400 W
Overshoot: 2,8 dB
Zeitkonstante: 50 ms
Preis: ca. 5.000,– DM
S.Nr.: XN 7034 0698

Crestfaktor	1 Kanal	2 Kanäle
18 dB	2300	2200
12 dB	1860	1430
6 dB	1476	1121
3 dB	1431	920

Ausgangsleistung in Watt an einer 4-Ohm-Last bei 1% THD und Signalen mit unterschiedlichem Crestfaktor. Netzspannung 221 V bei der Messung mit 3 dB Crestfaktor.