



Die technischen Leckerbissen auf höchstem Niveau finden im DAC-1 auf einer SMD-Platine Platz



## Benchmark DAC-1

Der in Syracuse ansässige amerikanische Hersteller Benchmark bietet mit dem DAC-1 einen brandneuen Standalone D/A-Umsetzer höchster Güte an, der eine Reihe von Features wie die Ultra Lock Technology oder kalibrierbare Ausgänge für einen verträglichen Preis zu bieten hat.

Standalone A/D- und D/A-Umsetzer oder Kombinationen beider gibt es heute in den verschiedensten Varianten in einer schier unüberschaubaren Menge am Markt. Die Angebotspalette reicht von einfachen Frontends für simple HD-Recording-Systeme über spezielle Mess-Frontends bis hin zu absoluten Highend-Geräten mit deutlich fünfstelligen Preisen für zwei Kanäle.

Mit Ausnahme des Preises dürfte der DAC-1 in der letzten Kategorie einzuordnen sein. In sehr angenehmer und professioneller Weise hat man bei Benchmark auf jeglichen Highend-Voodoo verzichtet und den zweikanaligen D/A-Umsetzer in ein schlichtes und solides 9,5"-Gehäuse gepackt. Die wahren Werte liegen auf den ersten Blick unerkannt im Innern des Kästchens, wo feinste

Digital- und Analogtechnik Hand in Hand arbeitet, um aus dem Strom digitaler Audiodaten wieder ein möglichst gutes analoges Signal zu reproduzieren. Das digitale Eingangssignal wird zunächst von einem AKM AK4114 Transceiver empfangen, der eine automatische Abtastratenerkennung für alle Standardfrequenzen zwischen 32 und 192 kHz sowie eine

De-Emphasis-Erkennung für 32, 44,1, 48 und 96 kHz bietet. Anschließend werden die Daten in einem Analog Devices AD1896 Sample Rate Converter aufgearbeitet und auf die feste interne Abtastrate von 192 kHz umgesetzt. Die endgültige Umsetzung auf die analoge Ebene erfolgt ebenfalls mit einem Analog Devices Chip vom Typ AD1853. Der Mult-Bit Sigma-Delta Converter bietet laut Datenblatt eine Dynamik von A-bewerteten 117 dB und ein THD+N von -104 dB. Beide Werte werden so auch vom DAC-1 als Kompletgerät erreicht, was natürlich sehr für das Schal-

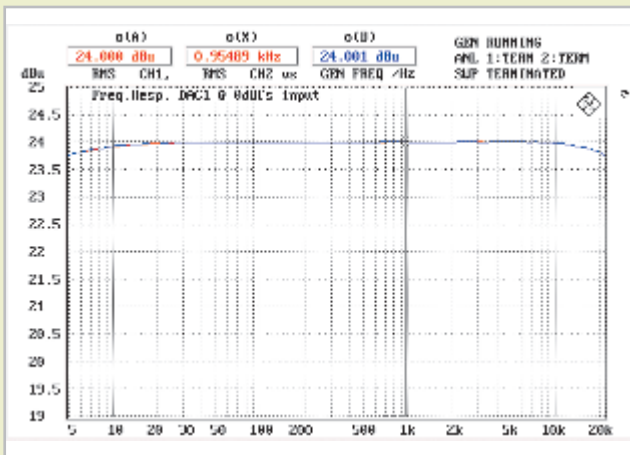
tungskonzept und das Layout spricht, da die Angaben aus den Datenblättern in der Regel unter optimalen Laborbedingungen ermittelt werden und häufig in der Praxis nur schwer einzuhalten sind.

Ein weitere Leckerbissen im DAC-1 ist der Kopfhörerverstärker mit einem speziellen Headphone-Driver BUF634 von Burr-Brown, der mit einer festen Verstärkung von 1 arbeitet und das Signal aus einem normalen OP für die Ansteuerung niederohmiger Lasten ab 30 Ohm aufwärts, wie z. B. einem Kopfhörer, aufbereitet. Benchmark empfiehlt dazu im Manual die Ver-

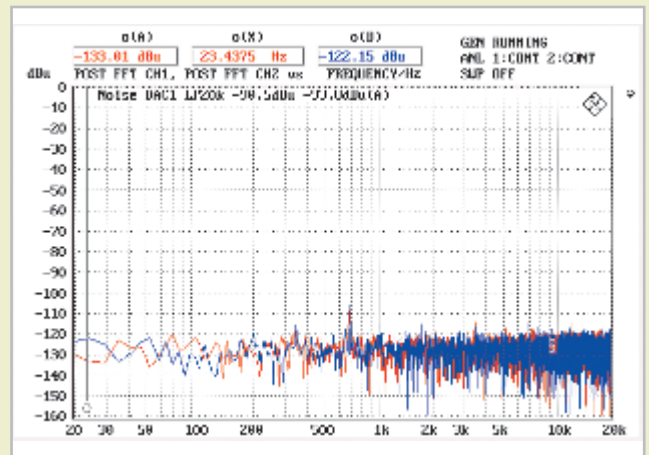
wendung der Kopfhörermodelle HD600 und HD650s von Sennheiser.

### Ein- und Ausgänge

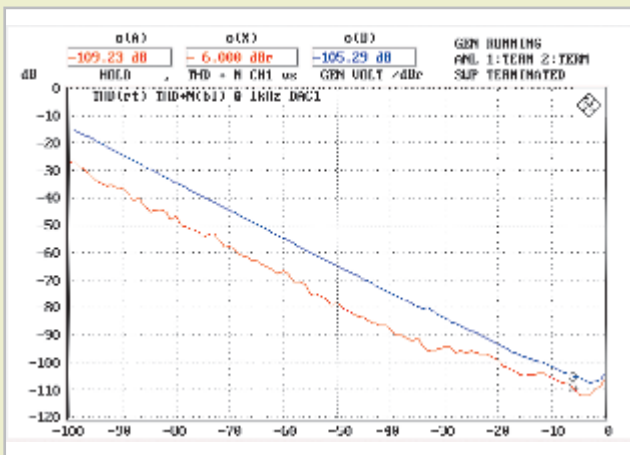
Das digitale Eingangssignal kann im AES/EBU-Format oder als S/P-DIF sowie in optischer Form über einen Toslink-Anschluss eingespeist werden. Für den optischen Weg gibt es die Einschränkung auf maximal 96 kHz, ansonsten verarbeiten alle drei Eingänge das Professional- und das Consumer-Format. AC-3-Signale können nicht verarbeitet werden. Die Auswahl des



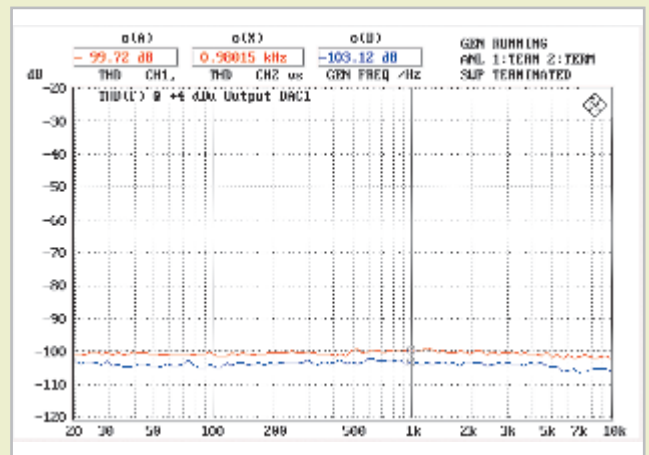
**Abb. 1:** Frequenzgang des DAC-1 bei 48 kHz Samplerate. Erwartungsgemäß ist der Frequenzgang natürlich völlig gerade. Nicht ganz selbstverständlich ist dagegen die absolute Präzision, mit der der eingestellte Ausgangspegel von 24 dBu erreicht wird. Am Cursor bei 954 Hz abgelesen betragen die Werte 24,000 dBu für den linken Kanal und 24,001 dBu für den rechten Kanal. Die Latenzzeit liegt für eine Abtastrate von 48 kHz bei 2 ms.



**Abb. 2:** Für den Test war der maximale Ausgangspegel des DAC-1 auf +24 dBu eingestellt. Dem gegenüber betrug der Störpegel -90,5 dBu bzw. -93,8 dBu (A-bew.). Insgesamt stellt der DAC-1 somit eine sehr gute Dynamik von A-bewerteten 117,8 dB zur Verfügung. Bei 700 Hz sind einige winzige monofrequente Anteile auszumachen, die allerdings mit -105 dBu keiner weiteren Beachtung bedürfen.



**Abb. 3:** THD (rot) und THD+N (blau) bei 1 kHz in Abhängigkeit vom Eingangssignal (x-Achse in dBFS) am AES/EBU-Digitaleingang. Im Minimum werden sehr gute Werte von unter -110 dB (= 0,0003 %) erreicht. Selbst direkt an der Clipprenze liegen die Verzerrungswert noch bei -105 dB. Exakt diese Werte werden auch im Datenblatt des DAC-1 aufgeführt.



**Abb. 4:** Verzerrungswerte in Abhängigkeit von der Frequenz bei einer festen Ausgangsspannung von +4 dBu entsprechend -20 dBFS auf der digitalen Seite.

digitalen Eingangs kann über einen Schalter auf der Frontplatte erfolgen oder intern per Jumper fest verschaltet werden. Letzteres empfiehlt sich vor allem für kritische Anwendungen, wo eine versehentliche Umschaltung durch den Anwender auf jeden Fall ausgeschlossen werden muss. Für den S/P-DIF-Eingang über eine BNC-Buchse kann intern der 75-Ohm-Abschlusswiderstand per Jumper aktiviert werden. Das sollte immer dann der Fall sein, wenn der DAC-1 am Ende einer Coax-Leitung liegt. Wird ein Signal mit einem T-Stück auf der BNC-Buchse nur abgegriffen, dann ist der 75-Ohm-Abschluss zu deaktivieren. An diesen beiden kleinen Details ist sehr schön zu erkennen, wie sehr man sich bei Benchmark auch um kleine Annehmlichkeiten für den praktischen Gebrauch Gedanken gemacht hat.

Die analogen Ausgänge des DAC-1 gibt es als symmetrische XLR-Outs und als unsymmetrische Ausgänge auf Cinch-Buchsen. Beides ist auf der Rückseite angebracht. Frontseitig finden sich zwei Kopfhörerbuchsen (6,3 mm Klinke) und ein Gain-Poti mit einem massiven Drehknopf. Die Gain-Einstellung wirkt immer auf die Kopfhörerausgänge und optional auf die Ausgänge auf der Rückseite des DAC-1. Mit einem kleinen versenkt eingebauten Schalter an der Rückwand kann ausgewählt werden, ob die Ausgänge mit festem Pegel oder über den Gain-Steller arbeiten. Der feste Pegel kann über zwei Spindeltrimmer mit 10 Umdrehungen äußerst präzise zwischen +9 und +29 dBu justiert werden. Damit ist eine genaue Anpassung an nachfolgende Geräte wie Endstufen oder aktive Studiomonitore leicht möglich. Die werksseitige Voreinstellung liegt bei exakt +24 dBu. Der Ausgangspegel an den unsymmetrischen Cinch-Ausgängen ist 12 dBu geringer und kann damit in einem Bereich zwischen -3 und +17 dBu für digitale Vollaussteuerung (= 0 dBFS) liegen. In der Einstellung für +24 dBu Maximalpegel an den symmetrischen Ausgängen, respektive +4 dBu für -20 dBFS, entspricht der Pegel an den unsymmetrischen Ausgängen -10 dBV bei -20 dBFS. Nur für die symmetrischen Ausgänge gibt es zusätzlich noch intern per Jumper zu konfigurierende passive Pegelabschwächer über einfache Widerstandsteiler für Werte von -10, -20 und -30 dB. Diese können vor allem

## Weniger Jitter-Probleme: Ultra Lock Technology

Als herausragende Besonderheit des DAC-1 wird von Benchmark primär die Ultra Lock Technology herausgestellt. Ultra Lock eliminiert einfach ausgedrückt die durch Takt-Jitter entstehenden Probleme. In vielen D/A-Umsetzern und anderen Geräten mit digitalen Eingängen ist es üblich, dass der Takt für den Prozess der D/A-Umsetzung aus dem AES/EBU-Datenstrom gewonnen wird. Die AES/EBU-Receiver-Chips bieten hierfür in der Regel einen speziellen Ausgang an. Takt-schwankungen durch die vorherigen Geräte oder große Kabellängen können dann direkt auf den D/A-Umsetzer durchschlagen und zu erheblichen Verzerrungen und einer drastischen Verschlechterung der Stopband-Unterdrückung führen. Die Auswirkung können selbst innerhalb der AES-Spezifikationen schon so massiv ausfallen, dass ansonsten hochwertige 24-Bit D/A-Bausteine plötzlich Verzerrungen in Größenordnungen von -55 dB liefern oder Stopband-Unterdrückungen von gerade noch 30 dB zu bieten haben. Genau an dieser Stelle dürfte auch in den meisten Fällen der vermeintlich große klangliche Gewinn bei der Verwendung besondere Kabel für den digitalen Datenstrom liegen: Die Kabel verändern das Verhalten des Jitters, und der nachfolgende D/A-Umsetzer reagiert entsprechend heftig darauf. Was man also hört, sind die Unzulänglichkeiten des DACs im Umgang mit jitternden Eingangssignalen. Ultra Lock macht dagegen die DA-Umsetzung vollkommen unabhängig vom Takt des digitalen Eingangssignals und sorgt durch eine sich ständig anpassende

präzise Abtastratenwandlung für eine gleichbleibend hohe Qualität der DA-Umsetzung. Benchmark erläutert in einem speziellen Paper zu diesem Thema, dass selbst mit Kabellängen von 300 m mit herkömmlichem CAT.5-Kabel die Audioperformance des DAC-1 unverändert den Werten unter optimalen Laborbedingungen entspricht.

Da Takt-Jitter sich primär bei der A/D- und D/A-Umsetzung bemerkbar macht, können durch einen entsprechend unempfindlichen DAC die Auswirkung erheblich reduziert werden. Einmal vorausgesetzt die A/D-Umsetzung verlief ohne ernsthafte Jitter-Probleme, dann kann ein entsprechend ausgerüsteter D/A-Umsetzer den anschließend innerhalb der digitalen Übertragungsstrecke entstandenen Jitter vollständig kompensieren. Betrachtet man einmal den Preis des DAC-1 im Vergleich zu vermeintlich gut klingenden „Super-Spezial-Kabeln“ für die digitale Verbindung, dann dürfte es wohl keine Frage mehr sein, wo das Geld besser angelegt ist. Hier erkennt man gewisse Parallelen zur Kabelmanie für analoge Audiosignale, die auch primär auf den konstruktiven Unzulänglichkeiten der Ausgangsstufen in so genannten Highend-Geräten beruhen. So lässt sich wunderbar das Geschäft mit dubiosen Zuberhörteilen ankurbeln, was allerdings nun wirklich gar nichts mehr mit professioneller Audiotechnik zu tun hat. Bei Benchmark hebt man sich wohltuend von dieser Szene ab und zeigt, wie sich wirklich professionelle Audiotechnik zu äußerst realistischen Preisen machen lässt.

dann sinnvoll eingesetzt werden, wenn z. B. aktive Studiomonitore an den DAC-1 angeschlossen werden, die bei +4 dBu schon voll ausgesteuert sind. Die passiven Abschwächer am Ausgang der Treiberstufe haben gegenüber einer Pegelreduzierung über die Trimmer vor den Ausgangstreibern den Vorteil, dass mögliche, wenn auch sehr geringe Störanteile, mit abgesenkt werden und so immer die volle Dynamik erhalten bleibt. Ein Nachteil der passiven Abschwächer ist der erhöhte Ausgangswiderstand, der dann nicht bei 60 Ohm, sondern im ungünstigsten Falle

bei 1.600 Ohm liegt. Zu beachten ist dieser Umstand vor allem bei großen Kabellängen jenseits von 5 m.

Auch wenn man nicht beabsichtigt eine der internen Einstellungen zu verändern, sollte man es sich nicht nehmen lassen den Deckel des DAC-1 kurz aufzuschrauben, um einen Blick in das Innere zu werfen. Sämtliche Elektronik befindet sich auf einer aufgeräumten SMD-Platine. Lediglich das gekapselte Netzfilter sowie der Ringkerntrafo und die Spannungsregler des Netzteils sind als externe Bauelemente direkt am Gehäuse fixiert.

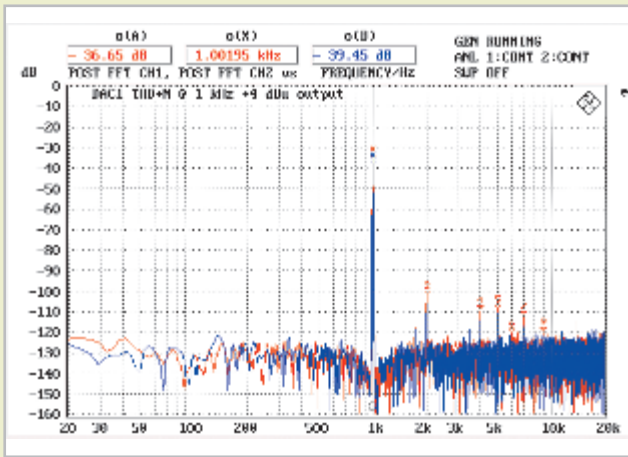


Abb. 5: Klirrspektrum für ein 1-kHz-Sinussignal bei +4 dBu Ausgangsspannung entsprechend -20 dBFS auf der digitalen Seite. Den größten Anteil an den Verzerrungen hat die harmlose  $k_2$ -Komponente. Die Klirrkomponenten höherer Ordnung fallen relativ zügig ab.

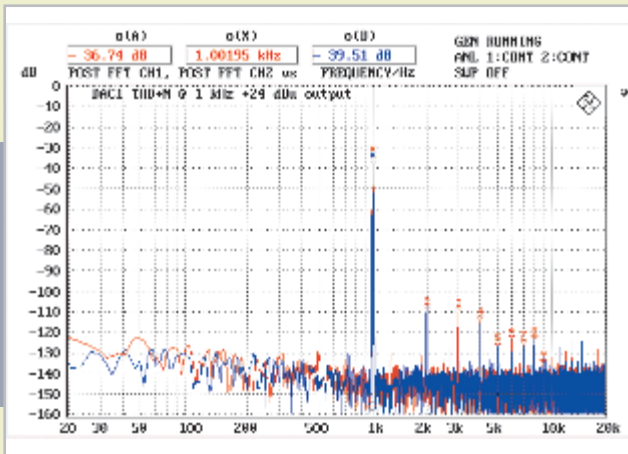


Abb. 6: Klirrspektrum für ein 1-kHz-Sinussignal bei +24 dBu Ausgangsspannung entsprechend 0 dBFS auf der digitalen Seite. Auch direkt an der Clipgrenze bleibt das Klirrspektrum sauber mit schnell abfallenden Anteilen höherer Ordnung.

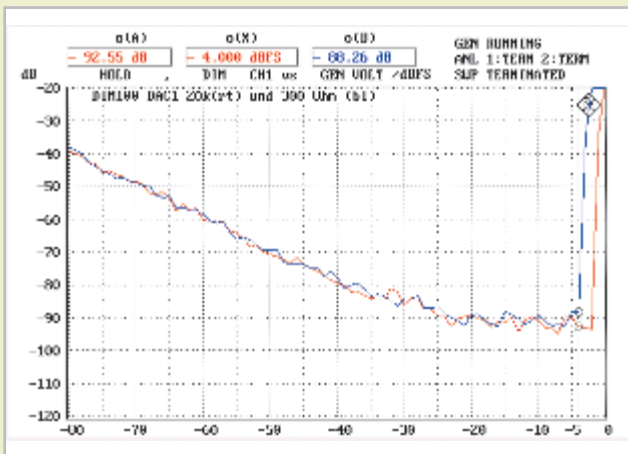


Abb. 7: Transiente Intermodulationsverzerrungen (DIM100) gemessen über den symmetrischen Ausgang für eine Belastung mit 20 kOhm (rot) und mit 300 Ohm (blau). Der Innenwiderstand der Treiberstufe beträgt 60 Ohm. Beide Kurven verlaufen die letzten 25 dB vor der Clipgrenze auf sehr niedrigem Verzerrungsniveau an der -90 dB-Linie lang. Für die niedrige Lastimpedanz wird lediglich die Clipgrenze 2 dB früher erreicht.



## Messwerte

In der Besprechung der verwendeten Bauelemente wurde bereits angedeutet, dass es im DAC-1 gelungen ist, die Spezifikationen aus den Datenblättern der Chip-Hersteller vollständig auch für das komplette Gerät zu erreichen.

Die Verzerrungswerte sind unabhängig von der Frequenz (siehe Abb. 4) extrem niedrig und erreichen Minimalwerte von unter -110 dB ca. 5 dB unterhalb der Clipgrenze. Auch direkt an der Clipgrenze bei maximaler Ausgangsspannung liegt der Wert mit -104 dB nur geringfügig höher als der Minimalwert (Abb. 3). Für eine Ausgangsspannung von +4 dBu (also -20 dBFS) und auch für +24 dBu weisen die Klirrspektren in Abb. 5 und 6 einen unkritischen und zu den Komponenten höherer Ordnung hin schnell abfallenden Verlauf auf, der ebenso wie die exzellenten Werte bei den transienten Intermodulationsverzerrungen in Abb. 7 ein Garant für beste klangliche Eigenschaften ist. Nicht zu vergessen wäre noch die absolut präzise abgeglichene Ausgangsspannung auf den werksseitig voreingestellten Wert von +24 dBu, der bis auf die dritte Nachkommastelle eingehalten wird, wie es sich in Abbildung 1 ablesen lässt. Das Störspektrum in Abb. 2 zeigt einen Gesamtpegel gemessen von 0–20 kHz von -90,5 dBu linear bewertet und von -93,8 dBu mit A-Bewertung. Die daraus resultierende Dynamik bei maximal +24 dBu Ausgangsspannung beträgt sehr gute 114,5 dB (lin) bzw. 117,8 dB (A). Aus messtechnischer Sicht gibt es damit nur Bestnoten für den DAC-1, die echte Maßstäbe in der Kategorie der Standalone DA-Converter setzen.

## Fazit

Mit dem DAC-1 bringt der amerikanische Hersteller Benchmark einen herausragenden stand-alone DAC für 1.260 Euro auf den Markt, der nicht nur mit exzellenten Messwerten zu überzeugen weiß, sondern auch noch über eine ganze Reihe von wichtigen Ausstattungsmerkmalen verfügt, bei denen vor allem die Ultra Lock Technologie und die extrem präzise Pegelanpassung für die Ausgänge zu erwähnen sind. Angenehmerweise verzichtet man auf jede Art von Highend-Voodoo und konzentriert sich auf präzise arbeitende Audiotechnik, was neben den unter allen Gesichtspunkten sehr guten Audioeigenschaften auch noch einen sehr vernünftigen Preis zur Folge hat. Positiv fällt auch das Handbuch zum DAC-1 auf, das sich fernab von großspurigen Vertriebsprüchen bewegt und mit technischen Fakten und klaren Aussagen sehr gut zur Philosophie des DAC-1 passt.

◆ Text und Messungen: Anselm Goertz  
Fotos: Dieter Stork