

PRODUCTION PARTNER

FACHMAGAZIN FÜR VERANSTALTUNGSTECHNIK

TEST AUS AUSGABE 1 | 2022



FORMATKONVERTER, MATRIXMISCHER, DSP

Prodigy MP

FORMATKONVERTER, MATRIXMISCHER, DSP

Prodigy MP

Prodigy MP von DirectOut Technologies ist ein modular bestückbarer Mainframe für vielfältige Aufgaben in der Audiotechnik und schlägt mit Audiokonvertierungen sowie FPGA-basierter DSP-Funktionalität eine Brücke von Live-Anwendungen zu Festinstallationen und Broadcast.

Text und Messungen: Anselm Goertz | Fotos: Anselm Goertz

Zum vor allem im Broadcast eingesetzten MADi-Format haben sich neue IP-basierte Formate wie Dante, Ravenna oder SoundGrid hinzugesellt, die sich dank ihrer recht einfachen Handhabung schnell bei Festinstallationen und im mobilen Einsatz verbreitet und etabliert haben. Nicht selten kommen dabei mehrere Formate in einem Projekt vor. Dann gilt es, alles zusammen zu bringen, zu synchronisieren und vor allem Störungen, Verluste und Aussetzer zu vermeiden. Grundsätzlich ist dabei zwischen den reinen Audio-Datenprotokollen – zu denen MADi, ADAT oder auch AES/EBU gehören – und den IP-basierten Audionetzwerken zu unterscheiden. Dante, Ravenna und AES67 arbeiten auf dem OSI-Layer 3 und adressieren über IP-Adressen. SoundGrid bewegt sich auf dem OSI-Layer 2 und adressiert über MAC-Adressen. AVB arbeitet eigentlich auf dem Layer 3, nutzt aber zur Synchronisation Layer-2-Protokolle, ist also ein Mix aus Layer 2 und 3. Eine Herausforderung ist nun, diese

recht unterschiedlichen Formate in gemischten Systemen zusammenzubringen. Und analoge Signale gibt es dann auch noch, die ebenfalls ihren Weg in das Audiosystem finden wollen.

Ein typisches Beispiel sind Festivals, bei denen Bands eigene Pulte mitbringen, so dass am FOH-Platz Dante, SoundGrid und vielleicht noch eine Ausspielung via MADi für den Ü-Wagen gemanagt werden müssen. Große Bühnen erfordern zudem viele Ausspielwege für das Hauptsystem, Delay-Lines, Side- und Frontfills, Subwoofer und vieles mehr. An solchen Stellen kommt der Prodigy MP ins Spiel, der aus diesen sehr vielfältigen Anforderungen entstand. In der MP-Version ist er neben seiner Funktion als Audiokonverter auch mit einer mächtigen FPGA-basierten DSP-Funktionalität ausgestattet. Wie weit das Gerät seinem verheißungsvollen Namen Prodigy (Wunderkind) gerecht wird, soll dieser Testbericht ein wenig näher betrachten.



DirectOut GmbH, der Hersteller des Prodigy, ist eine im Jahre 2008 in Mittweida von mehreren Toningenieuren gegründete Firma, die sich die Entwicklung und Vermarktung hochwertiger und leistungsfähiger Audio-Formatwandler, -Interfaces und Signalverteilungen für den Rundfunk, für Studios sowie für Live- und Installationsanwendungen zum Ziel gesetzt hat. Konkret findet sich im Portfolio eine ganze Reihe von 19"-Geräten, die Audiosignale für oder aus MADI-Systemen aufbereiten, konvertieren oder weiterleiten.

Modularer Aufbau

Um möglichst flexibel zu sein und dem Anwender nicht unnötige Hardware verkaufen zu müssen, ist der Prodigy als Mainframe mit Steckplätzen für eine individuelle Konfiguration konzipiert. Bei der Software setzt sich dieses Konzept fort, es gibt verschiedene Bundles mit DSP-Funktionen, speziellen Tools und Services. Wie so oft bei Audiogeräten ist auch beim Prodigy der Blick auf die Geräterückseite aufschlussreicher als die Front: Hier gibt es vier Slots für analoge Ein- und Ausgänge oder Signale im digitalen AES3-Format, zwei Slots für Audionetzwerk-Interfaces und zwei für MADI-Anschlüsse. Fest im Mainframe integriert sind drei Netzwerk-Ports, ein MIDI-Interface, zwei Word-Clock-Ein- und Ausgänge sowie ein GPIO-Anschluss und zwei Netzteile, die redundant arbeiten. Letzteres ist ein wichtiger Aspekt zum Thema Betriebssicherheit ebenso wie die Möglichkeit, zwei Geräte im Mirror-Modus zu betreiben oder die Eingänge mit automatischem Failover zu konfigurieren.

Die beiden Netzwerk-Slots können beliebig gemischt oder auch gleichlautend bestückt werden ebenso wie die vier Slots für analoge oder AES3-Karten. Die von den Abmessungen her kleineren MADI-Slots 1 und 2 können mit Anschlüssen für BNC-Kabel, mit einer SC-Multi- oder Sing-

le-Mode-Karte für optische Verbindungen oder mit einem Anschluss für einen SFP-Transceiver bestückt werden.

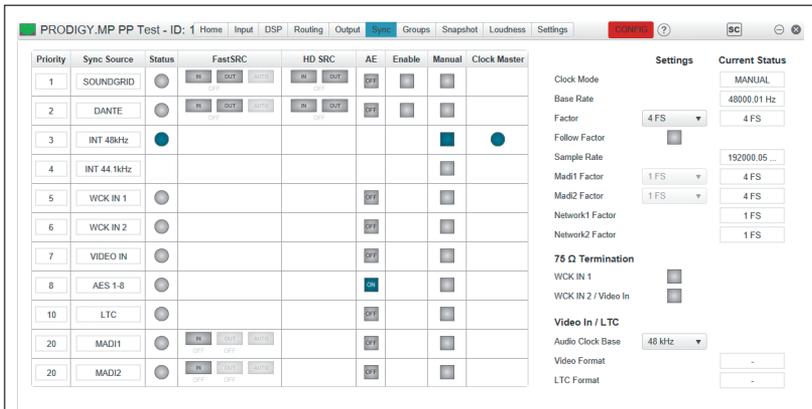
Analoge und AES3-Module

Bei den analogen Modulen gibt es vier Varianten und drei Kombimodule. Für je acht analoge Eingänge stehen das Modul AN8.I für Line-Pegel und die Module MIC8.LINE.I und MIC8.HD.I mit Preamp-Eingängen für Mikrofon- und Line-Pegel-Signale zur Verfügung. Die HD-Variante bietet bei hoher Verstärkung einen 10 dB besseren Störabstand und entspricht mit einem EIN von -128 dBu dem Standard eines hochwertigen Mic-Preamps. Für acht analoge Ausgänge gibt es das AN8.O mit ebenfalls per Jumper einstellbaren Pegeln, hier von 15, 18 oder 24 dBu. Die drei Kombikarten entsprechen den drei analogen Input-Modulen, die um das achtkanalige Ausgangsmodul erweitert sind. Alle Anschlüsse sind mit Anschlüssen 25-pin D-sub ausgeführt und entsprechen dem AES59-Tascam-Standard.

Für Signale im digitalen AES3-Format sind für den Prodigy zwei Karten mit je vier zweikanaligen Ein- und Ausgängen im Angebot. Die AES4.IO und die AES4.SRC.IO, die zusätzlich mit Sample-Rate-Convertern ausgestattet ist. Der Anschluss erfolgt auch hier mit 25-pin D-sub entsprechend dem AES59-Tascam-Standard. Möchte man die analogen oder digitalen Signale einzeln über XLR-Verbinder anschließen, dann gibt es dazu Breakout-Boxen im 19"-Format mit 1 HE. Die fünf verfügbaren Varianten bieten entweder 16 analoge Eingänge oder Ausgänge, eine Kombination aus je acht Ein- und Ausgängen oder für digitale Signale je acht AES3-Ein- und Ausgänge mit XLR-Anschlüssen für 110-Ω-Verkabelung oder je 16 Ein- und Ausgänge mit BNC-Buchsen 75 Ω im AES-ID-Format. Letzteres ermöglicht mit entsprechenden Coax-Kabeln Verbindungen über Entfernungen bis zu 1000 m.



Prodigy MP Mainframe Doppelnetzteil, zwei MADI Interfaces, drei Ethernet-Ports, MIDI -und Clock-Anschlüsse, analoge und AES3-IO-Karten mit D-Sub25-Anschlüssen sowie Netzwerk-I/Os für Dante und SoundGrid



SRC Übersicht über die verfügbaren Clock Sources und Sample Rate Converter (Abb. 1)

Netzwerke und Synchronisation

Beim Thema Netzwerke bietet DirectOut Karten für Dante, Ravenna und SoundGrid an. Alle drei Varianten sind jeweils mit drei Netzwerk-Ports (2 × RJ45 und 1 × SFP) und einem internen Switch ausgestattet, die redundante Netzwerke für die Audiosignalübertragung ermöglichen. Der jeweils verbleibende dritte Port kann dann bei Bedarf auch noch für die Ethernet-Verbindung des Geräte-Management-Ports genutzt werden.

Normalerweise arbeiten alle Geräte in einem Audionetzwerk synchron. Eines der Geräte oder ein spezieller Clock Generator gibt als Leader den Takt vor und alle anderen Geräte in diesem Netzwerk folgen diesem Takt (Follower). Das funktioniert immer dann gut, wenn die gesamte Audioübertragung auf einem Netzwerkformat basiert. Kommen jedoch mehrere Formate zum Einsatz, z. B. arbeitet ein Pult am FOH-Platz mit Dante und eine zweites mit Ravenna, dann funktioniert das Leader/Follower-Prinzip nicht mehr. Die Datenströ-

me müssen dann, auch wenn sie die gleiche Abtast-rate verwenden, mit Sample-Rate-Convertern (SRC) angepasst werden.

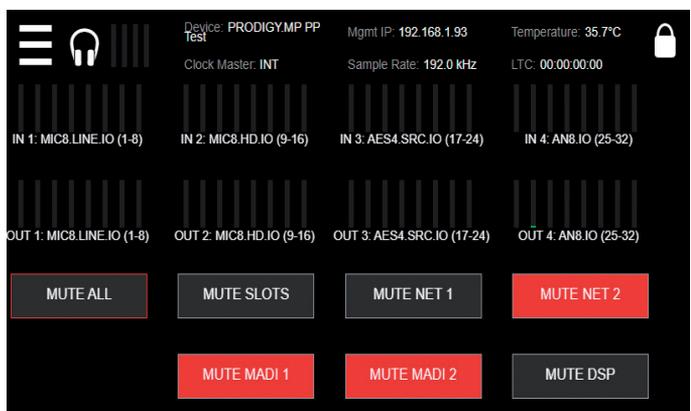
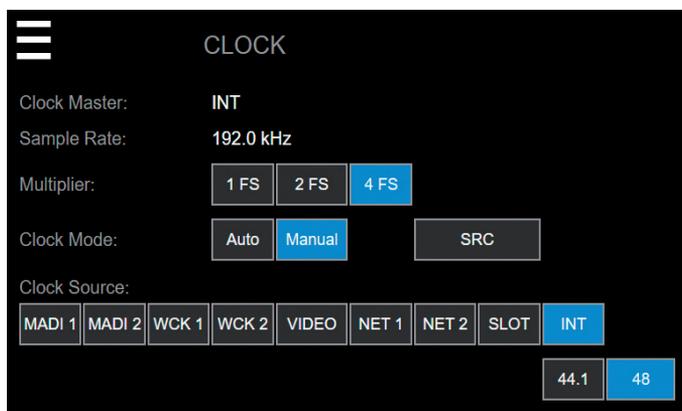
Dazu bietet DirectOut zwei Varianten des SRC an, den FastSRC mit 0,15 ms Latenz und den HD SRC mit 1 ms Latenz. Der FastSRC ist fester Bestandteil des Prodigy MP für alle Signal-Zu- und Auspielungen über die Netzwerk-Slots und über das MADI-Interface. Der wesentlich mehr Rechenleistung benötigende HD SRC wird dagegen nur optional auf Netzwerkkarten mit einem dem Zusatz „SRC“ in der Typenbezeichnung zur Verfügung gestellt. Für die MADI-Signale gibt es den HD SRC nicht. Neben der Latenz liegt der Unterschied der SRCs auch in

der Audioqualität: Beim Fast SRC müssen zu Gunsten einer kurzen Latenz und geringem Bedarf an Rechenleistung kleine Kompromisse bei der Audioqualität gemacht werden. Für die AES3-Karte ist der SRC nur in den Eingängen verfügbar und arbeitet unabhängig für die vier Eingänge, so dass auch vier nicht synchrone und in der Sample Rate unterschiedliche Signale zeitgleich auf die interne Clock des Prodigy angepasst werden können.

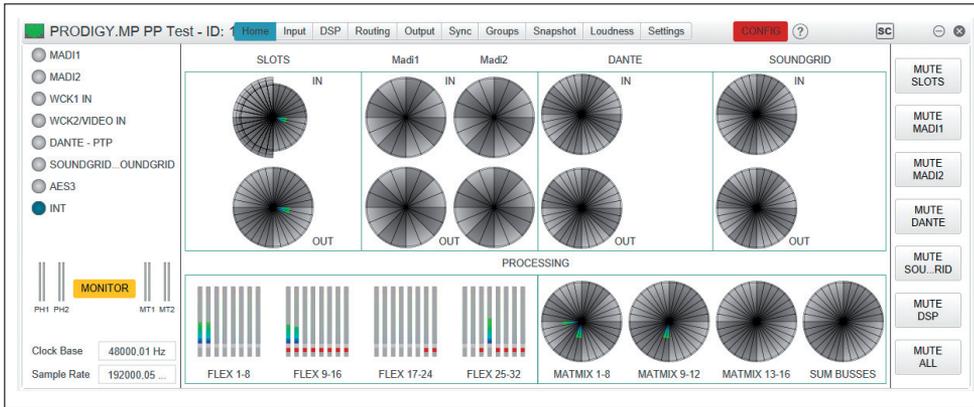
Abb. 1 zeigt eine Übersicht der möglichen Synchronisationen des Prodigy auf externe oder interne Clock-Quellen mit deren Priorität und Verfügbarkeit. Für die beiden Netzwerkkarten Dante und SoundGrid erkennt man, dass auch die Option HD SRC wählbar wäre, d. h. die dort installierten Karten sind mit der SRC-Option ausgestattet.

Bedienung

Da der Funktionsumfang des Prodigy ebenso wie die Anzahl der möglichen Ein- und Ausgänge mit 416 bzw. 420 gewaltig



Darstellung am Gerät oder im Browser der Pages für die Clock-Einstellung (links) und eine Übersicht aller Pegel und Mutes der IO-Slots (Abb. 2)



Geniale Übersichtsdarstellung der Pegelverhältnisse aller (!) Ein- und Ausgänge, der Flex-Channels und der Matrix-Mischer im Prodigy (Abb. 3)

groß ist, kommt einer guten Bediensoftware zur Konfiguration und eines User Interfaces eine erhebliche Bedeutung zu. Drei Möglichkeiten stehen aktuell dazu zur Verfügung.

Einfache Funktionen wie Pegelüberwachung, Mute, Gain oder eine Clock-Übersicht sowie die Abfrage von Device-Infos können über das große farbige und gestochen scharfe Touch-Display direkt am Geräte erfolgen (siehe Abb. 2).

Alle dort möglichen Bedienungen sind auch als Website über einen üblichen Browser abrufbar. Dazu muss man sich lediglich im gleichen Netzwerk befinden und die IP-Adresse des Prodigy eingeben. Für einfache Funktionen und Überwachungen kann somit jedes Tablet oder auch Smartphone als Fernbedienung genutzt werden.

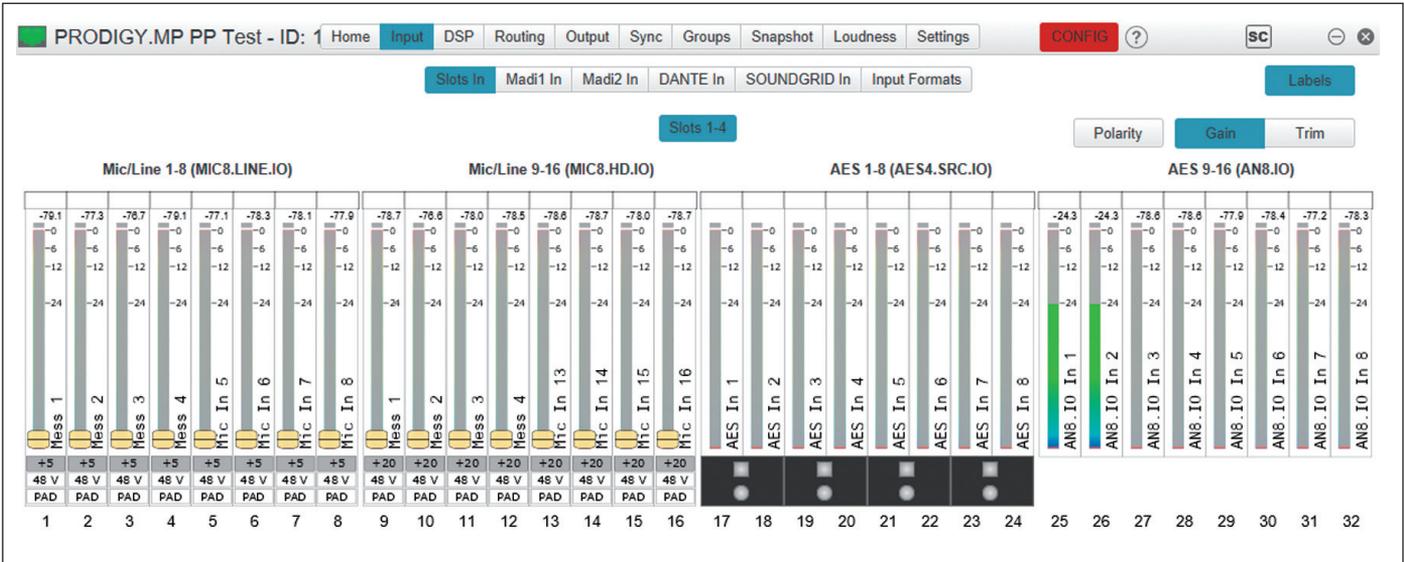
wird das Globcon-Projekt von den beteiligten Herstellern und steht für Anwender kostenlos zur Verfügung. Die Globcon-Software unterscheidet zwischen dem Show- und Config-Modus, wobei es nur bei letzterem möglich ist, Funktionsblöcke oder Inserts in den Kanälen zu definieren. Startet man die Software, dann taucht der Prodigy zunächst mit einem kleinen Übersichtsbild auf, das entweder die Pegel aller Ein- und Ausgänge oder aller DSP-Kanäle zeigt. Öffnet man dann das Gerät in der Software, dann zeigt sich der Home-Bildschirm aus Abb. 3 mit einer umfassenderen Darstellung aller wichtigen Zustände. Die Pegel werden sehr geschickt in kreisförmigen Grafiken angezeigt, wo jeweils alle Kanäle eines Slots zusammengefasst sind. In der Darstellung aus Abb. 3

Software

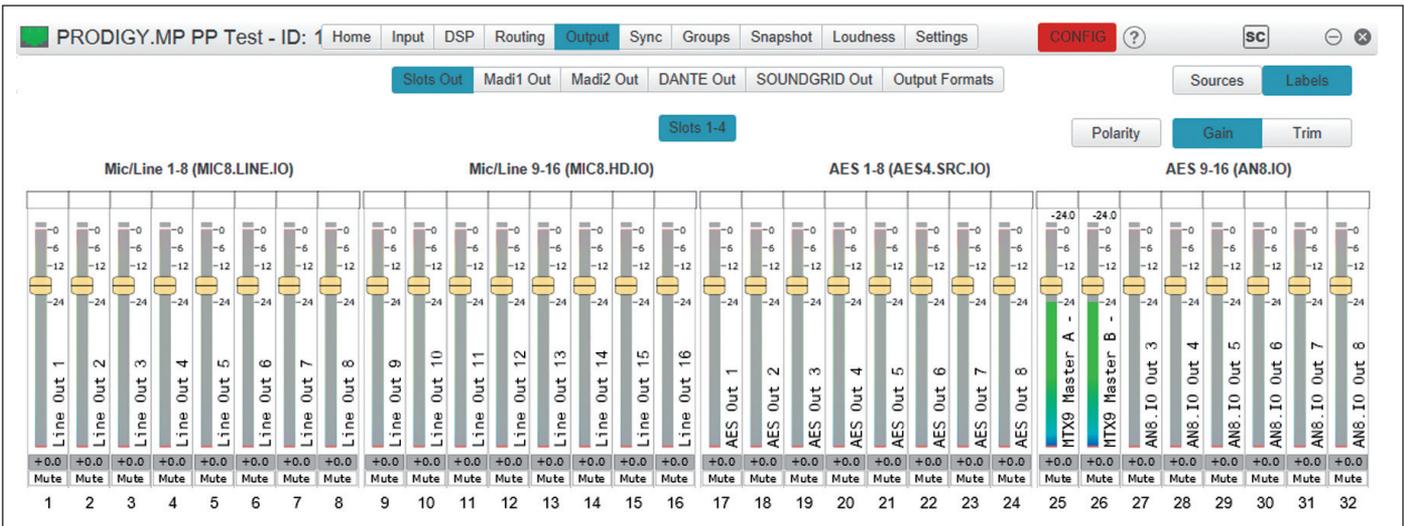
Für die vollständige Bedienung und Konfiguration des Prodigy bedarf es jedoch eines PCs und der Globcon-Software, die für Windows, MacOS sowie bald auch für Linux verfügbar ist. Die Software der LGSF Engineering GmbH aus Hannover entstand in enger Zusammenarbeit mit DirectOut, beschränkt sich jedoch nicht ausschließlich auf deren Geräte, sondern versteht sich als universelles Tool zur Bedienung von Geräten aus der Medientechnik. Finanziert



Breakout angeschlossen über solide analoge oder digitale Patchkabel



Inputs Die 32 Inputs der Slots 1 bis 4 mit Pegelanzeigen und Gain-Einstellungen für die Eingänge mit Preamps (Abb. 4)



Outputs Die 32 Outputs der Slots 1 bis 4. Die drei analogen Module sind mit der Output-Option AN8.O bestückt (Abb. 5)

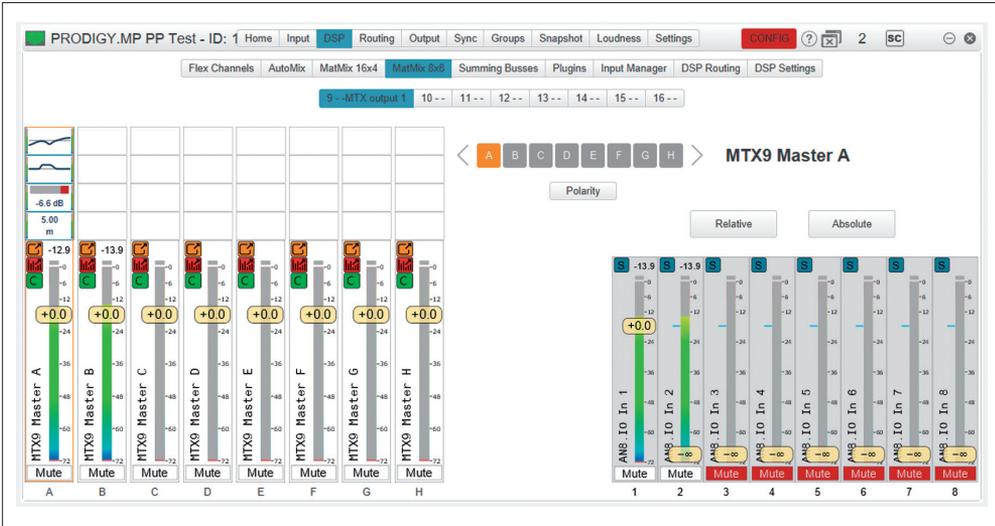
wurde der Prodigy mit einer Samplerate von 192 kHz betrieben, so dass die Anzahl der Kanäle in den Netzwerk-Ein- und Ausgängen reduziert war. Neben den Ein- und Ausgängen werden auch die Pegelverhältnisse der Flex-Channels, der Matrix-Mischer und der Summen-Busse angezeigt. Ganz rechts im Bild auch noch die Mute-Schalter, mit denen sich ganze Slots oder auch pauschal alles muten lässt.

Ein- und Ausgänge

Für die in der Hardware vorhandenen Inputs- und Outputs in den Slots oder Netzwerken gibt es Fenster zu Bedienung mit je 32 Kanälen. Insgesamt sind je 64 Ein- und Ausgänge für Madi M1 und M2 und je 128 für die Netzwerke N1 und

N2 vorhanden. Hinzu kommen je acht Ein- und Ausgänge der Slots S1 bis S4. In der Summe sind es dann 416 Eingänge und 416 Ausgänge. Bei den Ausgängen kommen dann noch zwei Stereokopfhörerausgänge PH1 und PH2 auf der Frontseite des Gerätes hinzu. Für alle Ein- und Ausgänge können Polarity, Gain, Trim und Mute eingestellt werden. Die Kanal-Label zeigen entweder die interne Zuordnung (Quelle oder Senke) oder einen vom User vergebenen Namen an. Für die analogen Karten mit Preamps wird hier auch das Gain, das PAD und die 48-V-Phantomspeisung eingestellt.

Alle Ein- und Ausgänge sowie die internen Kanäle der Summenbusse, Matrixmischer und Flex-Channels können



Einer von 16 Matrixmischern In den Ausgängen (links) können je vier Processing-Module eingesetzt werden (Abb. 6)

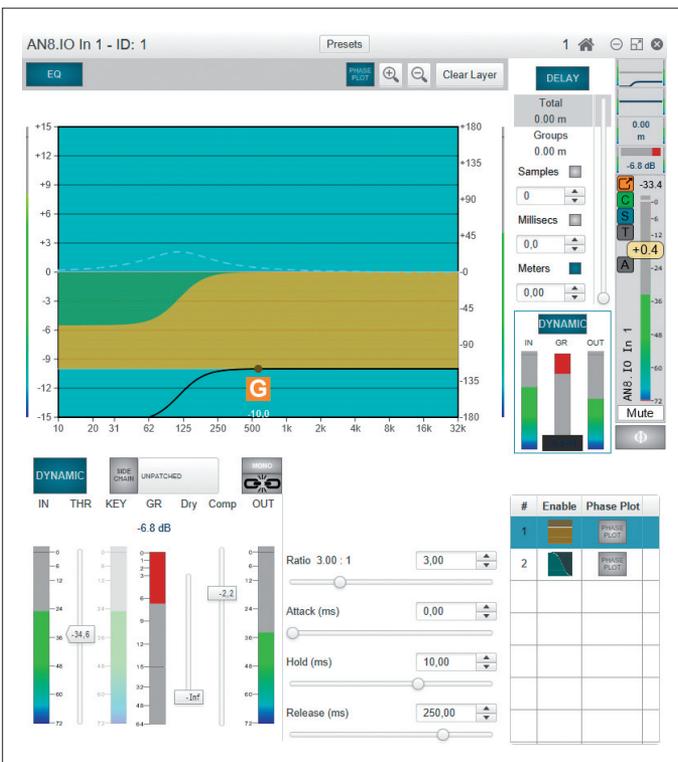
über eine alles umfassende Matrix verknüpft werden. Die Matrix ist so aufgebaut, dass man zunächst die Quellen und Senken nach Zugehörigkeit auswählt, z. B. die Ausgänge der Matrix-Mischer als Quellen und Network 1 als physikalische Ausgänge, und dann in dem jetzt übersichtlichen Rahmen die Verknüpfungen setzt. Wären immer alle Wege der Matrix sichtbar, dann würde die Übersicht zu sehr darunter leiden.

Matrix-Mischer und Flex-Channels

Die Matrix-Mischer des Prodigy ermöglichen es, 16 oder acht Eingänge auf vier bzw. acht Ausgänge oder intern auf weitere DSP-Kanäle wie einen Flex-Channel zu mischen. Insgesamt sind je acht Matrixmischer 16×4 und 8×8 vorhanden. Abb. 7 zeigt ein Beispiel für einen Mischer 8×8 , wo für jeden der acht Ausgänge A bis H ein individueller Mix aus den Eingängen 1 bis 8 erstellt werden kann. Jeder Ausgang verfügt über vier Slots mit einer Auswahl von Funktionen zum Signalprocessing. Das kann ein einfaches Delay, eine IIR-Filterbank, eine FIR-Filterbank oder auch ein Dynamikprozessor sein. Alle Bedienelemente können auch einzeln entnommen bzw. kopiert und auf einer eigenen Oberfläche wieder passend zur Anwendung angeordnet werden.

Eine Spezialität der Signalverarbeitung des Prodigy sind die 32 Flex-Channels, die individuell als Eingangs- oder Ausgangskanalzug definiert werden können. Jeder Flex-Channel enthält auch wieder vier Slots mit einer Auswahl von Funktionen zum Signalprocessing. Zu beachten ist dabei die Richtung des Signalfusses, die für Eingangszüge Top-Down ist, also zuerst das Processing und zum Schluss der Fader. In den Ausgangszügen ist es genau umgekehrt und das Processing liegt hinter dem Fader.

Einzelne Kanalzüge lassen sich zudem über den C- (Channel Strip) Button auch komplett mit allen Details der Signalverarbeitung darstellen. Abb. 7 zeigt dazu ein Beispiel, wo man mit Filterkurven, Pegelanzeigen und Fadern übersichtlich im Griff hat. Die Parameter können jeweils über die Fader, grafisch oder direkt mit Zahlenwerten eingestellt werden.

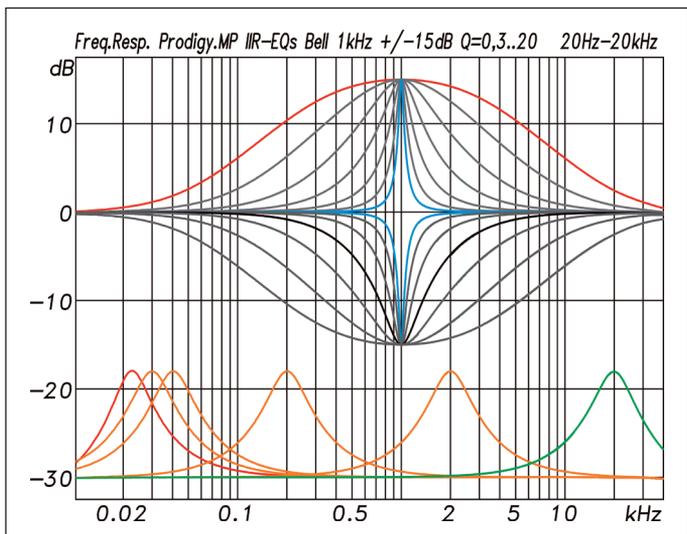


Detaildarstellung eines Flex-Channels mit allen Parametern für die Filter, Dynamics und Delay (Abb. 7)

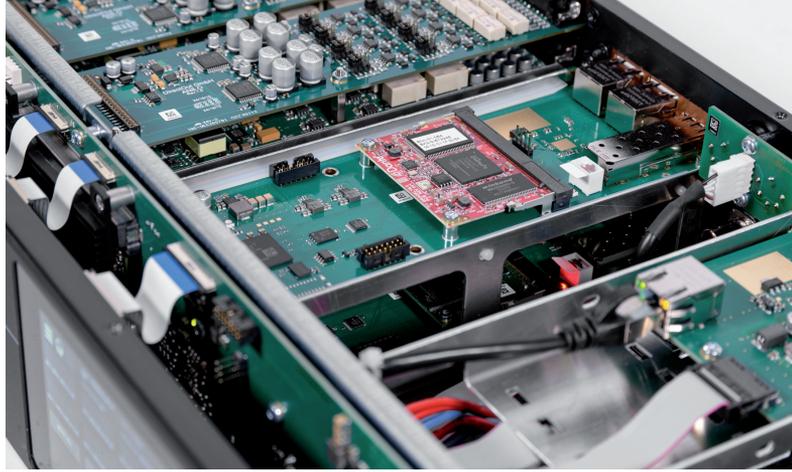
Filter

Natürlich ist es bei der großen Anzahl möglicher Filterfunktionen nicht möglich, diese alle darzustellen. Filter können über zwei Processing-Module, den IIR- und den FIR-Equalizer eingestellt werden. Die IIR-Filter sind die klassischen digitalen Filter mit einer sogenannten BiQuad-Struktur, die sich vereinfacht ausgedrückt so verhalten wie analoge Filter. Die FIR-Filter werden hier in einer etwas abgewandelten und erweiterten Form eingesetzt. Die Struktur, mehr sei hier nicht verraten, ist etwas komplexer als bei herkömmlichen FIR-Filtern, und ermöglicht dafür eine Filterkurve mit Stützstellen über einer logarithmischen Frequenzachse, womit diese Filter speziell bei tiefen Frequenzen wesentlich effektiv eingesetzt werden können im Vergleich zu herkömmlichen FIR-Filtern, deren Stützstellen über der linearen Frequenzachse liegen. Einen kleinen Nachteil muss man dabei jedoch in Kauf nehmen: Dieser Art FIR-Filter bietet nicht die Möglichkeit, Amplitude und Phase unabhängig voneinander einzustellen. Daher lassen sich damit keine linearphasigen Filter erzeugen oder Lautsprecher auch im Phasengang entzerren.

Das IIR-EQ-Modul bietet mit High- und Lowpass-Filtern jeweils 1. und 2. Ordnung, Bell-Filtern, Allpass-Filtern sowie Low- und High-Shelf-Filtern mit variabler Güte den üblichen Funktionsumfang. Exemplarisch für die Bell-Filter sind die Kurven in Abb. 8 dargestellt. Die Mittenfrequenz kann von 20 Hz bis 20 kHz variiert werden und die Güte von 0,3 bis 20



Einige exemplarische Kurven des IIR-EQ für Frequenzen von 20 Hz bis 20 kHz, einer Güte zwischen 0,3 und 20 sowie Gain-Werten von maximal ± 15 dB. Die Filterkurven werden auch bei hohen Frequenzen nicht gestaucht und verhalten sich exakt wie ein analoges Filter (Abb. 8)



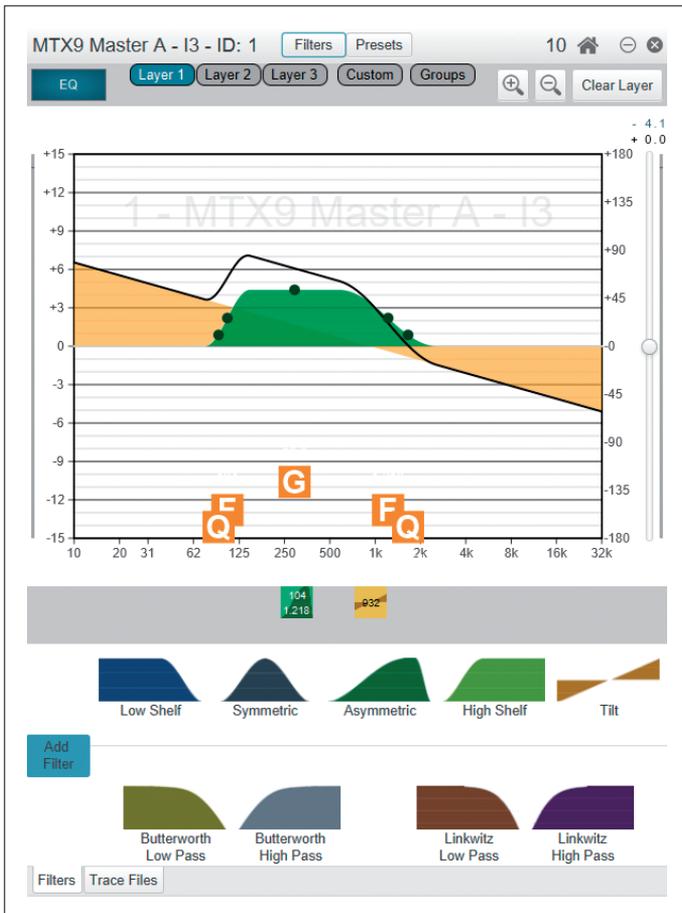
Dante-IO-Karte vorne im Bild mit dem Brooklyn-II-Modul, dahinter zwei analoge IOs mit optionalem Output-Board AN8.0

bei einem Gain von maximal ± 15 dB. Im unteren Teil der Grafik sind Bellfilter mit einer konstanten Güte von 2,0 und festem Gain von +12 dB für Mittenfrequenzen von 20 Hz bis 20 kHz zu sehen.

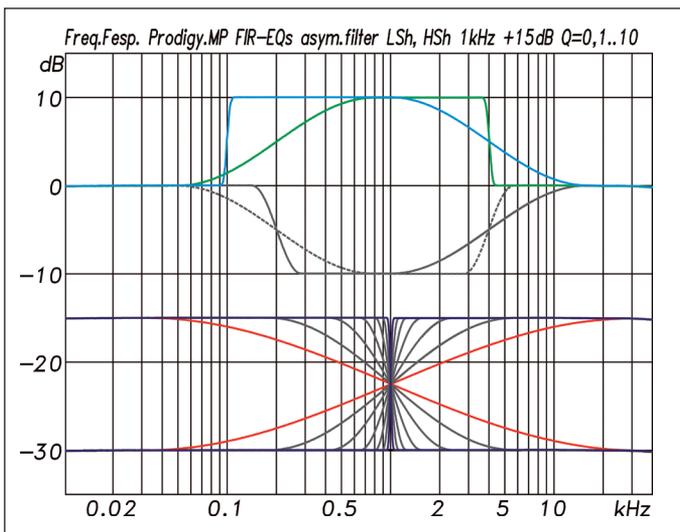
Die sonst übliche Stauchung der Bell-Kurve bei hohen Frequenzen gibt es hier dank der hohen Abtastrate nicht. Die grüne Kurve bei 20 kHz weist exakt den Shape der anderen Kurven bei tieferen Frequenzen auf. Lediglich bei tiefen Frequenzen unterhalb von 30 Hz gibt es kleine Abweichung, wo sich die Mittenfrequenz des 20 Hz Bell-Filters etwas nach oben verschoben hat. Zusätzlich gibt es auf der zweiten Seite der Filterauswahl für den IIR-EQ noch einige etwas ungewöhnlichere Filtertypen. Dort finden sich ein Bandpass- und ein Notch-Filter sowie RIAA-Production- und Playback-Filter. Letztere werden eingesetzt, um vor dem Schneiden einer Pressvorlage für Vinyl-Schallplatten die tiefen Frequenzen abzusenken und nachher bei der Wiedergabe passend dazu wieder anzuheben. Die Pegeldifferenz zwischen 20 Hz und 20 kHz beträgt dabei 40 dB.

Noch interessanter wird es beim FIR-EQ-Modul, wo dann auch asymmetrische Filter, Shelf-Filter mit extremen Gütewerten sowie Linkwitz-Riley-Hoch- und Tiefpässe mit bis zu 48 dB/Oct Steilheit möglich sind. Wie bereits erwähnt, sind diese jedoch aufgrund der speziellen FIR-Struktur nicht linearphasig. Ein weiterer sonst eher unüblicher Filtertyp ist das Tilt-Filter, das über der logarithmisch skalierten Frequenzachse eine linear steigende oder fallende Gerade als Filterfunktion erzeugt. Die Steilheit wird über einen Gütewert eingestellt und reicht von -1 dB/Oct bis +1 dB/Oct. Gelegentlich auch als „Klangwaage“ bezeichnet eignen sie sich gut, um zu scharf oder zu dünn klingende Aufnahmen etwas anzupassen oder auch um „zu sehr linear“ eingemessene Beschallungsanlagen noch etwas zu tunen.

Für die FIR-EQs können drei unabhängige Layer mit den bislang genannten Filtertypen eingestellt und als Presets abgespeichert sowie mit Copy and Paste übertragen werden.



FIR-EQ Modul u. a. mit asymmetrischen Filtern und speziellen Tilt-Filtern (Abb. 9)

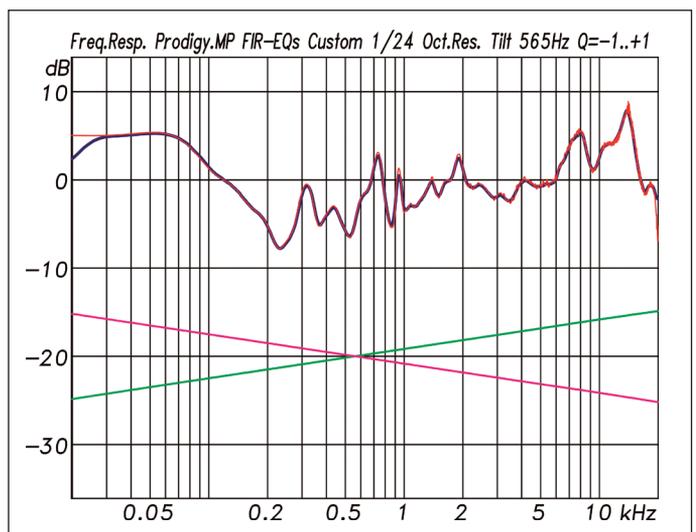


Einige exemplarische Filtermöglichkeiten mit asymmetrischen Funktionen (oben) und mit Shelf-Filter (unten), deren Güte von 0,1 bis 10 definiert werden kann (Abb. 10)

Die drei Layer eignen sich gut, um Filtereinstellungen zu vergleichen oder auch um diese für verschiedene Anwender unabhängig voneinander zur Verfügung zu stellen. So könnten die drei Layer im Ausspielweg zu einer PA für die Einmessung der Anlage, für eine Anpassung an die Raumakustik und für den Bandtechniker genutzt werden, ohne dass der eine in die Filter des anderen eingreifen müsste.

Für die Einmessung einer Lautsprecheranlage hält der Prodigy noch eine weitere spezielle Funktion bereit. Mit dem vierten Layer, Custom genannt, lassen sich über einfache Tabellenwerte definierte Filter umsetzen oder dieser direkt aus einer Messung ableiten. Abb. 11 zeigt dazu eine via CSV-Tabelle aus einem Messprogramm importierte Filterkurve, die in allen Details korrekt abgebildet wird. Auch hier gilt wieder, dass nur die Amplitude vorgegeben werden kann und keine linearphasigen oder in der Phase individuell agierende Filter möglich sind. Im gezeigten Beispiel erfolgte der Import der Filterfunktion über eine CSV-Tabelle mit 244 Stützstellen mit 1/24 Oct Abstand von 20 Hz bis 20 kHz.

Im Zusammenspiel mit einem Smart-Messsystem und einem Plugin kann man noch einen Schritt weitergehen und die dort erstellten Messungen übernehmen und daraus über die Invert-Funktion direkt ein Equalizing-Filter erstellen. Die gemessene Kurve kann bei Bedarf geglättet und auch in ihrer Dynamik gestaucht werden. Die untere und obere Grenzfrequenz für die Invertierung lassen sich zudem



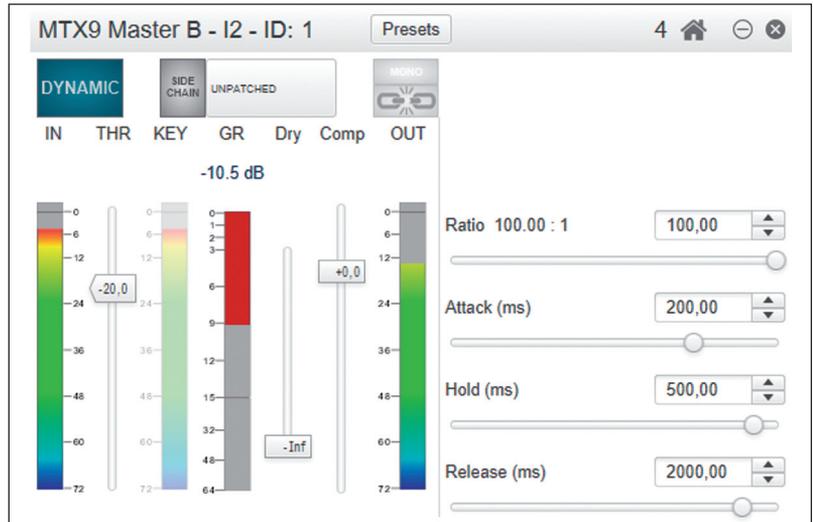
Custom FIR-Filter (oben), die anhand einer einfachen Tabelle im CSV-Format oder auch Messdaten direkt erstellt werden können. Im unteren Teil der Grafik eine Messung der Tilt-Filter, deren Neigung über einen Güte-Wert zwischen -1 dB/Oct bis +1 dB/Oct eingestellt werden kann (Abb. 11)

frei definieren, um keine extremen Kompensationen zu erzeugen. Die für Smart benötigten Messmikrofone können über die Mikrofoneingänge des Prodigy angeschlossen werden, ebenso wie das Messsignal aus dem Smart über die Ausgangswege des Prodigy zu den Lautsprechern geschickt werden kann. Der Messrechner mit der Software wird dazu mit Hilfe einer DVS (Dante Virtual Soundcard) via Dante mit dem Prodigy verbunden.

Dynamikprozessoren

Ein weiteres Processing-Modul beinhaltet die Dynamikfunktion, die im Stereo- oder Mono Modus genutzt werden kann. Zur Steuerung des Compressors steht ein Side-Chain zur Verfügung, der z. B. aus einem Flex Channel mit einer gewünschten Vorfilterung versorgt werden kann. Für den eigentlichen Compressor können die üblichen Parameter Threshold und Ratio sowie die drei Zeitkonstanten für Attack, Hold und Release in sehr weiten Bereichen eingestellt werden (Abb. 12). Ein Fader mit der Bezeichnung Dry erlaubt es zudem, das Signal des Compressors wieder mit dem Originalsignal zu mischen.

Abb. 13 zeigt eine exemplarische Messung der Compressor-Funktion für die in Abb. 12 eingestellten Parameter. Als Eingangssignal (blaue Kurve) wurde ein 1-kHz-Sinussignal mit einem Pegelsprung von +20 dB zwischen 1 s und 3 s verwendet. Das rote Ausgangssignal des Compressors

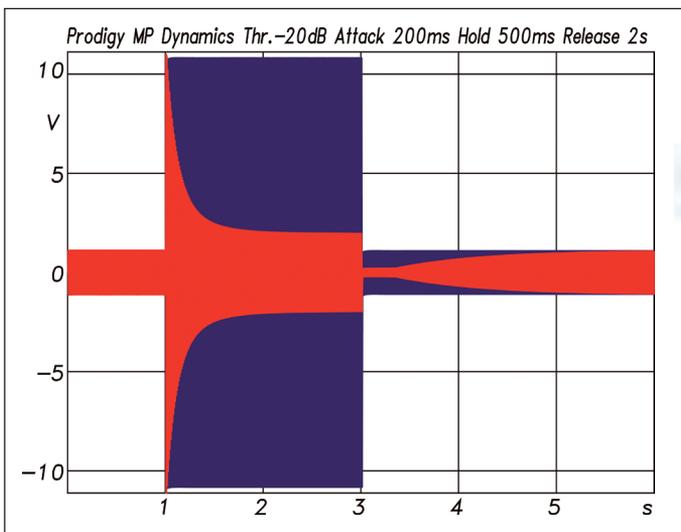


■ **Parametrierung** der Dynamikfunktionen (Abb. 12)

zeigt die Funktion, bei der sich alle eingestellten Werte gut nachvollziehen lassen.

Weitere Funktionen: Loudness-Messung, Auto-Mix

Der große Funktionsumfang des Prodigy erlaubt es nicht, hier alles zu erläutern oder gar im Detail zu prüfen. So gibt es noch die Funktionen eines Automatikmischers, der Loudness-Messung und die Möglichkeit, externe Plugins einzubinden sowie wie viele andere kleine Spezialitäten, die für die eine oder andere Aufgabe wichtig sein können. Wer sich einen guten Überblick über das Gerät verschaffen möchte, dem sei die frei verfügbare Software Globcon empfohlen, wo



■ **Reaktion des Compressors** auf einen Sinusburst mit einem Pegelsprung von +20 dB zwischen 1 s und 3 s (Abb. 13)



Innenansicht mit

Einschieben auf der oberen Ebene – nicht nur von außen elegant und wertig, auch im Innern geht es trotz der großen Menge Technik solide und aufgeräumt zu

ein virtueller Prodigy mit allen Hardware- und Software-Optionen in vollem Umfang abgebildet wird und auch konfiguriert werden kann. Eine Reihe gut gemachter Videos von der DirectOut Homepage mit Webinaren und Tutorials ermöglicht zudem einen Überblick über verschiedene Anwendungen und erläutert die Funktionen des Prodigy.

Preise

So komplex wie das Gerät ist auch die Preisstruktur mit vielen Hardware-Optionen und diversen Software-Paketen sowie einzelnen Software-Lizenzen.

Das Basisgerät Prodigy MP ohne Netzwerk-Module oder Slot-Karten mit dem Advanced-Software-Paket findet sich



Remote Die Bedienung kann in gleicher Weise wie am Gerät auch über einen Browser an einem beliebigen Gerät erfolgen



zum Preis von 6.500 € netto in der Preisliste. Mit dem einfacheren Essential-Paket, das keine DSP-Funktionalität enthält, gibt es den Prodigy dann schon für 4.500 €. Mit 8.100 € erhält man das ultimative Unlimited-Paket inklusive aller aktuellen und zukünftig verfügbaren DSP-Ressourcen und Tools.

Fazit: Mächtig!

Wer sich die Mühe gemacht hat, den Testbericht komplett bis hierhin zu lesen, für den erschließt sich das Fazit zwangsläufig: Der Prodigy MP von DirectOut macht seinem Namen alle Ehre und kann quasi alles, was in der modernen Audiotechnik an signalverarbeitenden Funktionen vorkommt. Als Spinne im Netz eines Audiosystems kann der Prodigy alle Arten von analogen und digitalen Signalen sowie alle populären Audionetzwerkformate mit bis zu 416 Kanälen aufnehmen, zueinander synchronisieren, verarbeiten und über ebenso viele Kanäle und Formate wieder ausgeben. Die dabei verfügbaren DSP-Funktionen der extrem leistungsfähigen FPGAs lassen kaum Wünsche offen und prädestinieren den Prodigy für den Einsatz in großen PA-Systemen, für komplexe Festinstallationen und auch fürs Studio. Trotz des großen Funktionsumfangs ist es jedoch gelungen, mit der Globcon-Software das Gerät übersichtlich darzustellen und nach einer gewissen Einarbeitungszeit voll bedien- und nutzbar zu machen.

Die Hardware des Prodigy erfüllt höchste Ansprüche und ist in Puncto Verarbeitung und Materialqualität absolute Spitzenklasse, was dann auch dem Preis angemessen ist. Alles in allem dürfte der Prodigy somit wohl eines der mächtigsten 19"-Geräte auf dem Audiomarkt sein, das sich dank seiner flexiblen Hard- und Software für viele Aufgaben einsetzen lässt und mit seinem modularen Aufbau auch zukunftssicher ist.

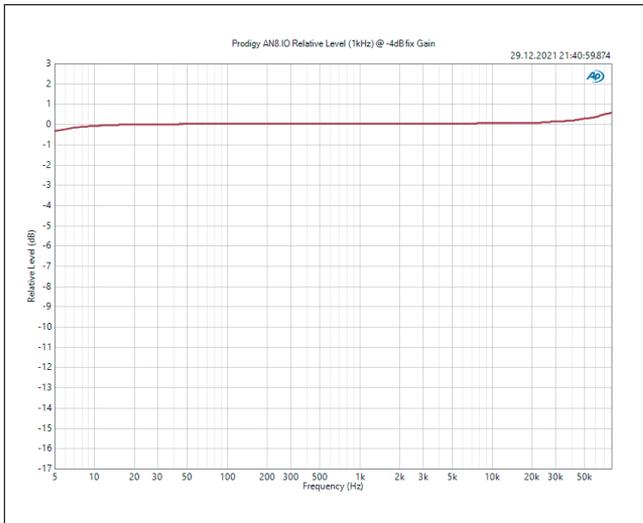
Slot-Karten		
AN8.I	8 × Line In	350,00
AN8.O	8 × Line Out	350,00
AN8.IO	8 × Line In/Out	600,00
MIC8.LINE.I	8 × Mic/Line In	700,00
MIC8.LINE.IO	8 × Mic/Line In/Out	925,00
MIC8.HD.I	8 × Mic/Line In	1.150,00
MIC8.HD.IO	8 × Mic/Line In/Out	1.375,00
AES4.IO	4 × AES3 In/Out	350,00
AES4.SRC.IO	4 × AES3 In/Out	700,00
Netzwerkkarten		
RAV.IO	Ravenna	1.375,00
RAV.SRC.IO	Ravenna mit HD-SRC	2.125,00
DANTE.IO	Dante	1.200,00
DANTE.SRC.IO	Dante mit HD-SRC	1.950,00
SG.IO	SoundGrid	1.000,00
SG.SRC.IO	SoundGrid mit HD-SRC	1.750,00
Madi-Module		
BNC.IO		225,00
SC.IO MM	Multi Mode	225,00
SC.IO SM	Single Mode	400,00
SFP.IO		175,00

Für das zum Test gestellte Gerät ohne Breakout-Boxen und ohne Patchkabel mit dem Advanced-Paket berechnet sich ein Gesamtpreis von 14.300 € netto.

Prodigy MP: Messwerte analoger IOs

Alle akustischen Signale, die digital bearbeitet, gespeichert oder übertragen werden sollen, kommen zwangsläufig mit ADCs und DACs in Kontakt. Daher kommt diesen in der Audio-Signalkette eine für die finale Qualität entscheidende Bedeutung zu. Technisch anspruchsvoll ist vor allem die ADC-Seite, da die dort anliegenden analogen Signale sehr unterschiedlich in ih-

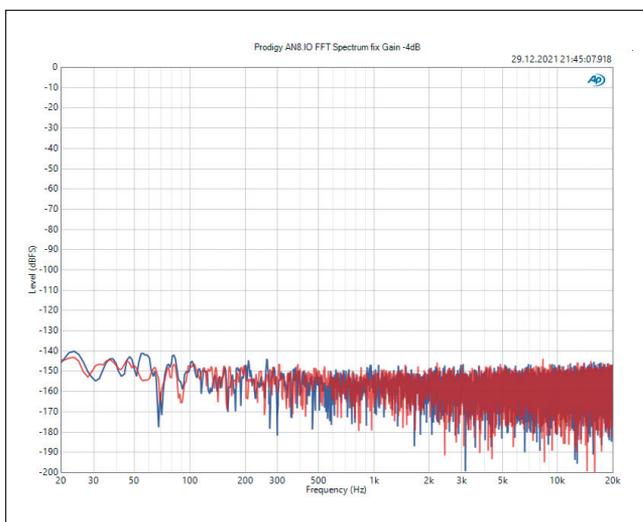
rem Pegel sein können. Das beginnt bei Mikrofonsignalen im mV-Bereich bis zum Line-Pegel von einigen V. Um diese an die ADCs anzupassen, bedarf es eines Preamps, der mit einstellbarer Verstärkung die Signale passend aufbereitet. Der dabei abgedeckte Gain-Bereich umfasst in der Regel 50 dB oder mehr. Rauschen, Verzerrungen sowie der Frequenz- und Phasengang sind daher wichtige Kennwerte der analogen Ein- und Ausgangsmodule. Unter diesen Aspekten wurden die drei analogen Input-Module und das Output-Modul des Prodigy mit dem Messsystem Audio Precision APx555 unter die Lupe genommen. Um den Umfang der Messungen ein wenig im Rahmen zu halten, werden hier nicht alle Ergebnisse aufgeführt, sondern nur die mit den wichtigsten Eckwerten zur Beurteilung der Module.



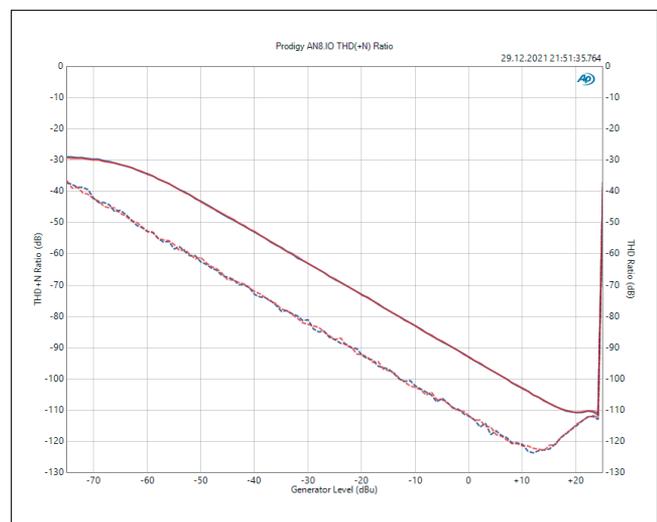
Frequenzgang des AN8.I mit einem festen Gain von -4 dB bezogen auf +20 dBu (Messung bei 192 kHz Samplerate mit einer Darstellung relativ zum Wert bei 1 kHz, Abb. 14)

AN8.I

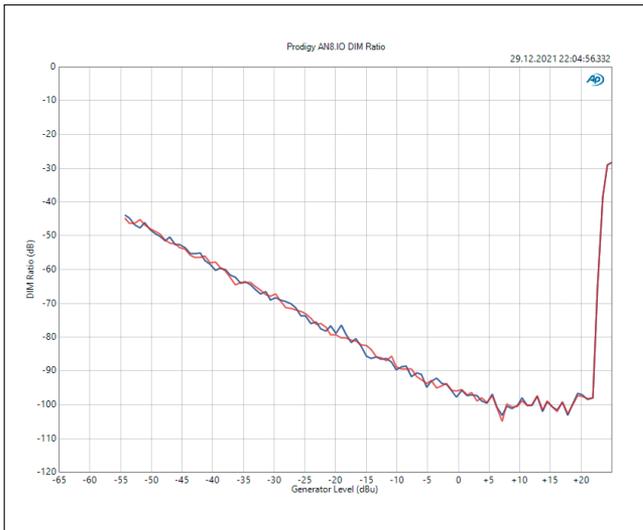
Das einfachste Input-Modul ist das AN8.I mit acht analogen Eingängen ausschließlich für Line-Pegel-Signale. Die Eingangsempfindlichkeit bezogen auf 0 dBFS Vollpegel kann über Jumper auf dem Modul eingestellt werden: +15,+18, +24dBu. Vollaussteuerung (0 dBfs) auf digitaler Seite werden bei +24,3 dBu Eingangspegel erreicht, womit man alle üblichen Quellen ohne Gefahr der Übersteuerung anschließen kann. Der Frequenzgang aus Abb. 14 ist erwartungsgemäß perfekt und reicht von



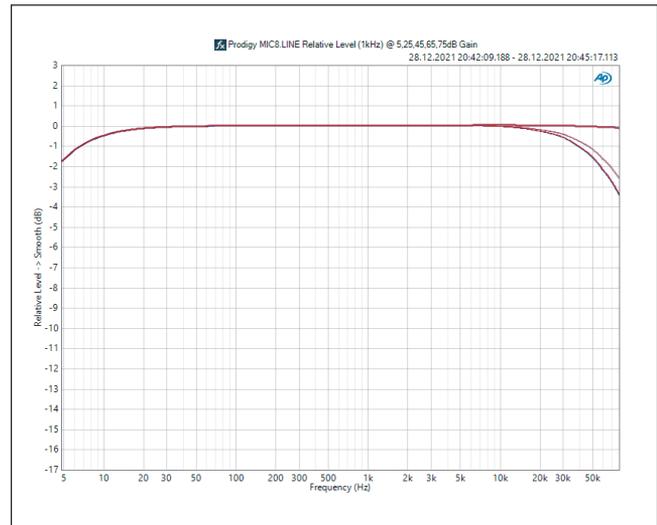
Störpegel des AN8.I mit einem Summenpegel (20-20k) von 117(120) dBfs(A), (Abb. 15)



THD () und THD+N (- - -) des AN8.I in Abhängigkeit von der Aussteuerung bis maximal +25 dBu. (x-Achse in dBu, Abb. 16)



Transiente Intermodulationsverzerrungen (DIM100) des AN8.I für Eingangspegel von -65 dBu bis +25 dBu (Abb. 17)



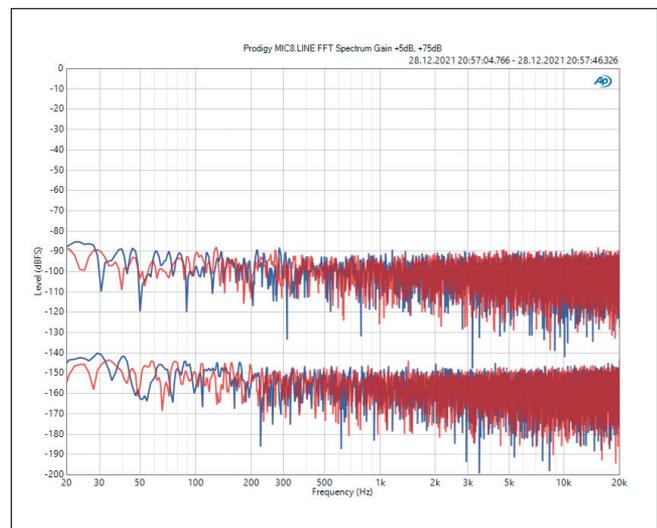
Frequenzgang des MIC8.LINE.I für Gain-Werte von +5 bis +75 dB bezogen auf +20 dBu. (Messung bei Samplerate 192 kHz mit einer Darstellung relativ zum Wert bei 1 kHz) (Abb. 18)

5 Hz bis über 50 kHz hinaus ohne signifikante Abweichungen. Der Störpegel auf digitaler Seite ohne Signal am Eingang liegt bei -117 dBfs unbewertet und -120 dBfs mit A-Bewertung. Monofrequente Anteile sind im Störspektrum (Abb. 15) nicht zu erkennen. Die Verzerrungsmessungen mit THD und THD+N gemessen bei 1 kHz fallen mit einem THD-Minimum von unter -120 dB und 111 dB direkt vor der Clippinggrenze ebenfalls exzellent aus.

Ein weiteres Kriterium zum Thema Verzerrungen ist die Messung der Transienten Intermodulationsverzerrungen (DIM100), denen eine besondere Relevanz für die klanglichen Eigenschaften nachgesagt wird. Hier wird anstatt mit einem eingeschwungenen Sinus mit einem gemischten Signal aus einem steilflankigen Rechteck von 3,15 kHz und einem Sinus von 15 kHz gemessen. Die steilen Flanken des Rechtecks stellen eine Herausforderung für die Schaltung dar und können zu einer kurzzeitigen Überforderung und damit zu Verzerrungen führen, die mit dieser Messung erfasst werden. Abb. 17 zeigt das Messergebnis für zwei Kanäle der AN8.I mit herausragend guten Werten von -100 dB.

MIC8.LINE.I

Etwas komplexer im Aufbau ist die MIC8.LINE.I Karte mit Preamps, deren Gain über die Software zwischen +5 und +75 dB eingestellt werden kann. Zusätzlich gibt es noch ein PAD, das den Pegel um 9 dB abschwächt. Der Bezugswert ist auch hier +20 dBu, d.h. ohne PAD wird bei minimalem Gain von +5 dB Vollaussteuerung bei +15 dBu am Eingang erreicht. Mit PAD

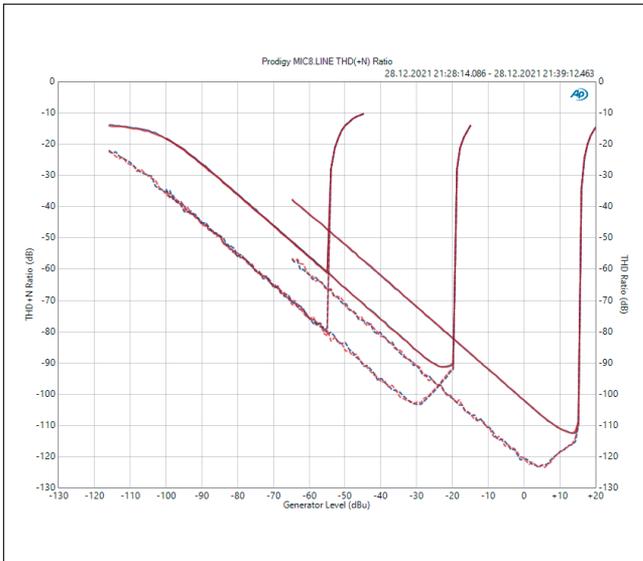


Störpegel des MIC8.LINE bei minimalem Gain von +5 dB und bei maximalem Gain von +75 dB mit einem Summenpegel (20-20k) von 117(120) dBfs(A) und -61(63) dBfs(A). Daraus resultiert ein EIN-Wert von -116 dBu (Abb. 19)

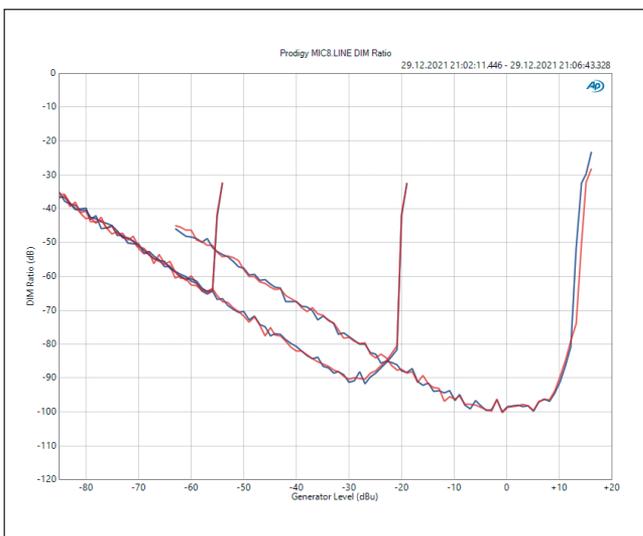
liegt der Wert bei +24 dBu. Die Gain-Einstellung erfolgt auf dieser Karte vereinfacht in vier analogen Stufen für die Gain-Bereiche von 5...16 dB, von 17...24 dB, von 25...34 dB und von 35...75 dB. Innerhalb dieser Bereiche und oberhalb von +35 dB erfolgt die Gain-Änderung auf der digitalen Ebene, so dass sich der verfügbare S/N nicht mehr verbessert.

Schauen wir zunächst wieder auf den Frequenzgang in Abb. 18, dann ist der Verlauf im relevanten Frequenzbereich auch hier wieder perfekt gerade. Lediglich bei höheren Verstärkungen beginnen die Kurven weit jenseits von 20 kHz geringfügig abzufallen.

Die Messung des Störpegels und des zugehörigen FFT-Spektrums liefert für minimales Gain von +5 dB vergleichba-



THD () und THD+N (- - -) Verlauf des MIC8.LINE für Gain-Werte von +5, +40 und +75 dB (v.r.n.l.) in Abhängigkeit von der Aussteuerung (x-Achse in dBu) (Abb. 20)



Transiente Intermodulationsverzerrungen (DIM100) des MIC8.LINE für Gain-Werte von +5, +40 und +75 dB (v.r.n.l.) (Abb. 21)

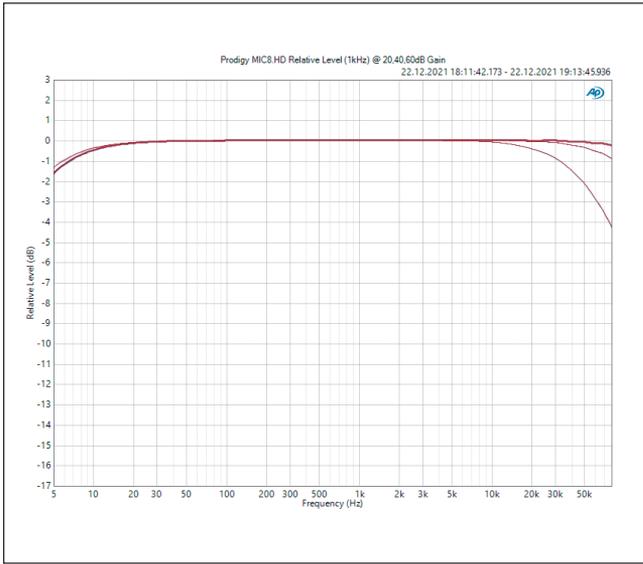
Gain [dB]	S/N (lin) [dB]	S/N (A) [dB]
+5	117	120
+15	107	110
+25	110	112
+35	101	103
+45	91	93
+55	81	83
+65	71	73
+75	61	63

S/N-Werte der MIC8.LINE.I in Abhängigkeit vom eingestellten Gain-Wert. Oberhalb von +35 dB verringert sich der S/N synchron mit der Zunahme des Gain, das hier nur noch auf der digitalen Ebene umgesetzt wird (Tab. 01)

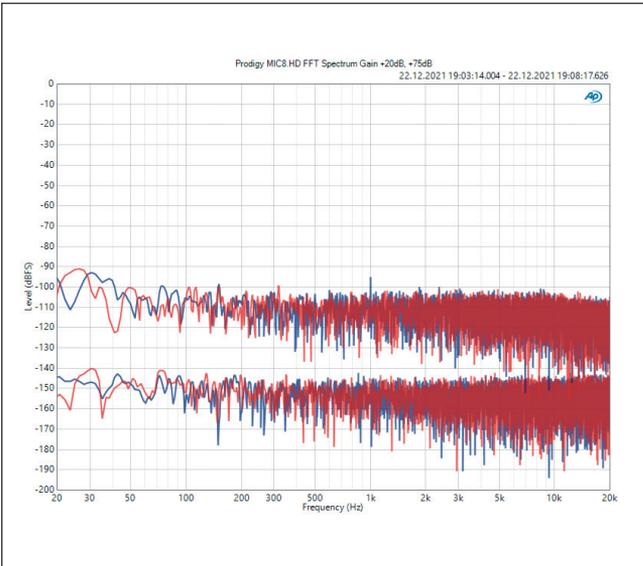
re Werte von -117(-120)dBfs(A) zur Karte AN8.I. Für den Gain-Bereich von +5 bis +35 dB erkennt man den Einfluss der analogen Gain-Stufen. Oberhalb von +35 dB verringert sich der S/N dann synchron mit der Zunahme des Gains, da hier die Verstärkung nur noch auf der digitalen Ebene erfolgt. Genau das erkennt man auch bei den Verzerrungsmessungen aus Abb. 20 und Abb. 21 für Gain-Werte von +5, +40 und +75 dB. Die Kurven zu +40 dB und +75 dB verlaufen zunächst deckungsgleich und unterscheiden sich nur noch durch den digitalen Pegel-Shift von 35 dB, so dass die Clip-Grenze einmal bei -20 dBu und einmal bei -55 dBu liegt. Unabhängig davon entsprechen die Verzerrungswerte bei +5 dB Gain den sehr guten Werten der AN8.I. Bei +40 dB Gain auf der höchsten analogen Verstärkungsstufe werden mit Werten von unter -100 dB und -91 dB an der Clip-Grenze auch noch gute Werte erreicht. Gleiches gilt für die Messwerte zu den Transienten Intermodulationsverzerrungen aus Abb. 21.

MIC8.HD.I

Die Karte MIC8.HD.I arbeitet im Vergleich zur MIC8.LINE.I mit einer komplett anderen Schaltung für den Preamp. Hier kommt ein integrierter Preamp mit digitaler Gain-Einstellung zum Einsatz, dessen Gain über die Software zwischen +20 und +75 dB eingestellt werden kann. Zusätzlich gibt es noch ein PAD, das den Pegel um 30 dB abschwächt. Der Bezugswert ist wieder +20 dBu, d.h. ohne PAD wird bei minimalem Gain von +20 dB Vollaussteuerung bei +0 dBu am Eingang erreicht. Mit PAD liegt der Wert bei +30 dBu, so dass alle Quellen vom leisen Mi-

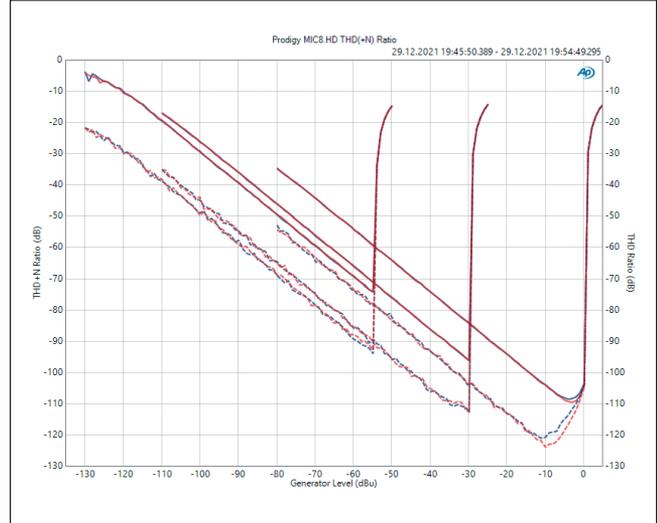


Frequenzgang des MIC8.HD.I für Gain-Werte von +20 bis +60 dB bezogen auf +20 dBu (Messung bei 192 kHz Samplerate mit einer Darstellung relativ zum Wert bei 1 kHz) (Abb. 22)



Störpegel des MIC8.HD bei minimalem Gain von +20 dB und bei maximalem Gain von +75 dB mit einem Summenpegel (20-20k) von 114(117) dBfs(A) und -73(75) dBfs(A). Daraus resultiert ein EIN-Wert von -128 dBu (Abb. 23)

krofon bis zum hochpegeligen Line-Ausgang mit +27 dBu angeschlossen werden können. Die Frequenzgänge der HD-Karte zeigen das schon bekannte Verhalten mit einem leichten Pegelabfall oberhalb von 20 kHz bei hohen Verstärkungswerten.



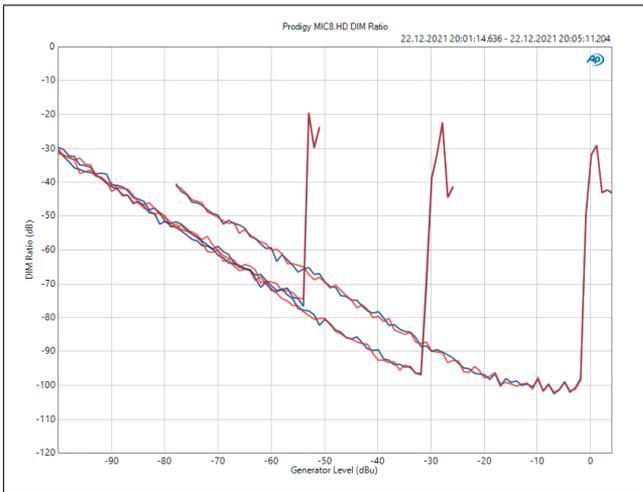
THD () und THD+N (- - -) Verlauf des MIC8.HD für Gain-Werte von +20, +50 und +75 dB (v.r.n.l.) in Abhängigkeit von der Aussteuerung. (x-Achse in dBfs) (Abb. 24)

Gain [dB]	S/N (lin) [dB]	S/N (A) [dB]
20	114	-117
30	110	-112
40	103	-106
50	95	-98
60	86	-89
70	77	-80
75	73	-75

S/N-Werte der MIC8.HD.I in Abhängigkeit vom eingestellten Gain-Wert (Tab. 02)

Der S/N ändert sich durch das andere Schaltungskonzept mit einer rein analogen Gain-Einstellung über den gesamten Bereich anders als bei der MIC8.LINE, so dass bei hohen Verstärkungen bessere S/N-Werte erreicht werden. Bei einem Gain von 75 dB erreicht die MIC8.HD einen S/N von 73(75) dB(A), was einem EIN-Wert von -128 dBu entspricht und damit 12 dB besser ist als der Wert der MIC8.LINE.

Entsprechend verlaufen auch die Kurven der Verzerrungswerte aus Abb. 24 und Abb. 25 in Abhängigkeit vom Eingangspegel etwas anders. Eine höhere Verstärkung bedeutet hier nicht nur ein früheres Erreichen der Clip-Grenze, sondern auch weniger Verzerrungen und weniger Rauschen bei gleichem Pegel. Unabhängig davon sind die THD- und DIM-Werte auch für diese Karte sehr gut und erfüllen die Erwartungen an einen



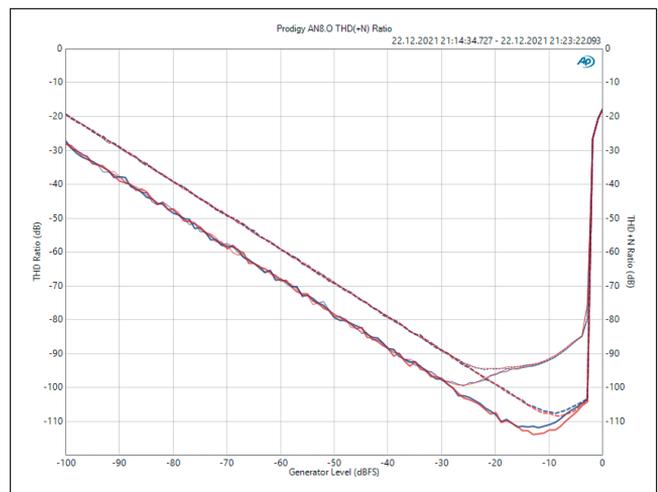
Transiente Intermodulationsverzerrungen (DIM100) des MIC8.HD für Gain-Werte von +20, +50 und +75 dB (v.r.n.l.) (Abb. 25)

hochwertigen Mikrofoneingang. Dazu wäre der Vollständigkeit halber noch zu erwähnen, dass natürlich auch die MIC8.HD.I-Karte über eine individuell schaltbare Phantomspeisung verfügt.

AN8.O

Zu guter Letzt bleibt noch der Blick auf die analoge Ausgangskarte AN8.O, die es entweder als separates Modul oder als Add-on für die Input-Module gibt, so dass man mit den vier Slots des Prodigy bis zu 32 analoge Ein- und Ausgänge realisieren könnte. Der maximale Ausgangspegel kann auf der Karte per Jumper individuell für alle acht Ausgänge auf +15, +18 oder +24 dBu gesetzt werden, was die Anpassung zu nachfolgenden Geräten erleichtert. In der Einstellung für +24 dBu betrug der gemessene Störpegel am Ausgang -92,2 dBu bzw. 94,5 dBu(A), womit man einen sehr guten S/N von 118,5 dB(A) erzielt. Der Frequenzgang (ohne Abb.) war selbstverständlich perfekt gerade mit einer Eckfrequenz -1 dB am oberen Ende von 60 kHz.

Die Verzerrungswerte (Abb. 26) der AN8.O wurden ebenfalls in der Einstellung für +24 dBu Ausgangspegel gemessen. Die THD-Messung wurde dazu für zwei Belastungszustände durchgeführt. Einmal mit dem üblichen Eingangswiderstand der Messsystems von 200 kΩ und einmal mit einer Belastung von 300 Ω. Werte in dieser Größenordnung dürften in der Praxis eher selten anzutreffen sein. Nur wenn sehr viele Empfänger parallel aus einem Ausgang gespeist werden, kann es vorkommen, dass die zu treibende Last für den Line-Pegel-Ausgang sich auf Werte



THD () und THD+N (- - -) Verlauf des Output-Moduls AN8.O in Abhängigkeit von der Aussteuerung (x-Achse in dBFS) mit einer Belastung von 200 kΩ und von 300 Ω. Die Messung erfolgte mit einem digitalen Gain von 3 dB, um die Clip-Grenze besser sichtbar zu machen (Abb. 26)

von unter 1 kΩ absenkt. Mit der 300-Ω-Belastung steigen die Verzerrungswerte knapp vor der Clip-Grenze von sehr guten 104 dB auf immer noch gute -84 dB an. Der Innenwiderstand des Ausgangs beträgt 100 Ω, so dass bei einer Last von 300 Ω der Pegel am Empfänger um 2,5 dB abfällt.

Fazit der Messwerte

Alle analogen Module des Prodigy beherrschen ihre Aufgabe und liefern gute bis sehr gute Messergebnisse. Entscheidend für den erfolgreichen Einsatz ist die Wahl des richtigen Moduls: Geht es um Line-Pegel sowohl am Eingang- wie auch am Ausgang, dann ist die Sache klar. Beide Karten AN8.I und AN8.O sind in allen Lagen eine uneingeschränkte Empfehlung.

Geht es um Signale mit geringen Pegeln, dann hat man die Wahl zwischen der MIC8.LINE.I und der MIC8.HD.I. Für Mikrofone ist dann die HD-Version die erste Wahl. Alle Messwerte einschließlich eines EIN-Wertes von -128 dBu fallen für die MIC8.HD.I bestens aus. Die MIC8.LINE.I arbeitet für die letzten 40 dB ihres einstellbaren Gain-Bereiches nur mit einem digitalen Gain und kann daher für Signale mit geringem Pegel nicht an die HD-Version heranreichen. Genauso ist es aber vermutlich auch gedacht, dass man die MIC8.LINE.I für Line-Pegel und im Pegel etwas schwächere Signale nutzt und notfalls auch für Mikrofone, grundsätzlich aber, wenn es um den Anschluss von Mikrofonen geht, besser zur HD-Version greift. ■